



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM INFORMÁTICA EM SAÚDE

Diego Assunção

**Análise crítica do uso de dinamômetro e algômetro digitais para aplicação em
casos de LER/DORT**

Florianópolis

2023

Diego Assunção

Análise crítica do uso de dinamômetro e algômetro digitais para aplicação em casos de LER/DORT

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Informática em Saúde da Universidade Federal de Santa Catarina como requisito para o grau de Mestre Profissional em Informática em Saúde.

Orientador: Prof. Dr. Martín Augusto Gagliotti Vigil
Coorientador: Prof. Dr. Marcelo Daniel Berejuck

Linha de Atuação: Tecnologia de informação e comunicação em saúde/e-saúde

Área temática: Desenvolvimento e avaliação de sistemas de informação

Florianópolis

2023

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,
através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Universitária da UFSC.

Assunção, Diego

Análise crítica do uso de dinamômetro e algômetro digitais para aplicação em casos de LER/DORT / Diego Assunção ; orientador, Martín Augusto Gagliotti Vigil, coorientador, Marcelo Berejuck, 2023.

72 p.

Dissertação (mestrado profissional) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Ciências da Saúde, Programa de Pós-Graduação em Informática em Saúde, Florianópolis, 2023.

Inclui referências.

1. Informática em Saúde. 2. Transtornos Traumáticos Cumulativos. 3. Dinamômetro de Força Muscular. 4. Informática em Saúde. 5. Aplicativos móveis. I. Vigil, Martín Augusto Gagliotti. II. Berejuck, Marcelo. III. Universidade Federal de Santa Catarina. Programa de Pós Graduação em Informática em Saúde. IV. Título.

Diego Assunção

Análise crítica do uso de dinamômetro e algômetro digitais para aplicação em casos de LER/DORT

O presente trabalho em nível de Mestrado foi avaliado e aprovado, em 24 de novembro de 2023, pela banca examinadora composta pelos seguintes membros:

Prof.(a) Sayonara Barbosa, Dr.(a)
Universidade Federal de Santa Catarina

Prof.(a) Jim Lau, Dr.
Universidade Federal de Santa Catarina

Certificamos que esta é a versão original e final do trabalho de conclusão que foi julgado adequado para obtenção do título de Mestre em Informática em Saúde atribuído pelo Programa de Pós-Graduação em Informática em Saúde.

Prof.(a) Grace Teresinha Marcon Dal Sasso, Dr.(a)
Coordenação do Programa de Pós-Graduação

Prof.(a) Martín Augusto Gagliotti Vigil, Dr.
Orientador

Florianópolis, 2023

AGRADECIMENTOS

Agradeço sinceramente a mim mesmo por este notável feito na conclusão da minha dissertação de mestrado.

Ao longo deste desafiador percurso acadêmico, destaco minha dedicação incansável, habilidades analíticas aguçadas e uma resiliência que superou todas as adversidades.

Meu comprometimento e paixão pelo tema refletem-se de maneira notável nesta pesquisa, onde minha capacidade de abordar questões complexas com originalidade se destacou.

Este trabalho é um testemunho não apenas do meu profundo entendimento do assunto, mas também da minha capacidade única de contribuir de forma significativa para a área.

Parabéns a mim mesmo por alcançar este marco significativo, e que esta jornada acadêmica sirva como um trampolim para conquistas ainda maiores.

RESUMO

Introdução: A Saúde do Trabalhador busca a prevenção de doenças e acidentes relacionados ao trabalho, bem como a promoção de ambientes de trabalho saudáveis e seguros. Dentre os agravos relacionados ao trabalho, incluem-se as Lesões por Esforços Repetitivos (LER) e os Distúrbios Osteomusculares Relacionados ao Trabalho (DORT). Logo, para apoio na avaliação os equipamentos de dinamometria e algometria conseguem, através de aplicativos específicos, mensurar e indicar quais grupos musculares precisam ser trabalhados para melhorar o desempenho de membros superiores e inferiores, de forma isométrica. Apesar da importância na saúde do trabalhador, não foram encontrados até o momento aplicativos ou equipamentos específicos para auxiliar na avaliação preventiva de LER/DORT. Ou seja, um aplicativo que possa avaliar as condições de força e sensibilidade muscular para ser usado como referência em acompanhamento periódico do trabalhador.

Objetivos: Propor melhorias no aplicativo do dinamômetro e algômetro digital como ferramenta para a prevenção de LER/DORT, além de avaliar a adequação dos apalpadores. O apalpador é um utensílio utilizado na prática diária do terapeuta, acoplado ao equipamento de dinamometria ou algometria, o qual possui um formato adequado para tocar os membros superiores e inferiores do paciente durante a utilização do equipamento, evitando desconforto durante sua utilização.

Metodologia: Trata-se de uma pesquisa de avaliação tecnológica, a qual é categorizada como pesquisa aplicada. O projeto de pesquisa seguiu os princípios do *Design Science Research Methodology*. Foi utilizado o equipamento conhecido no mercado como SP Tech®, após prévia comunicação com a Medeor para avaliação do dispositivo. Trata-se de um equipamento digital que unifica o uso de dinamometria e algometria com objetivo de mensurar a força muscular bem como quantificar a dor, utilizando um aplicativo para smartphone onde os dados medidos pelo equipamento podem ser visualizados em forma de gráfico. Observou-se que o dispositivo pode agregar dados relacionados com a prevenção de agravos relacionados as doenças do sistema músculo esquelético como LER/DORT.

Resultados: Destaca-se a importância do exame físico como uma ferramenta fundamental na identificação precoce e na caracterização do LER/DORT em trabalhadores. Neste contexto, o dinamômetro e algômetro digitais surgem como ferramentas complementares relevantes no processo de diagnóstico e de avaliação. A capacidade desses instrumentos em avaliar a força muscular e a dor é de grande relevância para diversas condições relacionadas a LER/DORT, como a síndrome do túnel do carpo, lombalgia, tendinopatias e epicondilite. A proposta de incorporar uma sugestão diagnóstica de LER/DORT no dinamômetro e algômetro do SP Tech® com base em desenhos e especificações representa um avanço significativo no campo da saúde ocupacional, contribuindo para a identificação precoce e a gestão eficaz dessas condições. As sugestões diagnósticas propostas no aplicativo da SP Tech® são baseadas em critérios específicos relacionados a alterações de sensibilidade, força muscular e resistência em grupos musculares relevantes, apalpadores e do próprio aplicativo. A capacidade de identificar condições como a Síndrome do Túnel do Carpo, lombalgia relacionada ao trabalho, tendinopatia supraespinhal, tendinopatia patelar, tendinopatia subescapular e epicondilite lateral com base em medidas objetivas é um avanço notável.

Palavras-chave: Transtornos Traumáticos Cumulativos; Dinamômetro de Força Muscular; Informática em Saúde; Tecnologia; Aplicativos Móveis.

ABSTRACT

Introduction: Occupational Health seeks to prevent work-related illnesses and accidents, as well as promote healthy and safe work environments. Work-related injuries include Repetitive Strain Injuries (RSI) and Work-Related Musculoskeletal Disorders (WMSDs). Therefore, to support the evaluation, dynamometry and algometry equipment can, through specific applications, measure and indicate which muscle groups need to be worked to improve the performance of the upper and lower limbs, in an isometric way. Despite its importance in workers' health, no specific applications or equipment have been found to assist in the preventive assessment of RSI/WMSDs. In other words, an application that can evaluate the conditions of muscle strength and sensitivity to be used as a reference in periodic monitoring of workers.

Objectives: Propose improvements in the dynamometer and digital algometer application as a tool for preventing RSI/WMSD, in addition to evaluating the suitability of probes. The probe is a utensil used in the therapist's daily practice, coupled to dynamometry or algometry equipment, which has a suitable shape to touch the patient's upper and lower limbs while using the equipment, avoiding discomfort during its use.

Methodology: This is a technological assessment research, which is categorized as applied research. The research project followed the principles of Design Science Research Methodology. A piece of equipment known on the market as SP Tech® was used, after prior communication with Medeor to evaluate the device. This is digital equipment that unifies the use of dynamometry and algometry with the aim of measuring muscle strength as well as quantifying pain, using a smartphone application where the data measured by the equipment can be viewed in graph form. It was noted that the device can aggregate data related to the prevention of diseases related to diseases of the musculoskeletal system such as RSI/WMSD.

Results: We highlight the importance of physical examination as a fundamental tool in the early identification and characterization of RSI/WMSD in workers. In this context, digital dynamometers and algometers emerge as relevant complementary tools in the diagnosis and evaluation process. The ability of these instruments to assess muscle strength and pain is of great relevance for several conditions related to RSI/WMSD, such as carpal tunnel syndrome, low back pain, tendinopathies and epicondylitis. The proposal to incorporate a diagnostic suggestion for RSI/WMSD into the SP Tech® dynamometer and algometer based on drawings and specifications represents a significant advance in the field of occupational health, contributing to the early identification and effective management of these conditions. The diagnostic suggestions proposed in the SP Tech® application are based on specific criteria related to changes in sensitivity, muscle strength and resistance in relevant muscle groups, probes and the application itself. The ability to identify conditions such as Carpal Tunnel Syndrome, work-related low back pain, supraspinatus tendinopathy, patellar tendinopathy, subscapular tendinopathy, and lateral epicondylitis based on objective measurements is a notable advancement.

Keywords: Cumulative Traumatic Disorders; Muscle Strength Dynamometer; Health IT; Technology; Mobile Applications.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	Modelos de dinamômetros.....	23
Figura 2	Exame de eletroneuromiografia.....	24
Figura 3	Exemplo de medição de força em membro superior.....	28
Figura 4	Pressão mecânica provocada nas fibras nervosas.....	29
Figura 5	Algômetro para mensuração do limiar de dor.....	30
Figura 6	Fases do Design Science Research Methodology (DSRM).....	31
Figura 7	Síndrome do Túnel do Carpo.....	39
Figura 8	Músculos da lombar.....	41
Figura 9	Músculos do manguito rotador – vista superior.....	43
Figura 10	Músculos da anatomia do joelho.....	45
Figura 11	Músculos do manguito rotador – vista anterior.....	46
Figura 12	Músculos do manguito rotador – vista posterior.....	47
Figura 13	Anatomia do calcâneo	48
Figura 14	Anatomia do epicôndilo lateral	50
Figura 15	Dinamômetro e algômetro SP®.....	52
Figura 16	Telas iniciais do Dinamômetro e algômetro SP Tech®	53
Figura 17	Telas de conexão <i>bluetooth</i> do aplicativo Dinamômetro e algômetro SP Tech ®.....	54
Figura 18	Telas dos roteiros de avaliação do Dinamômetro e algômetro SP Tech ®.....	55
Figura 19	Telas referentes a articulações e movimentos do Dinamômetro e algômetro SP Tech ®.....	56
Figura 20	Telas referentes ao lado avaliado e resumo da assimetria do Dinamômetro e algômetro SP Tech ®.....	57
Figura 21	Dinamometria do cotovelo	58
Figura 22	Utilização do SP Tech para avaliação da STC.....	59

LISTA DE QUADROS

Quadro 1- Escala para avaliação da força muscular.....	25
Quadro 2- Testes versus avaliação SP Tech ®.....	61

LISTA DE SIGLAS

DORT	Distúrbio Osteomuscular Relacionado ao Trabalho
DSRM	<i>Design Science Research Methodology</i>
LER	Lesão por Esforço Repetitivo
NR	Norma Regulamentadora
OIT	Organização Internacional do Trabalho
OMS	Organização Mundial da Saúde
PNIS	Política Nacional de Informação e Informática em Saúde
SBR	Sociedade Brasileira de Reumatologia
SINAN	Sistema Nacional de Agravos de Notificação
STC	Síndrome do Túnel do carpo
SUS	Sistema Único de Saúde

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	16
1.1 JUSTIFICATIVA.....	20
1.2 OBJETIVOS	21
1.2.1 Objetivo Geral	21
2 REFERENCIAL TEÓRICO	22
3 PROCEDIMENTOS UTILIZADOS NA LITERATURA PARA AVALIAÇÃO DE LER/DORT E SUA PREVENÇÃO	22
4 DINAMÔMETRO.....	26
5 ALGÔMETRO.....	28
6 MATERIAIS E MÉTODOS	31
6.1 NATUREZA E TIPO DE ESTUDO	31
6.2 CRITÉRIOS DE INCLUSÃO E EXCLUSÃO DOS PARTICIPANTES.....	32
6.3 INSTRUMENTOS DE COLETAS DE DADOS	32
6.4 COLETA E ORGANIZAÇÃO DE DADOS.....	33
7 RESULTADOS	34
8 DIAGNÓSTICO DE LER/DORT.....	34
9 TIPOS DE LESÕES MAIS COMUNS	34
10 EXAME FÍSICO	35
11 OS GRUPOS MUSCULARES AVALIADOS NAS PRINCIPAIS LESÕES	35
12 COMPARANDO ALGÔMETROS E DINAMÔMETROS DIGITAIS COM ANALÓGICOS QUANTO A CARACTERÍSTICAS GERAIS	36
12.1.1 Desvantagens do uso de algômetros e dinamômetros digitais	36
12.1.2 Vantagens do uso de algômetros e dinamômetros digitais	36
12.1.3 Conclusão	37
13 AVALIANDO O USO DE ALGÔMETROS E DINAMÔMETROS DIGITAIS NOS EXAMES FÍSICOS NORMAIS	38
13.1.1 Exame físico para suspeita de Síndrome do Túnel do Carpo (STC)	38
13.1.2 Testes Irritativos para o Nervo Mediano	39
13.1.3 Exame físico para suspeita de lombalgia	40
13.1.4 Exame físico para suspeita de tendinopatia	41
<i>13.1.4.1 Tendinopatia supraespinhal</i>	<i>42</i>

13.1.4.2	<i>Tendinopatia patelar ou tendinopatia do joelho</i>	43
13.1.4.3	<i>Tendinopatia subescapular</i>	45
13.1.4.4	<i>Tendinopatia do calcâneo ou Tendinite de Aquiles</i>	47
13.1.5	Epicondilite lateral	49
13.1.6	Uso de dinamômetros e algômetros digitais no exame físico	50
14	AVALIAÇÃO DO USO DO SP TECH® PARA VERIFICAÇÃO DE LER/DORT ..	52
15	TESTES APLICADOS NO PRODUTO ATUAL.....	52
16	TESTES VERSUS AVALIAÇÃO DO SP TECH®	61
17	SUGESTÕES DE MELHORIAS PARA O SP TECH®.....	63
17.1.1	Apalpadores	63
17.1.2	Aplicativo	63
18	CONSIDERAÇÕES FINAIS	65
	REFERÊNCIAS	67

1 INTRODUÇÃO

A Saúde do Trabalhador é uma área que busca a prevenção de doenças e acidentes relacionados ao trabalho, bem como a promoção de ambientes de trabalho saudáveis e seguros. Além disso, a Saúde do Trabalhador no Brasil é uma política pública que tem como objetivo garantir o acesso universal e igualitário à atenção integral à saúde dos trabalhadores, por meio da articulação entre os serviços de saúde e outras áreas, como a Previdência Social e o Ministério do Trabalho e Emprego (BRASIL, 1988; BRASIL, 2012).

Frente ao exposto, uma Política de Saúde do Trabalhador eficiente deve levar em consideração todos os aspectos de determinação estrutural e conjuntural para transpor os desafios impostos buscando a melhoria dos indicadores de morbimortalidade da classe trabalhadora brasileira. No que tange os fatores estruturais, as condições de trabalho e o processo de produção, quanto os fatores conjunturais as demandas e necessidades específicas dos trabalhadores em determinado momento. Esta também deve ser capaz de enfrentar as lacunas e dificuldades existentes buscando avanços e melhorias na atenção à saúde dos trabalhadores (Silva *et al.*, 2020).

De acordo com a Organização Mundial da Saúde (OMS) e a Organização Internacional do Trabalho (OIT) as lesões ocupacionais foram responsáveis por 19% das mortes, totalizando 360 mil óbitos. Esses dados destacam a importância de abordar tanto as doenças crônicas não transmissíveis quanto as lesões ocupacionais na promoção da saúde e segurança dos trabalhadores, sendo considerados 19 fatores de risco ocupacionais, dentre eles a exposição a longas horas de trabalhos e fatores de risco ergonômicos (Organização Mundial da Saúde, 2021).

Segundo o relatório da OIT, divulgado em 2019, estimativas globais recentes indicam um aumento anual no número de mortes atribuídas ao trabalho. Em 2017, foram registradas 2,78 milhões de mortes, incluindo acidentes de trabalho e doenças relacionadas ao trabalho. Esses números ressaltam a urgência e a importância de tratar esse assunto com cuidado, implementando políticas e ações efetivas para garantir a segurança e a saúde dos trabalhadores (OIT, 2019). Por sua vez, em 2021 a OMS e a OIT, apresentam dados onde apontam as doenças e lesões ocupacionais como responsáveis pela morte de 1,9 milhão de pessoas em 2016. Essas são as primeiras estimativas conjuntas dessas organizações e reforçam a importância de

políticas e ações efetivas para garantir a segurança e a saúde dos trabalhadores em todo o mundo (OMS, 2021).

O SINAN (Sistema Nacional de Agravos de Notificação) é o órgão responsável pelos registros e inclusão no seu banco de dados todos os trabalhadores atendidos pelo SUS (Sistema Único de Saúde) (BRASIL, 2017). As notificações são importantes para a vigilância em saúde do trabalhador e para a implementação de políticas públicas que visem à prevenção e ao controle desses agravos. Em Santa Catarina as notificações por acidentes de trabalho de 2012 a 2022 compreenderam 389.239 casos, sendo em 2022 um quantitativo de 46.813 registros, e as notificações no SINAN no ano de 2022 no estado de Santa Catarina foi de 18.087 casos. Em Florianópolis de 2012 a 2022 foram 29.408 casos notificados (BRASIL, 2023).

Dentre os agravos relacionados ao trabalho, definiu-se abordar especificamente as Lesões por Esforços Repetitivos (LER) e os Distúrbios Osteomusculares Relacionados ao Trabalho (DORT) são consideradas a nível mundial como um grande e complexo problema de saúde pública, e sendo um dos maiores agravos identificados na área de Saúde do Trabalhador (Paula; Amaral, 2019).

De acordo com a Sociedade Brasileira de Reumatologia (SBR) a LER não corresponde a uma doença ou enfermidade, é uma terminologia a qual representa um grupo de afecções do sistema musculoesquelético. Essas afecções são caracterizadas por lesões e inflamações nos músculos, tendões, nervos e outras estruturas relacionadas ao movimento repetitivo ou esforço excessivo. As LER podem apresentar uma variedade de manifestações clínicas distintas e variar em intensidade, desde dores e desconfortos leves até condições mais graves que podem afetar a capacidade de trabalho e qualidade de vida dos indivíduos afetados (SBR, 2022).

Por sua vez a DORT foi introduzida como substituta da sigla LER, por duas principais razões: a primeira é que a maioria dos trabalhadores que apresentam sintomas no sistema musculoesquelético não apresenta evidência de lesão em estruturas específicas. A segunda inclui que além do esforço repetitivo, outros tipos de sobrecargas no trabalho podem ser prejudiciais para os trabalhadores, como sobrecarga estática (uso prolongado de contração muscular para manter a postura), excesso de força empregada na execução de tarefas, uso de instrumentos que causam vibração excessiva e trabalhos realizados com posturas inadequadas. Portanto, a sigla DORT abrange uma gama ampliada de distúrbios relacionados ao

trabalho, reconhecendo que não se limitam apenas a lesões por esforços repetitivos (SBR, 2022).

Os sintomas associados a LER/DORT incluem dor, dormência, formigamento, sensação de pontadas ou agulhadas, diminuição da força, sensação de peso ou cansaço nos membros, inchaço, dificuldade de movimentação e desconforto relacionadas às sobrecargas biomecânicas no ambiente de trabalho. Ainda podem estar condicionadas a distúrbios reumáticos, imunológicos, hormonais, metabólicos, ortopédicos, neurológicos ou infecciosos, que podem apresentar sintomas semelhantes aos de um DORT (Lima *et al.*, 2020; SBR, 2022).

Em relação as Notificações Relacionadas ao Trabalho no SINAN (Sistema Nacional de Agravos de Notificações) para os casos de LER/DORT, no período de 2007 a 2022 foram notificados 109.076 casos, sendo somente no ano de 2022, um quantitativo de 7.259 casos (BRASIL, 2022). Diante deste cenário, é fundamental que os indivíduos realizem uma avaliação a fim de determinar a origem dos sintomas, bem como definição de um diagnóstico preciso, para escolha do tratamento adequado, de forma a evitar complicações.

Na última década houve um avanço significativo no desenvolvimento de tecnologias voltadas para avaliação de força muscular do indivíduo como equipamentos de dinamometria e algometria para mensuração de força e dor, respectivamente, que apoiam os profissionais de fisioterapia e medicina na definição de tratamentos e reabilitação. Logo, as tecnologias digitais estão avançando rapidamente e sendo cada vez mais aplicadas à saúde pública. Os países que pertencem à OMS estão em constante evolução, adotando de forma crescente tecnologias de precisão no campo da saúde, através da exploração quanto ao uso de dados para embasar decisões e também estão buscando novas abordagens para fortalecer seus sistemas de saúde (Salerno *et al.*, 2019).

Em 2016, o Ministério da Saúde instituiu a Política Nacional de Informação e Informática em Saúde (PNIIS), cujo objetivo foi de promover o uso inovador, criativo e transformador da tecnologia da informação com a finalidade de aprimorar os processos de trabalho em saúde. Assim, a informática em saúde desempenha um papel fundamental na melhoria da eficiência, qualidade e acessibilidade dos serviços de saúde, promovendo a inovação e contribuindo para uma melhor tomada de decisões clínicas, uma vez que é um campo em constante evolução, impulsionado

pelo avanço rápido da tecnologia da informação e pela crescente necessidade de soluções de saúde mais eficazes (BRASIL, 2016).

Vale considerar que a crescente adoção de modelos tecnológicos em diversos setores, tem resultado em um aumento significativo nos investimentos em Tecnologia da Informação, inclusive no setor público, os quais visam a implementação de tecnologias que auxiliam na tomada de decisões e na democratização do acesso à informação (Sudré *et al.*, 2020).

Com base no exposto, o dinamômetro manual isométrico é uma tecnologia padrão ouro para mensuração de avaliação da força muscular (Stark *et al.*, 2011; Althobaiti *et al.*, 2022). Os autores Stark *et al.*, (2011) apontam o dinamômetro digital portátil como uma ferramenta alternativa de medição objetiva devido ao seu tamanho conveniente, portabilidade e custo reduzido, amplamente aplicado na prática clínica. Com o uso de um dinamômetro manual portátil é possível medir a força exercida por um músculo específico ou grupo muscular, realizada de forma isométrica (Chamorro *et al.*, 2021; Cvetic *et al.*, 2022).

Por outro lado, o algômetro de pressão digital é um equipamento utilizado para mensurar o limiar de dor, a partir de uma pressão mecânica em determinada região musculoesquelética, registrando a resposta do indivíduo em relação ao limiar de dor (De La Cobá *et al.*, 2022). O limiar de dor à pressão é um parâmetro frequentemente empregado para auxiliar no diagnóstico de dor, fornecendo uma medida quantificada da sensibilidade do tecido, assim, o limiar é definido como o ponto mínimo de transição em que a pressão aplicada é percebida como dor pelo indivíduo (Cunha *et al.*, 2014; Jerez-Mayorga *et al.*, 2020). Nesse sentido, o algômetro de pressão possibilita uma avaliação semi-objetiva da sensibilidade mecânica em relação ao nível de dor, bem como a identificação e monitoramento de problemas subjacentes ou níveis de dor em processo de recuperação (Jerez-Mayorga *et al.*, 2020).

Os equipamentos de dinamometria e algometria disponíveis hoje no mercado são cada vez mais empregados em avaliações de desempenho físico de pessoas como atletas, profissionais ou não. Estes equipamentos conseguem, através de aplicativos específicos, mensurar e indicar quais grupos musculares precisam ser trabalhados para melhorar o desempenho de membros superiores e inferiores, de forma isométrica. No entanto, o trabalhador, de modo geral, também precisa exercitar regularmente diversos grupos musculares para minimizar a incidência de LER/DORT devido a movimentos repetitivos ou inadequados. Por exemplo, cada vez mais

empresas vêm adotando a prática de ginástica laboral que essencialmente é uma série de exercícios físicos realizados no ambiente e no horário de trabalho, com o objetivo de melhorar a saúde e evitar lesões dos funcionários por esforço repetitivo e algumas doenças ocupacionais.

Apesar da importância na saúde do trabalhador, não foram encontrados até o momento aplicativos ou equipamentos específicos para auxiliar na avaliação preventiva de LER/DORT. Ou seja, um aplicativo que possa avaliar as condições de força e sensibilidade muscular para ser usado como referência em acompanhamento periódico do trabalhador. Diante do exposto levantou-se o seguinte questionamento: “É possível fazer uso de dinamômetro + algômetro digital na prevenção de LER/DORT, considerando sua aplicação na mensuração da força muscular, resistência, sensibilidade à dor e identificação de fatores de risco ergonômicos e biomecânicos”?

1.1 JUSTIFICATIVA

As condições LER/DORT são amplamente reconhecidas como um problema significativo em ambientes de trabalho, causando sofrimento aos trabalhadores e formados em custos médicos considerados para as empresas. Essas lesões são frequentemente associadas a atividades que envolvem movimentos repetitivos, esforço excessivo, posturas forçadas e pressão constante sobre as estruturas musculoesqueléticas. Portanto, é crucial buscar abordagens eficazes de prevenção para mitigar os riscos e promover um ambiente de trabalho saudável.

Por estarem associadas a distúrbios Osteomusculares, realizar uma análise crítica de um dinamômetro e um algômetro digital para prevenção de LER/DORT é uma abordagem coerente, pois será baseada em equipamentos que avaliam nível de força e sensibilidade a dor muscular. Nesse sentido, dinamômetros e algômetros digitais são ferramentas promissoras para a prevenção de LER/DORT. A combinação desses dispositivos permite avaliar a força muscular, a resistência, a pressão e a sensibilidade à dor em diferentes áreas do corpo. Essas medições podem fornecer informações objetivas e quantificáveis sobre os fatores de risco relacionados ao trabalho e auxiliar a identificar áreas de melhoria em termos de ergonomia e práticas de trabalho seguras.

Por sua vez, a avaliação de riscos ergonômicos, através da mensuração da força, resistência e pressão, é possível identificar tarefas que podem gerar sobrecarga musculoesquelética, posturas cansadas, gestos repetitivos ou pontos de pressão

excessiva. Essa análise ajuda a identificar os principais fatores de risco associados ao LER/DORT em um ambiente de trabalho específico, permitindo a implementação de medidas corretivas direcionadas.

Ao obter dados objetivos sobre a força muscular, resistência e sensibilidade à dor de um indivíduo, é possível adaptar as medidas preventivas de acordo com as necessidades específicas de cada trabalhador. Isso permite o desenvolvimento de programas individualizados, ajustes ergonômicos direcionados e implementação de estratégias mais eficazes e melhores resultando na prevenção de LER/DORT.

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo Geral

Propor melhorias no aplicativo do dinamômetro e algômetro digital como ferramenta para a prevenção de LER/DORT, além de avaliar a adequação dos apalpadores. O apalpador é um utensílio utilizado na prática diária do terapeuta, acoplado ao equipamento de dinamometria ou algometria, o qual possui um formato adequado para tocar os membros superiores e inferiores do paciente durante a utilização do equipamento, evitando desconforto durante sua utilização.

1.2.2 Objetivos Específicos

- Avaliar o apalpador a fim de averiguar se o mesmo atende todos os distintos casos clínicos de LER/DORT;
- Analisar se o aplicativo contempla informações relevantes para avaliação dos casos clínicos de LER/DORT;
- Propor melhorias no Aplicativo, focando na inclusão de informações relevantes para a prática na medicina do trabalho; e
- Propor melhorias nos apalpadores já existentes no equipamento para adequar o uso do equipamento em avaliações de LER/DORT.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

3 PROCEDIMENTOS UTILIZADOS NA LITERATURA PARA AVALIAÇÃO DE LER/DORT E SUA PREVENÇÃO

O desenvolvimento da LER/DORT é um fenômeno de natureza multicausal, que demanda uma análise aprofundada dos fatores de risco envolvidos os quais podem sobrecarregar o tecido musculoesquelético, principalmente quando as ações excedem a capacidade de adaptação, mesmo que seu funcionamento fisiológico seja mantido parcialmente (SBR, 2022).

Considera-se como programa de prevenção de LER/DORT, primeiramente conhecer os fatores de risco como grau de adequação do posto de trabalho à zona de atenção e à visão, temperaturas baixas, vibrações e as pressões locais sobre os tecidos, posturas inadequadas como: limites da amplitude articular, força da gravidade com sobrecarga em articulações, músculos e as lesões mecânicas, a carga osteomuscular e estática, invariabilidade de tarefas, exigências cognitivas e os fatores organizacionais e psicossociais ligados ao trabalho (Silva *et al.*, 2020; SBR, 2022).

Diante do exposto, a medicina do trabalho é responsável pela avaliação da saúde dos trabalhadores, bem como a identificação dos riscos ocupacionais relacionados às atividades laborais. Em vista disso, os médicos empregam inúmeras técnicas para avaliação integral a partir de protocolos e diretrizes estabelecidos, com adaptação de técnicas e ferramentas de acordo com as necessidades individuais de cada paciente, bem como as exigências do ambiente de trabalho (BRASIL, 2012).

Dentre as técnicas aplicadas para avaliação ocupacional de pacientes com LER/DORT incluem:

Anamnese ocupacional: compreende uma entrevista minuciosa realizada pelo médico do trabalho com o paciente, a fim de obter informações sobre o ambiente de trabalho quanto à temperatura, ruído, poeira e iluminação, qualidade dos equipamentos e ferramentas utilizadas bem como a manutenção a fim de evitar e repetição de tarefas por falhas destes, mobiliário adequado e organização do trabalho como: pausas, hierarquia, horas-extras, estímulo à produção, rotatividade e composição de mão-de-obra, idade, sexo e relacionamento interpessoal (Gok *et al.*, 2020).

Exame clínico: o exame clínico visa identificar e monitorar possíveis condições dos membros superiores considerando as diferenças por dominância. Enfatizando os parâmetros objetivos para dar suporte ao diagnóstico, como: pesquisa de sensibilidade, goniometria e pesquisa de força muscular (ideal que seja por dinamômetro), podendo evidenciar intumescimento de estruturas e hipertonias musculares, bem como a palpação de nodulações de tendões, diferenças de temperatura e umidade por distrofia simpático-reflexa, etc. (Niosh, 2018).

Na Figura 1, é demonstrado alguns modelos de dinamômetros utilizados durante o exame clínico.

Figura 1 – Modelos de dinamômetros



Fonte: Clinimark, Fisiomed (2023)

Exames complementares: Dependendo da suspeita clínica e das necessidades do paciente, podem ser solicitados exames complementares como radiografias, ultrassonografias, cintilografia óssea, ressonância magnética ou eletroneuromiografia, para fornecer informações mais específicas sobre as estruturas

subordinadas. A eletroneuromiografia é indicada para diagnóstico diferencial, situação em que ocorrem as parestesias (dormências), indicando a existência de compressão nervosa (Niosh, 2018).

A figura 2, demonstra o procedimento de eletroneuromiografia para diagnósticos de LER/DORT em membros superiores.

Figura 2 – Exame de eletroneuromiografia



Fonte: Castro (2023)

Testes funcionais: o médico do trabalho aplica testes específicos para avaliar a capacidade funcional quanto a testes de resistência física, avaliação da capacidade aeróbica, testes de equilíbrio do paciente em relação às demandas do trabalho, além de testes de resistência muscular, de flexibilidade, de coordenação motora e força (Niosh, 2018).

Logo, o teste funcional frequentemente oferece uma compreensão mais precisa da relação entre força muscular e incapacidade, onde várias manobras são realizadas pelo paciente a fim de identificar e quantificar as deficiências da melhor maneira possível (Niosh, 2018).

Para avaliação da força muscular o *Medical Research Council of The United Kingdom* desenvolveu uma escala universal onde a força deve ser graduada, conforme descrita no quadro 1, por George Newman (2022):

Quadro 1 – Escala para avaliação da força muscular

Grau	Força de contração
0	Contração muscular não visível
1	Contração muscular visível com ou sem indício de movimento
2	Movimentos dos membros, mas não em relação à gravidade
3	Movimento do membro contra a gravidade, mas sem resistência
4	Movimento do membro em relação a pelo menos alguma resistência imposta pelo examinador
5	Força normal

Fonte: Adaptado de *Medical Research Council of The United Kingdom e Newman (2022)*

A dificuldade com essa e outras escalas similares é a grande variação de força possível entre os graus 4 e 5. A força distal, pode ser mensurada de forma semiquantitativa com um ergômetro de prensão manual ou com um manguito de medidor de pressão arterial inflado apertado pelo paciente (Newman, 2022).

Após, a realização das avaliações clínicas e aplicação de testes, são definidas as medidas preventivas para LER/DORT, conforme preconiza a Norma Regulamentadora (NR) 17, do Ministério do Trabalho, onde compete ao empregador a realização da análise ergonômica do trabalho, de modo a promover a adaptação das condições laborais às necessidades psicofisiológicas do paciente. Ademais, preconizam-se medidas de controle e dimensionamento adequado quanto ao posto de trabalho, equipamentos e ferramentas, condições ambientais e organizacionais (BRASIL, 2020).

De acordo com a NR 17, ao dimensionar um posto de trabalho visando proteger a saúde e o bem-estar do trabalhador, portanto é necessário considerar as demandas impostas ao trabalhador, como exigências visuais, articulares, circulatórias, antropométricas, entre outras, bem como as demandas atribuídas à tarefa, aos materiais e à organização da empresa, quanto a realizar ajustes no móvel e equipamentos para minimizar a intensidade dos esforços aplicados e corrigir posturas desfavoráveis, valorizando a alternância postural (BRASIL, 2020).

Em relação às condições ambientais, o conforto térmico, visual e acústico facilitam a mobilidade, observação e comunicação, garantindo que as atividades sejam realizadas com menor desgaste físico e mental, além de proporcionar maior eficiência e segurança para os trabalhadores. Quanto à organização do trabalho, é

fundamental que o trabalhador tenha a capacidade de agir tanto individualmente quanto coletivamente sobre o conteúdo e divisão das tarefas, a alocação dos recursos humanos e as relações interpessoais (BRASIL, 2020).

E por fim, a NR 17 preconiza que nas atividades que envolvem sobrecarga muscular estática ou dinâmica do pescoço, ombros, dorso e membros superiores e inferiores, é importante considerar uma análise ergonômica do trabalho.

Todo sistema de avaliação de desempenho, para efeitos de remuneração e vantagens de qualquer natureza, deve levar em consideração as repercussões sobre a saúde dos trabalhadores, isso significa que os critérios de avaliação devem ser sensíveis às demandas físicas e biomecânicas da atividade, garantindo que a saúde e o bem-estar dos trabalhadores sejam levados em conta ao definir recompensas e benefícios (BRASIL, 2020).

Recomenda-se incluir pausas de descanso no planejamento das atividades. Essas pausas permitem que os trabalhadores interrompam a sobrecarga muscular contínua e realizem alongamentos ou movimentos de relaxamento para aliviar a tensão acumulada. As pausas são importantes para prevenir fadiga muscular, lesões relacionadas ao esforço repetitivo e melhorar o conforto e o bem-estar dos trabalhadores (BRASIL, 2020).

Diante do exposto, a utilização de dinamômetro e algômetro fornecem resultados mais fidedignos para estabelecimento das medidas preventivas e de reabilitação.

4 DINAMÔMETRO

O dinamômetro manual isométrico é uma tecnologia para avaliação da força muscular, o qual utiliza um dinamômetro manual portátil para mensurar a força exercida por determinado músculo ou grupo muscular específico (Padulo *et al.*, 2020; Chamorro *et al.*, 2021). Nesse método, o profissional de saúde aplica resistência manualmente enquanto o paciente realiza uma contração muscular isométrica, ou seja, sem movimento. Este tipo de dinamômetro registra a força aplicada durante a contração muscular, fornecendo uma medida quantitativa da força muscular (Cvetic *et al.*, 2022).

No que diz respeito a validade do uso de um dinamômetro manual com relação à dinamometria isocinética, pôde-se comprovar por meio de estudos científicos,

demonstrando uma correlação significativa entre os resultados obtidos por ambos os métodos (Chamorro et al., 2021; Cvetic *et al.*, 2022).

Entretanto, cabe ressaltar que o dispositivo tem suas próprias limitações, como a dependência da habilidade e força do examinador para aplicar a resistência de forma consistente (Mendoza; Miller, 2014; Santos; Almeida; Garrido, 2021).

Ademais, a precisão dos resultados pode ser influenciada por fatores como a posição do paciente, a estabilização adequada e a cooperação do indivíduo avaliado, assim, é fundamental que o dispositivo seja utilizado por profissionais treinados para que os resultados sejam interpretados considerando essas limitações (Santos; Almeida; Garrido, 2021).

Por meio da dinamometria isométrica manual é possível a identificação real da medida de força muscular, bem como a obtenção de outros desfechos indiretos, conforme apresentado a seguir:

- Torque: [força (kg) × 9.81 × braço de alavanca (m)]. *normalizando pela massa corporal (kg): [torque (Nm)/Massa Corporal (kg)] × 100 (Almeida; Albano; Melo, 2019);
- Índice de simetria entre membros ou LSI (*Limb Symmetry Index*): $100 - [(membro\ avaliado/membro\ contralateral) \times 100]$ (Almeida; Albano; Melo, 2019); e
- 1 Repetição Máxima (1RM): $1RM\ (kg) = 0.714 + 0.783x\ FIM$ (Força Isométrica Máxima) (Kanada *et al.*, 2017).

Para aplicação do método de avaliação, Almeida, Albano e Melo (2019) utilizam um protocolo de mensuração, descrito na sequência:

1. Tempo de contração de 5 segundos;
2. Duas repetições de teste, com intervalo de 30 segundos entre as medidas; e
3. Três repetições válidas, com intervalo de 30 segundos entre as medidas.

Na Figura 3, é demonstrado o uso de um dinamômetro manual, similar ao que será utilizado na proposta de pesquisa.

Figura 3 – Exemplo de medição de força em membro superior.



Fonte: Medeor (2019)

5 ALGÔMETRO

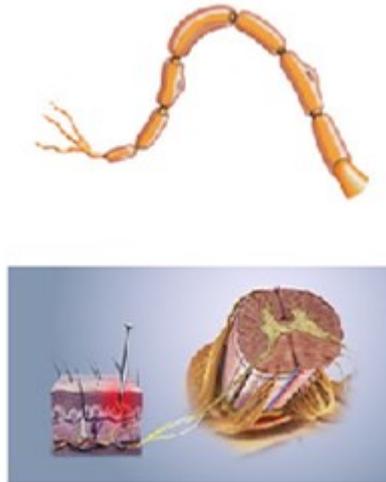
O algômetro de pressão, também conhecido como dolorímetro, é um instrumento utilizado para avaliar a sensibilidade à dor por pressão mecânica em pacientes. Ele é especialmente útil na prática clínica para monitorar medidas como o limiar de dor e a tolerância à dor por pressão. Essas medidas são fenômenos neurofisiológicos mensuráveis e fornecem informações importantes sobre a sensibilidade do paciente ao estímulo mecânico (Stausholm *et al.*, 2022).

Este dispositivo consiste numa ferramenta com uma célula de carga que registra a força exercida durante a aplicação da pressão, para avaliação do limiar de dor, seja de menor intensidade de estímulo percebida como dolorida, e a tolerância à dor por pressão mecânica, que é a máxima intensidade de dor suportada ou aceitável por um indivíduo. Em resumo, quando a pressão se torna desconfortável ou dolorida, obtém-se a medida objetiva do limiar de dor. Essa mensuração objetiva da dor é importante na prática clínica, permitindo a avaliação da eficácia de tratamentos, o acompanhamento de condições dolorosas e a obtenção de dados confiáveis para a pesquisa científica (De La Coba *et al.*, 2022).

O algômetro de pressão avalia dois fenômenos neurofisiológicos da dor, para transformar a dor subjetiva em objetiva, são eles: limiar de dor por pressão mecânica e tolerância à dor por pressão mecânica (Lichtner *et al.*, 2015).

A pressão provocada pelo algômetro, ocasiona uma deformidade mínima na pele a qual é detectada pelas fibras nervosas C e A delta responsáveis pelo envio de informações nociceptivas ao sistema nervoso do indivíduo (Lichtner *et al.*, 2015; Celik; Beyazova, 2020). Quando a pressão mecânica é mais profunda na pele e tecidos são detectadas pelas fibras nervosas A beta, conforme mostra a Figura 4.

Figura 4 – Pressão mecânica provocada nas fibras nervosas



Fonte: Medeor (2019)

Esta tecnologia pode ser aplicada em diversas condições dolorosas, como dor lombar, fibromialgia, enxaqueca e disfunção temporomandibular. Também pode ser usado em atletas para monitorar o limiar de dor durante os treinamentos físicos. A sua utilização pode ocorrer em vários momentos compreendidos pela avaliação inicial do indivíduo, procedidos de reavaliações imediatas após determinados tratamentos (Fagundes *et al.*, 2020; De La Coba *et al.*, 2022).

Na prática clínica, o uso do algômetro de pressão aponta parâmetros importantes quanto aos limiares inferiores a 1Kgf/cm² que sugerem durante o estímulo mecânico que o indivíduo está consideravelmente sensível, nesse sentido o resultado pode apontar que há:

- Hipersensibilidade dos tecidos periféricos: com a produção de alodinia mecânica ou hiperalgesia no local dos sintomas do indivíduo (Watson, 2022).
- Hipersensibilidade por sensibilização do sistema nervoso central: produz alodinia mecânica ou hiperalgesia ambas difusas ou generalizada ou em áreas remotas à área dolorida referida pelo indivíduo (Watson, 2022).

Por sua vez, os limiares entre 1 a 2 Kgf/cm² apontam sensibilização do sistema nervoso, entretanto com menor relevância clínica. Já os valores acima de 2Kgf/cm²

levam a índices minimamente ótimos em relação do limiar de dor por pressão (Watson, 2022).

A Figura 5, demonstra o momento da utilização do algômetro de pressão para mensuração do limiar de dor.

Figura 5 – Algômetro para mensuração do limiar de dor



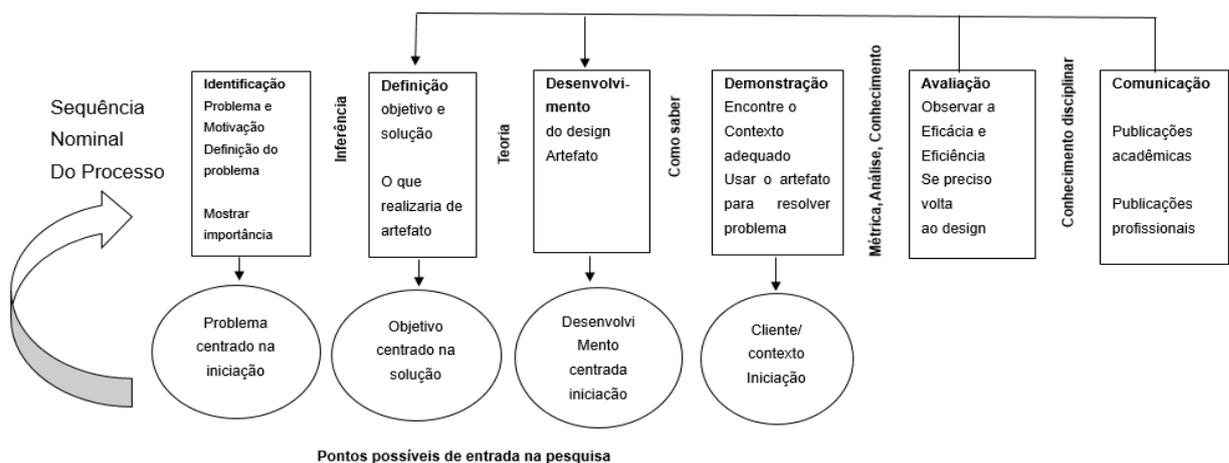
Fonte: Biolink (2023)

6 MATERIAIS E MÉTODOS

6.1 NATUREZA E TIPO DE ESTUDO

Este estudo trata-se de uma pesquisa de avaliação tecnológica, a qual é categorizada como pesquisa aplicada. O projeto de pesquisa seguiu os princípios do *Design Science Research Methodology* (DSRM) (Peppers *et al.*, 2007). O DSRM tem sua origem na diferenciação entre os ambientes natural e artificial proposta por Herbert Simon (Simon, 1969). Para o autor, a ciência natural seria aquela que se preocupa em descrever e ensinar como os fenômenos naturais funcionam, interagem com o mundo. De acordo com Peppers *et al.* (2007) as seis fases da DSRM podem ser caracterizadas conforme a Figura 6.

Figura 6 - Fases do *Design Science Research Methodology*



Fonte: Adaptado de Peppers *et al.*, (2007)

De acordo com Peppers *et al.*, (2007), as seis fases do DSRM compreendem a identificação do problema, definição dos objetivos, projeto e desenvolvimento, demonstração, avaliação e comunicação. Por ser uma avaliação de tecnologia, as fases foram aplicadas de modo adaptado nesta proposta de pesquisa da seguinte forma:

1. **Identificação do problema e a motivação:** deu-se a partir da inexistência de um aplicativo móvel para orientar o julgamento clínico quanto a prevenção de LER/DORT, baseado na avaliação com dinamômetro e algômetro digital;
2. **Definição dos objetivos:** o objetivo foi avaliar o uso de um dinamômetro e de um algômetro digital como instrumento para propor exames com a finalidade

preventiva de agravo relacionado às doenças do sistema músculo esquelético como LER/DORT;

3. **Desenvolvimento da solução:** foi realizada uma análise crítica de um dinamômetro e algômetro digital, durante movimentos observados na prática da medicina do trabalho em casos de LER/DORT. Esta análise incluiu aspectos mecânicos e do design do aplicativo adequado para profissionais da área da medicina do trabalho;
4. **Demonstração da solução:** foi observado se os apalpadores são adequados para cobrir todos os casos encontrados na prática clínica de medicina do trabalho para os problemas de LER/DORT. Foram sugeridas alternativas em relação aos apalpadores que pareçam mais adequadas às avaliações. Também foi proposto um roteiro de exames e indicações de práticas de exercícios adequados para alguns casos clínicos referenciados na literatura, para ser implementado no aplicativo móvel;
5. **Avaliação:** os resultados do processo de pesquisa posteriormente serão publicados em periódicos científicos;
6. **Comunicação:** uma avaliação crítica da proposta foi realizada ao final da coleta e avaliação de dados. Após essa análise, será comunicado ao fabricante as melhorias propostas, a fim de verificar a viabilidade das alterações, tanto no caso de apalpadores mecânicos como no caso de adaptações no aplicativo móvel hoje disponibilizado pelo fabricante. Como o DSRM é um processo iterativo, as etapas podem ser repetidas até que uma solução satisfatória seja alcançada.

6.2 CRITÉRIOS DE INCLUSÃO E EXCLUSÃO DOS PARTICIPANTES

Nesta primeira etapa da avaliação foi realizada na forma in vitro, sem a aplicação da tecnologia em pacientes. As avaliações posteriores serão realizadas em laboratório pelo próprio pesquisador.

6.3 INSTRUMENTOS DE COLETAS DE DADOS

Foi utilizado o equipamento conhecido no mercado como SP Tech®, após prévia comunicação com a Medeor para avaliação do dispositivo. Trata-se de um

equipamento digital que unifica o uso de dinamometria e algometria com objetivo de mensurar a força muscular bem como quantificar a dor, utilizando um aplicativo para smartphone onde os dados medidos pelo equipamento podem ser visualizados em forma de gráfico. Observou que o dispositivo pode agregar dados relacionados com a prevenção de agravos relacionados as doenças do sistema músculo esquelético como LER/DORT.

6.4 COLETA E ORGANIZAÇÃO DE DADOS

A avaliação do equipamento contemplou as seguintes informações:

- Avaliação do apalpador a fim de averiguar se o mesmo atende todos os distintos casos clínicos de LER/DORT;
- Avaliação se o aplicativo já contempla informações relevantes para os casos clínicos de LER/DORT.

7 RESULTADOS

As LER/DORT são um conjunto de doenças que acometem os músculos, tendões, ligamentos e nervos, geralmente causadas por movimentos repetitivos, posturas inadequadas e esforços excessivos. Essas lesões são um problema de saúde pública, pois podem causar dor, incapacidade e até mesmo afastamento do trabalho (BRASIL, 2022; Reino, 2023; SBR, 2023).

8 DIAGNÓSTICO DE LER/DORT

O diagnóstico de LER/DORT é feito com base na história clínica do paciente, no exame físico e em exames complementares, como a eletromiografia e a ultrassonografia. O exame físico é uma etapa importante no diagnóstico, pois permite ao médico avaliar a função muscular e articular, a presença de dor e alterações sensitivas. Na fase inicial os exames complementares podem não apresentar a lesão sendo que a queixa do paciente já está presente, daí a grande importância de um exame físico adequado para realizar o diagnóstico precoce e a prevenir o agravamento das lesões (BRASIL, 2001; Novaes, 2023; Pinheiro, 2023).

9 TIPOS DE LESÕES MAIS COMUNS

As lesões mais comuns de LER/DORT, segundo a Sociedade Brasileira de Reumatologia (2022) e Pai (2023):

- **Tendinopatias:** são lesões nos tendões, ou seja, as estruturas que unem os músculos aos ossos. As tendinopatias mais comuns entre os trabalhadores incluem a tendinite do ombro, do cotovelo, do punho e da mão.
- **Bursites:** definida como inflamações das bursas, que são bolsas de líquido que amortecem o atrito entre os tendões e os ossos. As bursites do ombro, do cotovelo e do quadril são as mais comuns entre os trabalhadores.
- **Fibromialgia:** é uma doença reumatológica que afeta a musculatura causando dor. Por ser uma síndrome, essa dor está associada a outros sintomas, como fadiga, alterações do sono, distúrbios intestinais, depressão e ansiedade.

- **Síndrome do túnel do carpo:** é uma compressão do nervo mediano no punho, que pode causar dor, dormência e formigamento na mão.
- **Síndrome do pronador teres:** é uma compressão do nervo mediano no antebraço, que pode causar dor, dormência e formigamento na mão e no braço.
- **Lombalgia:** é a dor na região lombar.

10 EXAME FÍSICO

Conforme Brasil (2001), Novaes (2023) e Pinheiro (2023), o exame físico de uma pessoa com suspeita de LER/DORT deve incluir:

- **Avaliação da função muscular:** o médico avalia a força, a amplitude de movimento e a resistência muscular;
- **Avaliação da sensibilidade:** o médico testa a sensibilidade da pele e dos nervos;
- **Avaliação da dor:** o médico avalia a localização, a intensidade e a qualidade da dor; e
- **Avaliação das posturas:** o médico observa as posturas adotadas pelo paciente durante as atividades diárias.

11 OS GRUPOS MUSCULARES AVALIADOS NAS PRINCIPAIS LESÕES

- **Síndrome do túnel do carpo:** avaliação dos músculos flexores e extensores do punho e dos dedos;
- **Lombalgia:** avaliação dos músculos da região lombar e abdominal;
- **Tendinopatias:** a avaliação vai depender da localização da inflamação podendo afetar músculos e tendões em diferentes áreas:
 - **Epidondilite lateral:** avaliação dos músculos extensores do antebraço e dos dedos.
 - **Síndrome do impacto no ombro:** avaliação dos músculos e tendões no ombro incluindo o manguito rotador.

12 COMPARANDO ALGÔMETROS E DINAMÔMETROS DIGITAIS COM ANALÓGICOS QUANTO A CARACTERÍSTICAS GERAIS

O uso de algômetro e dinamômetro digital em comparação aos manuais oferece vantagens e desvantagens no uso para a prevenção e diagnóstico de LER/DORT em trabalhadores. As subseções a seguir destacam as principais.

12.1.1 Desvantagens do uso de algômetros e dinamômetros digitais

Custo inicial mais alto: Os dispositivos digitais geralmente têm um custo inicial mais elevado em comparação com os manuais (entre R\$4.000,00 e R\$5.000,00). No entanto, esse custo pode ser compensado pelos benefícios em termos de precisão e eficácia a longo prazo.

Manutenção e calibração: Os dispositivos digitais requerem manutenção regular e calibração para garantir que as medições sejam precisas ao longo do tempo. Isso pode resultar em custos adicionais.

Dependência de bateria ou energia: Os dispositivos digitais dependem de baterias ou energia elétrica para funcionar, o que pode ser uma limitação em ambientes com falta de energia ou quando a portabilidade é essencial.

12.1.2 Vantagens do uso de algômetros e dinamômetros digitais

Precisão e reprodutibilidade: Os algômetros e dinamômetros digitais são projetados para fornecer medições extremamente precisas. Eles eliminam a subjetividade associada às medições manuais, onde a força ou a pressão aplicada pelo operador pode variar. Isso é crucial para o diagnóstico preciso de LER/DORT, uma vez que pequenas variações nas medições podem afetar o resultado final.

Registro de dados automático: Os dispositivos digitais têm a capacidade de registrar automaticamente os dados das medições. Isso permite que os profissionais de saúde obtenham um registro completo e confiável das medições ao longo do tempo, facilitando a identificação de padrões e tendências que podem ser indicativos de LER/DORT em estágios iniciais.

Análise de dados avançada: Com a capacidade de armazenar e exportar dados digitais, os profissionais de saúde podem usar ferramentas de análise avançada para examinar as medições de forma mais abrangente. Isso pode incluir a criação de gráficos, relatórios e análises estatísticas para uma avaliação mais profunda.

Feedback em tempo real: Muitos dispositivos digitais oferecem feedback visual ou sonoro em tempo real. Isso permite que o operador veja ou ouça as leituras de forma imediata, ajudando a garantir a aplicação consistente de força ou pressão e a identificação imediata de pontos dolorosos ou fracos.

Versatilidade: Algumas unidades digitais são multifuncionais e podem medir uma variedade de parâmetros, incluindo força, pressão, amplitude de movimento e tempo de reação. Isso oferece uma abordagem abrangente para a avaliação de LER/DORT e permite a adaptação dos testes de acordo com a necessidade do paciente.

Facilidade de uso: Muitos dispositivos digitais são projetados para serem intuitivos e de fácil operação, reduzindo a necessidade de treinamento extensivo para os profissionais de saúde.

Precisão: a precisão e a eficácia dos dispositivos digitais são superiores aos dispositivos manuais, uma vez que a leitura dos valores obtidos nos aparelhos manuais é subjetiva, pois dependem da acuidade visual do profissional que usa o equipamento.

12.1.3 Conclusão

O uso de algômetros e dinamômetros digitais em comparação aos manuais oferece vantagens significativas em termos de precisão, registro de dados, análise avançada e feedback em tempo real. A precisão das medições digitais é fundamental para o diagnóstico e a prevenção eficazes de LER/DORT, permitindo uma intervenção precoce e personalizada. Embora haja custos iniciais mais elevados e necessidade de manutenção, os benefícios em termos de precisão e eficácia tornam os dispositivos digitais uma escolha valiosa para profissionais de saúde que buscam melhorar a qualidade do atendimento e a prevenção dessas condições em trabalhadores (Sograd; Mickleborough, 2023; Sakas *et al.*, 2007; Karakus *et al.*, 2023).

13 AVALIANDO O USO DE ALGÔMETROS E DINAMÔMETROS DIGITAIS NOS EXAMES FÍSICOS NORMAIS

O exame físico para um paciente com suspeita de LER/DORT é um processo detalhado que envolve várias etapas. Inicialmente, o médico realiza uma anamnese, que é uma entrevista clínica para entender o histórico de saúde do paciente, o cargo que ocupa e as funções que desempenha no trabalho. Durante o exame físico, é avaliado o estado geral do paciente, incluindo a inspeção visual para identificar qualquer alteração na pele, deformidades, movimentos involuntários e outros sinais visíveis. A avaliação da força de grupos musculares específicos é realizada contra resistência, comparando-se um lado do corpo com o outro (BRASIL, 2001; Novaes, 2023; Pinheiro, 2023).

As principais lesões apresentadas pelos trabalhadores com LER/DORT incluem síndrome do túnel do carpo, lombalgia, tendinopatias e epicondilite, assim para cada uma dessas condições requer um exame individualizado.

13.1.1 Exame físico para suspeita de Síndrome do Túnel do Carpo (STC)

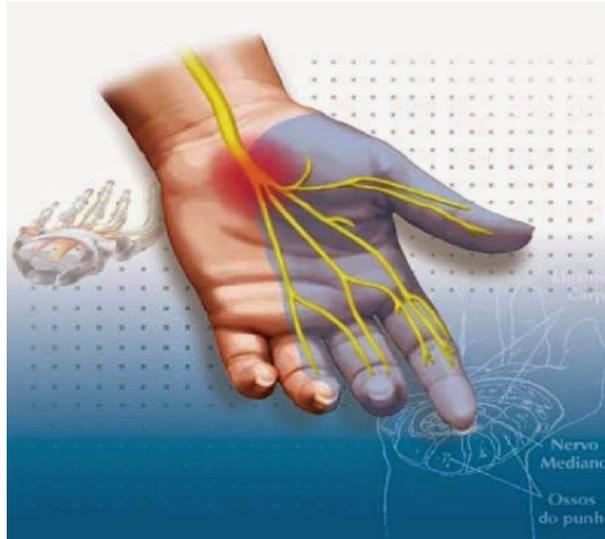
O exame físico para a síndrome do túnel do carpo é realizado por meio de uma série de testes e observações, descritos a seguir:

História Clínica: A síndrome do túnel do carpo possui diagnóstico clínico com história e exame físico. De modo geral, suspeita-se dela quando os sinais e sintomas característicos estão presentes;

Inspeção: Durante a inspeção, o médico pode identificar a hipotrofia ou atrofia da eminência tenar que aparece em casos mais avançados.

Testes de Sensibilidade e Motricidade: Déficits sensoriais e motores podem estar presentes nas regiões da mão inervadas pelo nervo mediano. Contudo, sua ausência não exclui o diagnóstico. Assim, a sensação deve ser testada em todas as regiões da mão, antebraço e parte superior do braço.

Figura 7 - Síndrome do Túnel do Carpo



Fonte: Sobotta (2006)

13.1.2 Testes Irritativos para o Nervo Mediano

Teste de Phalen: Consiste em manter os punhos na flexão máxima durante 1 minuto. A posição fletida do punho comprime ainda mais o nervo mediano já comprimido na posição neutra, no caso de STC.

Teste ou Sinal de Tinel: Consiste na percussão leve sobre o punho, na localização do nervo mediano. O resultado positivo é quando essa percussão transmite uma sensação de parestesia na região de distribuição do nervo mediano.

Teste de Durkan: No qual o examinador pressiona com os 2 polegares a região do carpo por 30 segundos. É considerado positivo se os sintomas comuns da STC se apresentarem ao longo do trajeto no nervo mediano.

Exames Complementares: ultrassonografia, eletroneuromiografia, radiografia na incidência tunell view, ressonância magnética.

13.1.3 Exame físico para suspeita de lombalgia

O exame físico realizado por um médico em um paciente com lombalgia é um processo detalhado e meticuloso que envolve a avaliação de vários grupos musculares e a realização de várias manobras:

História do Paciente: O médico começa questionando ao paciente sobre a natureza da dor, sua duração, intensidade e qualquer fator desencadeante. Isso ajuda a entender melhor a condição do paciente.

Inspeção Visual: O médico realiza uma inspeção visual da coluna do paciente que pode ser solicitado a remover algumas peças de roupa para permitir uma visão clara da área afetada. A inspeção tem como objetivo encontrar qualquer deformidade visível, inchaço ou descoloração.

Palpação: O médico usa as mãos para sentir a área lombar do paciente procurando por áreas de sensibilidade, calor ou inchaço. Isso pode ajudar a identificar áreas de inflamação ou espasmo muscular.

Avaliação da Força Muscular: O médico pode pedir ao paciente que realize certos movimentos ou exercícios para avaliar a força dos músculos ao redor da coluna lombar. Isso pode incluir coisas como levantar a perna reta enquanto está deitado de costas.

Testes de Mobilidade: O médico pode também verificar a mobilidade da coluna lombar do paciente. Isso pode envolver pedir ao paciente para dobrar para frente, para trás e para os lados.

Testes Especiais: Dependendo dos sintomas do paciente, o médico pode realizar testes especiais. O teste de Lasègue, também conhecido como teste do levantamento da perna estendida, pode ser usado para verificar se há sinais de ciática.

Exame Neurológico: Se o médico suspeitar que o nervo está envolvido, ele pode realizar um exame neurológico. Isso pode envolver verificar os reflexos do paciente, a sensação na perna e no pé, e a força muscular.

Figura 8 - Músculos da Lombar



Fonte: Bing (2024)

13.1.4 Exame físico para suspeita de tendinopatia

O exame físico para suspeita de tendinopatia é um processo detalhado e meticuloso realizado por um médico:

Histórico do Paciente: O médico começa coletando um histórico completo do paciente, incluindo sintomas, atividades físicas realizadas e qualquer dor ou rigidez experimentada durante essas atividades.

Exame Físico: O médico realiza um exame físico completo, que é um componente fundamental na avaliação clínica de um paciente com suspeita de tendinopatia. Durante o exame físico, são realizados movimentos específicos para verificar o surgimento de sintomas. Isso pode incluir a palpação do tendão afetado para avaliar a dor e o inchaço, bem como a realização de testes de resistência e alongamento para avaliar a força e a flexibilidade do tendão.

Exames de Imagem: exames de imagem, como ultrassom ou ressonância magnética, podem identificar alterações nos tendões indicativas de tendinopatia e confirmar o diagnóstico.

As principais tendinopatias que podem ser identificadas durante este processo são:

13.1.4.1 *Tendinopatia supraespinhal*

Esta é uma tendinopatia do ombro e é uma das causas mais comuns de dor nessa articulação, especialmente em pessoas com mais de 35 anos. Esta tendinopatia afeta o tendão de um dos principais músculos que estabilizam o ombro.

O exame físico para a suspeita de tendinopatia do supraespinhal é um processo detalhado que envolve a avaliação de vários aspectos do ombro do paciente:

Inspeção: O médico começa com uma inspeção visual do ombro do paciente, observando qualquer anormalidade visível, como inchaço ou deformidade.

Palpação: O médico palpa o ombro para verificar a presença de sensibilidade, calor ou inchaço. Isso pode ajudar a identificar áreas de inflamação ou lesão.

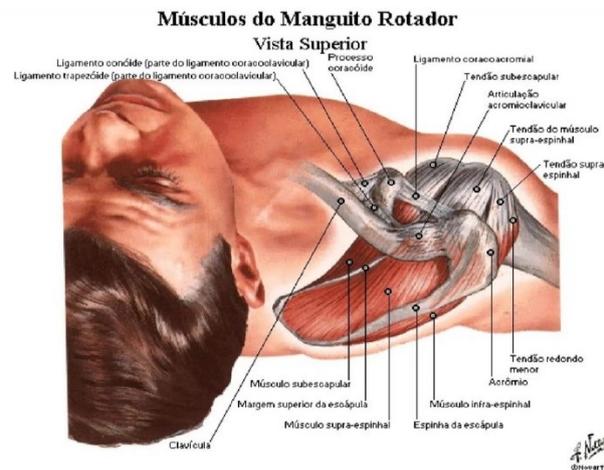
Amplitude de movimento: O médico solicita ao paciente para mover o ombro em várias direções para avaliar a amplitude de movimento. Restrições na amplitude de movimento podem indicar uma lesão no manguito rotador.

Teste de Jobe: Este é um teste específico para a tendinopatia do supraespinhal. Neste teste, o médico oferece resistência enquanto o paciente tenta levantar o braço, com o polegar apontado para baixo. Se houver dor durante este movimento, pode indicar uma lesão no tendão supraespinhal.

Teste de Hawkins-Kennedy: Neste teste, o médico flexiona o ombro do paciente em uma posição de 90 graus e, em seguida, roda internamente o ombro. Dor durante este teste pode sugerir tendinopatia do supraespinhal.

Exames de imagem: Em alguns casos, se a dor for extrema ou se houver suspeita de ruptura parcial ou total do manguito rotador, podem ser recomendados exames de imagem como ultrassonografia ou ressonância magnética. A figura 9 demonstra os músculos do manguito rotador que podem ser acometidos.

Figura 9 – Músculos do manguito rotador – vista superior



Fonte: Netter (2011)

13.1.4.2 Tendinopatia patelar ou tendinopatia do joelho

Esta condição afeta o tendão patelar no joelho. Durante o exame físico, o médico pode pedir ao paciente para estender e flexionar o joelho enquanto aplica resistência para avaliar a dor e a força do tendão patelar.

O exame físico realizado por um médico em um paciente com suspeita de tendinopatia patelar é um processo detalhado e meticuloso que envolve a avaliação de vários grupos musculares e a realização de várias manobras:

História do Paciente: o médico começa fazendo perguntas ao paciente sobre a natureza da dor, a duração dos sintomas, atividades que exacerbam ou aliviam a dor, e qualquer histórico de lesões no joelho.

Inspeção Visual: o profissional inspeciona visualmente o joelho do paciente em busca de sinais visíveis de inflamação, como vermelhidão ou inchaço.

Palpação: o médico palpa cuidadosamente a área ao redor da patela (rótula) para identificar qualquer sensibilidade ou inchaço incluindo a palpação do tendão patelar, que conecta a patela à tíbia.

Avaliação da Força Muscular: o médico pode pedir ao paciente para estender e flexionar o joelho contra resistência para avaliar a força dos músculos quadríceps e isquiotibiais.

Manobras Especiais: Existem várias manobras que o médico pode realizar para avaliar a tendinopatia patelar:

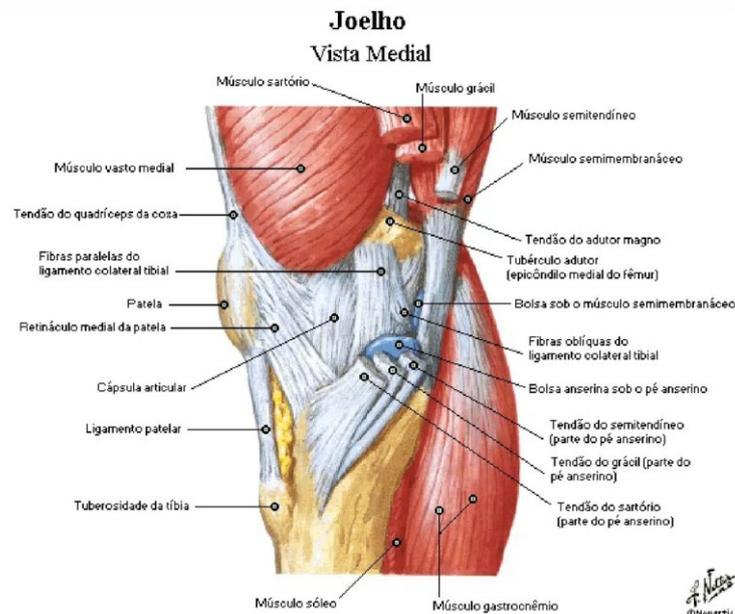
Teste de Compressão Patelar: o paciente contrai o músculo quadríceps enquanto o médico aplica pressão na patela. Dor ou desconforto durante este teste pode indicar tendinopatia patelar.

Teste de Salto: o paciente é solicitado a realizar pequenos saltos no local. A dor durante ou após este teste pode ser um sinal de tendinopatia patelar.

Avaliação da Mobilidade Articular: o médico avalia a amplitude de movimento do joelho do paciente, observando qualquer limitação na flexão ou extensão.

Exames Adicionais: dependendo dos resultados do exame físico, o médico pode solicitar exames adicionais, como ultrassonografia ou ressonância magnética, para confirmar o diagnóstico e avaliar a extensão da lesão. A figura 10 demonstra os músculos da anatomia do joelho.

Figura 10 – Músculos da anatomia do joelho



Fonte: Netter (2011)

13.1.4.3 *Tendinopatia subescapular*

Esta é outra forma de tendinopatia do ombro que afeta o músculo subescapular. Durante o exame físico, o médico pode realizar testes de resistência e movimento para avaliar a força e a mobilidade do músculo subescapular.

O exame físico realizado por um médico em um paciente com suspeita de tendinopatia subescapular é um processo detalhado e cuidadoso que envolve a avaliação de vários grupos musculares e a realização de várias manobras:

História do Paciente: o médico começa fazendo perguntas ao paciente sobre a natureza da dor, a duração dos sintomas, atividades que exacerbam a dor e qualquer histórico de lesões no ombro.

Inspeção Visual: o médico inspeciona visualmente o ombro do paciente em busca de sinais visíveis de inflamação, como vermelhidão ou inchaço. Ele também pode pedir ao paciente para mover o ombro em certas direções para avaliar a amplitude de movimento.

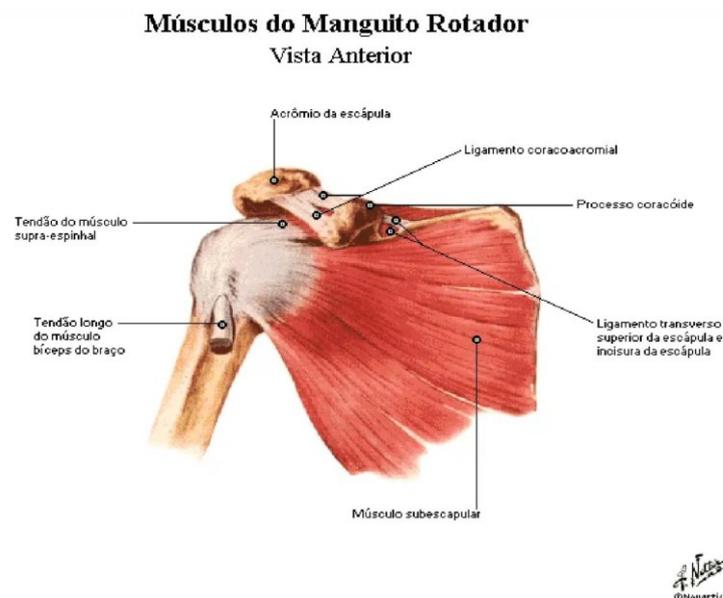
Palpação: o médico usa as mãos para sentir o ombro do paciente, concentrando-se na área ao redor da escápula procurando por áreas de sensibilidade ou dor que possam indicar uma tendinopatia subescapular.

Testes de Força Muscular: o médico pode realizar vários testes para avaliar a força dos músculos ao redor do ombro incluindo pedir ao paciente para pressionar contra a resistência em várias direções.

Manobras Especiais: teste de compressão do ombro, onde o médico pressiona no ombro enquanto o paciente tenta levantar o braço. Dor ou dificuldade em levantar o braço durante este teste pode indicar uma tendinopatia subescapular.

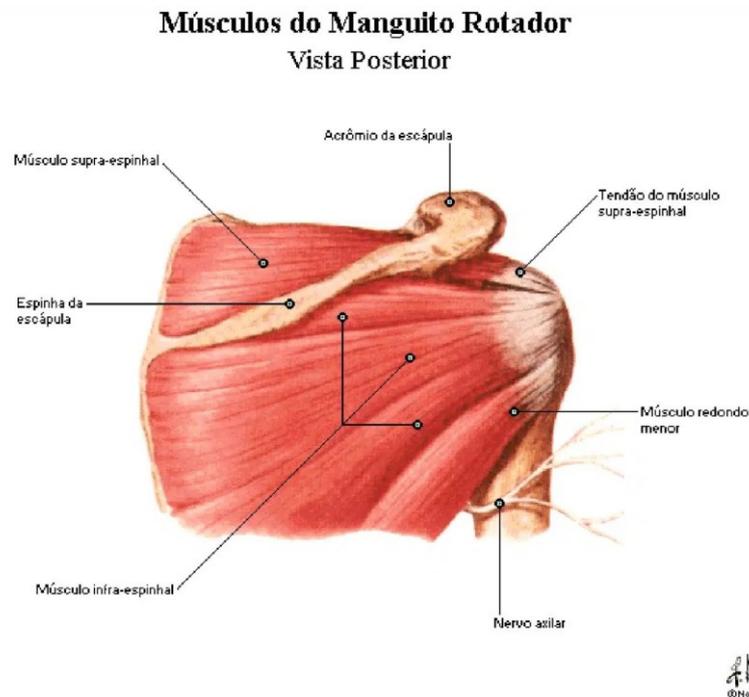
Exames Adicionais: dependendo dos resultados do exame físico, o médico pode solicitar exames adicionais, como uma ressonância magnética, para obter uma imagem mais detalhada dos tecidos moles ao redor do ombro. As figuras 11 e 12 mostram os músculos do manguito rotador anterior e posterior bem o músculo subescapular.

Figura 11 – Músculos do manguito rotador – vista anterior



Fonte: Netter (2011)

Figura 12 – Músculos do manguito rotador – vista posterior



Fonte: Netter (2011)

13.1.4.4 *Tendinopatia do calcâneo ou Tendinite de Aquiles*

Esta condição afeta o tendão de Aquiles no calcanhar. Durante o exame físico, o médico pode pedir ao paciente para ficar na ponta dos pés ou realizar um teste de compressão do calcanhar para avaliar a dor e a força do tendão de Aquiles.

O exame físico realizado por um médico em um paciente com suspeita de tendinopatia do calcâneo é um processo detalhado e cuidadoso:

Histórico do Paciente: o médico começa fazendo perguntas ao paciente sobre a natureza da dor, a duração dos sintomas, atividades que exacerbam ou aliviam a dor, e qualquer histórico de lesões no tornozelo ou pé.

Inspeção Visual: o médico inspeciona visualmente o pé e o tornozelo do paciente em busca de sinais visíveis de inflamação, inchaço ou deformidade.

Palpação: o médico palpa cuidadosamente a área ao redor do calcanhar para identificar qualquer sensibilidade ou inchaço. A palpação do tendão de Aquiles, que se conecta ao osso do calcanhar, é particularmente importante.

Teste de Movimento: o médico pedirá ao paciente para mover o pé e o tornozelo em várias direções para avaliar a amplitude de movimento e a presença de dor durante esses movimentos. Isso pode incluir flexão plantar (apontando os dedos para baixo), flexão dorsal (apontando os dedos para cima), eversão (girando o pé para fora) e inversão (girando o pé para dentro).

Teste de Força Muscular: o médico pode realizar testes de força muscular para avaliar a força dos músculos ao redor do tornozelo e do pé. Isso pode envolver resistir à flexão plantar e à flexão dorsal.

Testes Especiais: teste de Thompson (onde o médico aperta a panturrilha do paciente enquanto ele está deitado de bruços para ver se o pé se flexiona automaticamente) e o teste da arcada do pé (onde o médico observa a forma do arco do pé enquanto o paciente está em pé e depois sentado).

Exames Complementares: Dependendo dos resultados do exame físico, o médico pode solicitar exames complementares, como radiografias, ultrassonografia ou ressonância magnética, para obter uma imagem mais detalhada da estrutura óssea e dos tecidos moles do pé e tornozelo. Na figura 13, a anatomia do calcâneo e grupos musculares da perna.

Figura 13 – Anatomia do calcâneo



Fonte: Sobotta (2006)

13.1.5 Epicondilite lateral

É um processo inflamatório que ocorre nos tendões, que são a parte final do músculo que se liga aos ossos, causando dor na região lateral do cotovelo que pode irradiar para o braço ou o pulso. Isso pode causar dificuldade para movimentar a articulação e limitar algumas atividades do dia a dia. A epicondilite lateral pode ocorrer em pessoas que realizam movimentos muito repetitivos no seu dia a dia, como no caso de pessoas que trabalham com digitação, escrita ou desenho.

O exame físico para a suspeita de epicondilite lateral, também conhecida como “cotovelo de tenista”, é um processo detalhado que envolve a avaliação cuidadosa dos músculos e articulações do braço do paciente:

História do Paciente: o médico começa fazendo perguntas ao paciente sobre a natureza da dor, quando começou, quais atividades exacerbam a dor e se houve algum trauma recente na área.

Inspeção Visual: o médico inspeciona visualmente o cotovelo do paciente em busca de sinais visíveis de inflamação, como vermelhidão ou inchaço.

Palpação: o médico palpa cuidadosamente a área ao redor do cotovelo, concentrando-se na parte externa onde o osso do cotovelo é proeminente (o epicôndilo lateral). A epicondilite lateral geralmente causa dor nesta área.

Teste de Força Muscular: o médico pode pedir ao paciente que estenda o punho contra a resistência enquanto o cotovelo está estendido para testar os músculos extensores do antebraço. Dor durante este teste pode ser um sinal de epicondilite lateral.

Teste de Cozen: este é um teste específico para epicondilite lateral. O paciente faz um punho, o médico fornece resistência e pede ao paciente para estender o punho e dobrar o cotovelo. Se houver dor no cotovelo externo, isso pode indicar epicondilite lateral.

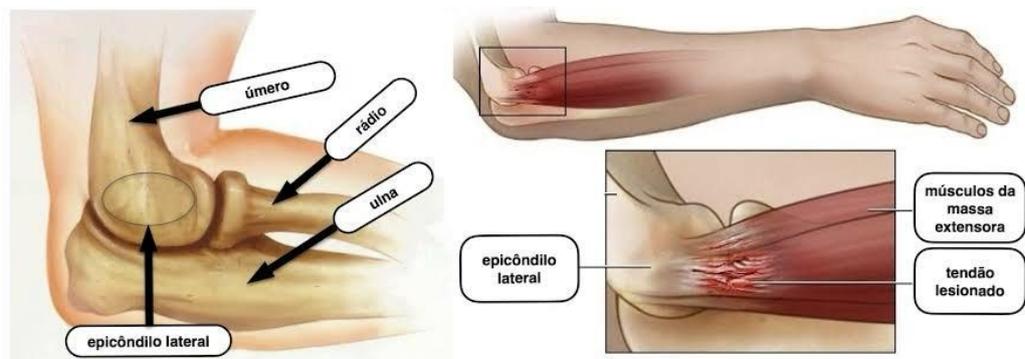
Avaliação da Amplitude de Movimento: o médico também avaliará a amplitude de movimento do cotovelo e do punho do paciente para verificar se há alguma restrição causada pela dor.

Exames Adicionais: se os resultados do exame físico não forem conclusivos, o médico pode solicitar exames adicionais, como radiografias ou ressonância magnética, para descartar outras possíveis causas da dor no cotovelo.

Cada tipo de tendinopatia requer uma abordagem única durante o exame físico, pois diferentes grupos musculares são examinados e diferentes manobras são realizadas. O objetivo é identificar a localização e a extensão da lesão no tendão para desenvolver um plano de tratamento eficaz.

Além disso, exames complementares como radiografias, ultrassonografias, ressonância magnética ou tomografia computadorizada podem ser solicitados para auxiliar no diagnóstico, conforme regiões anatômicas demonstradas na figura 14.

Figura 14 – Anatomia do epicôndilo lateral



Fonte: Sobotta (2006)

13.1.6 Uso de dinamômetros e algômetros digitais no exame físico

É importante ressaltar que o diagnóstico de LER/DORT deve sempre ser feito à luz da anamnese, do exame clínico, da presença de casos semelhantes dentro da mesma empresa (grupos homogêneos de risco), das condições de trabalho dentro da empresa e dos exames subsidiários.

Assim, os dinamômetros e algômetros digitais podem ser utilizados como um complemento ao exame físico normal. Esses instrumentos podem fornecer

informações adicionais sobre a força muscular e a dor, que podem ser úteis para o diagnóstico e a monitorização de LER/DORT.

A exemplo, em pacientes com síndrome do túnel do carpo o dinamômetro e do algômetro digitais podem ser utilizados para avaliação da sensibilidade e da motricidade da mão avaliando os déficits presentes nas regiões inervadas pelo nervo mediano (mão, antebraço e parte superior do braço) fornecendo dados tanto para prevenção, diagnóstico e controle de tratamento. Para pacientes com lombalgia o dinamômetro e o algômetro digitais podem avaliar a sensibilidade local e a força muscular na região de dor e na movimentação dos membros inferiores. Nas suspeitas de tendinopatia o dinamômetro e o algômetro digitais podem ser utilizados tanto para mensuração de sensibilidade e força como também para os testes de resistência proporcionando o registro das medidas permitindo comparação em membros contralaterais tendo utilidade na prevenção, diagnóstico e tratamento.

E por fim, nas epicondilites tanto a sensibilidade como a resistência e a força muscular pode ser avaliada pelo dinamômetro e pelo algômetro digitais permitindo o registro dos dados mensurados, comparação entre os membros e o controle para posterior tratamento.

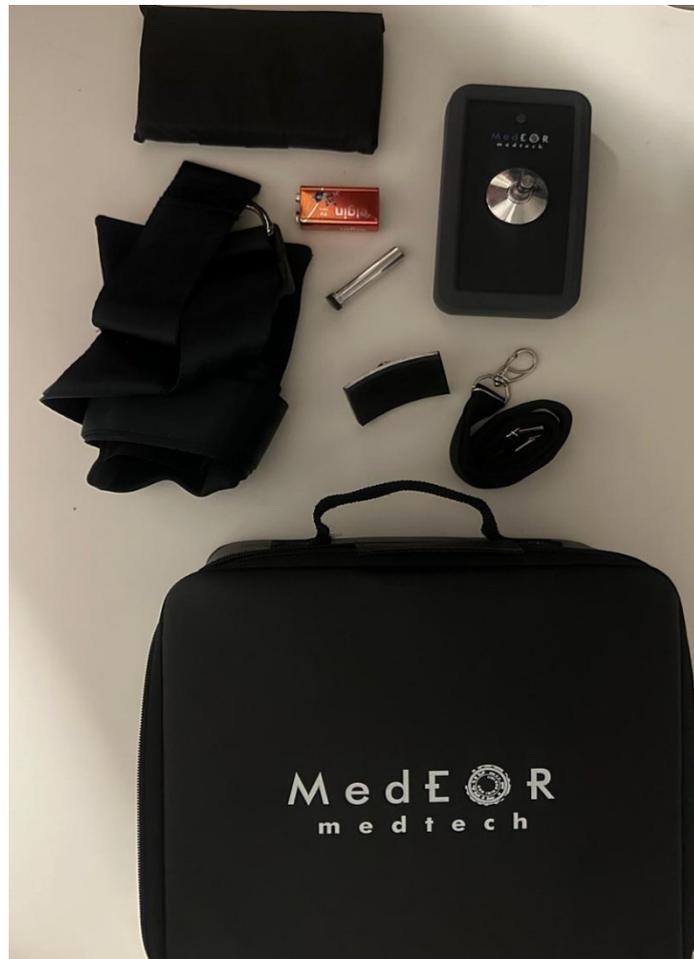
14 AVALIAÇÃO DO USO DO SP TECH® PARA VERIFICAÇÃO DE LER/DORT

15 TESTES APLICADOS NO PRODUTO ATUAL

O aparelho SP Tech® foi utilizado para a realização do exame físico indicado na suspeição das principais lesões de LER/DORT apresentadas pelos trabalhadores.

O aparelho SP Tech® é disponibilizado através de um kit onde possui uma cinta de fixação, uma maleta de viagem capa de proteção, um apalpador para dinamometria, um apalpador para algometria, duas baterias 9v e uma espuma de proteção para grandes grupos musculares (Figura 7)

Figura 15- Dinamômetro e algômetro SP Tech®

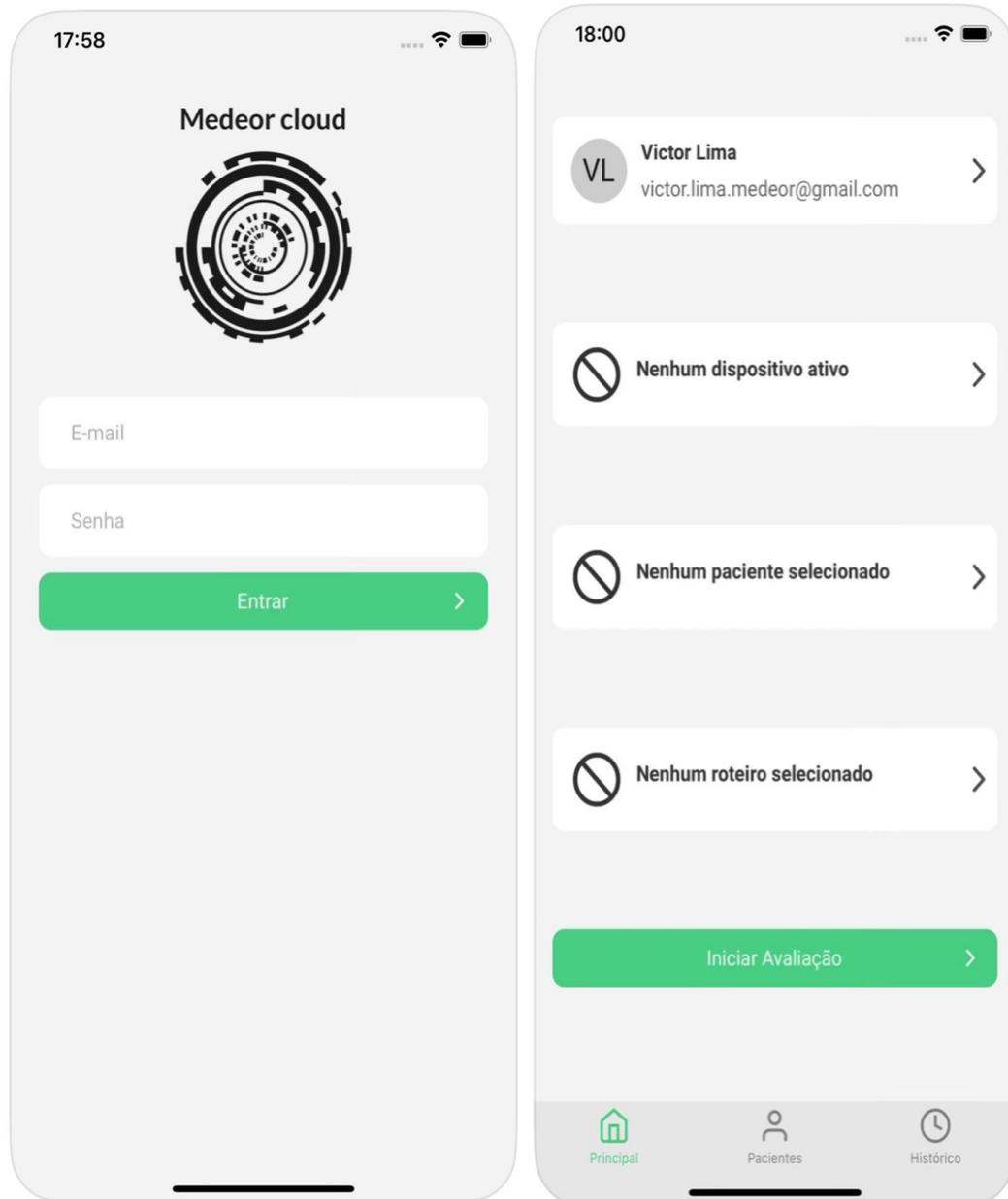


Fonte: Medeor (2019)

Além disso, a empresa disponibiliza para download um aplicativo para dispositivos móveis disponível para as plataformas Android e iOS. O aplicativo é utilizado para o registro dos pacientes examinados onde o sistema coleta os dados mensurados pelo aparelho de algometria e dinamometria e faz o registro dos valores.

O aplicativo faz a conexão com o aparelho através de *bluetooth* e transmite os dados de forma imediata para o seu registro e análise (Figura 16).

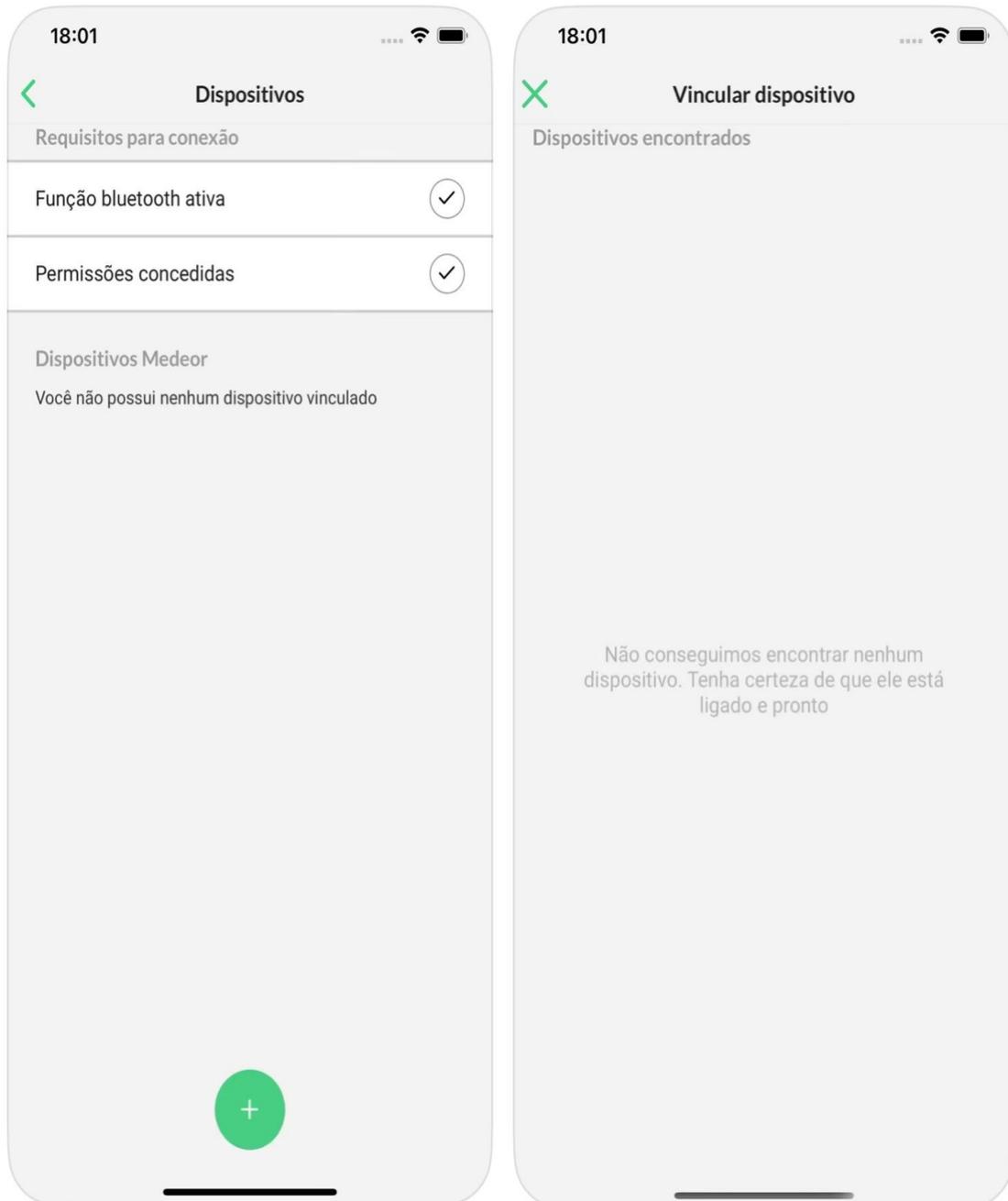
Figura 16 – Telas iniciais do Dinamômetro e algômetro SP Tech ®



Fonte: Medeor (2019)

A figura 17 demonstra as telas iniciais de conexão com *bluetooth* do aplicativo Dinamômetro e algômetro SP Tech ®.

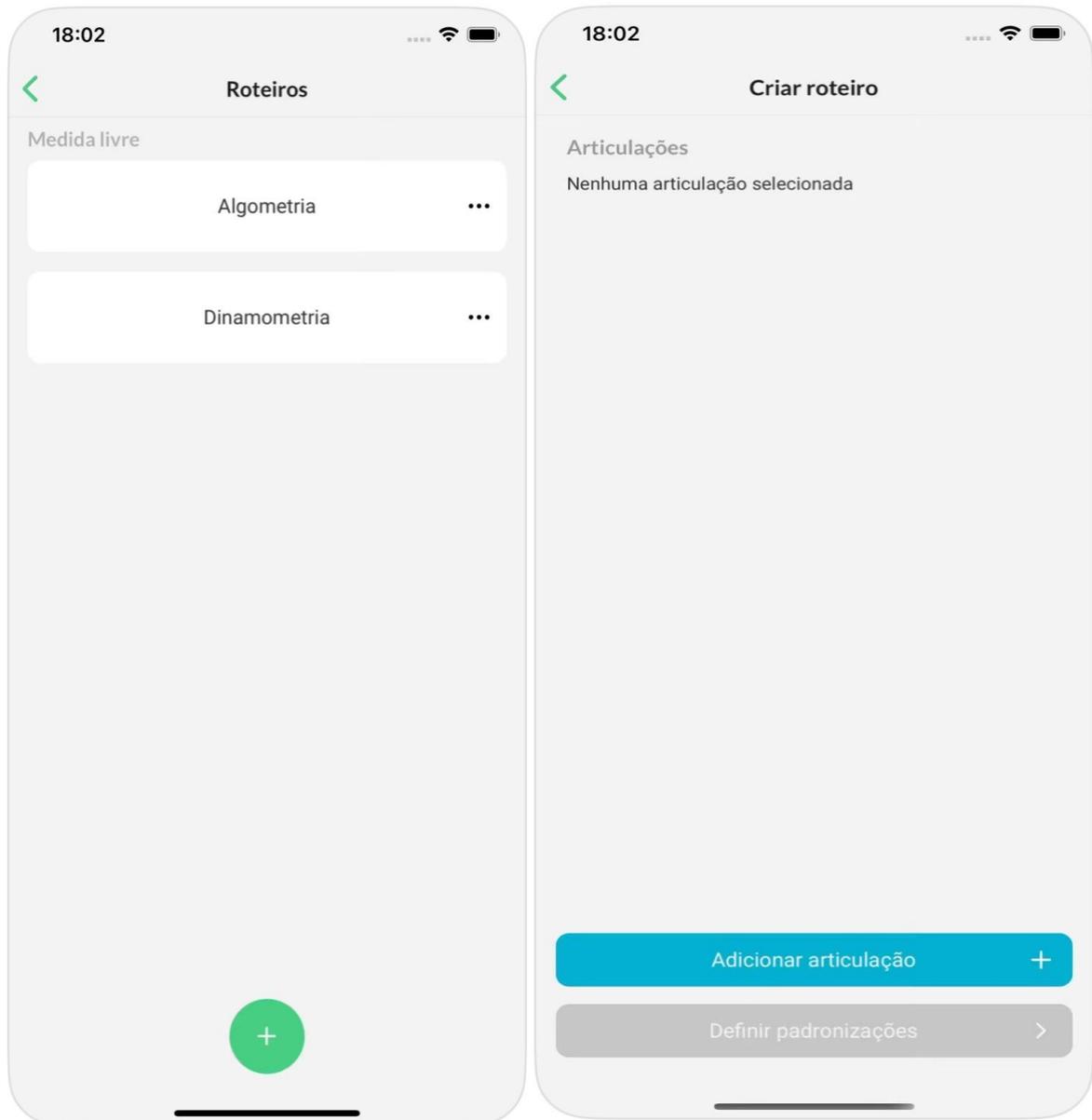
Figura 17 – Telas de conexão *bluetooth* do aplicativo Dinamômetro e algômetro SP Tech ®



Fonte: Medeor (2019)

Na figura 18 são demonstradas as telas dos roteiros de avaliação quanto a algometria ou dinamometria do SP Tech ®, bem como a criação destes roteiros quanto as articulações que serão avaliadas.

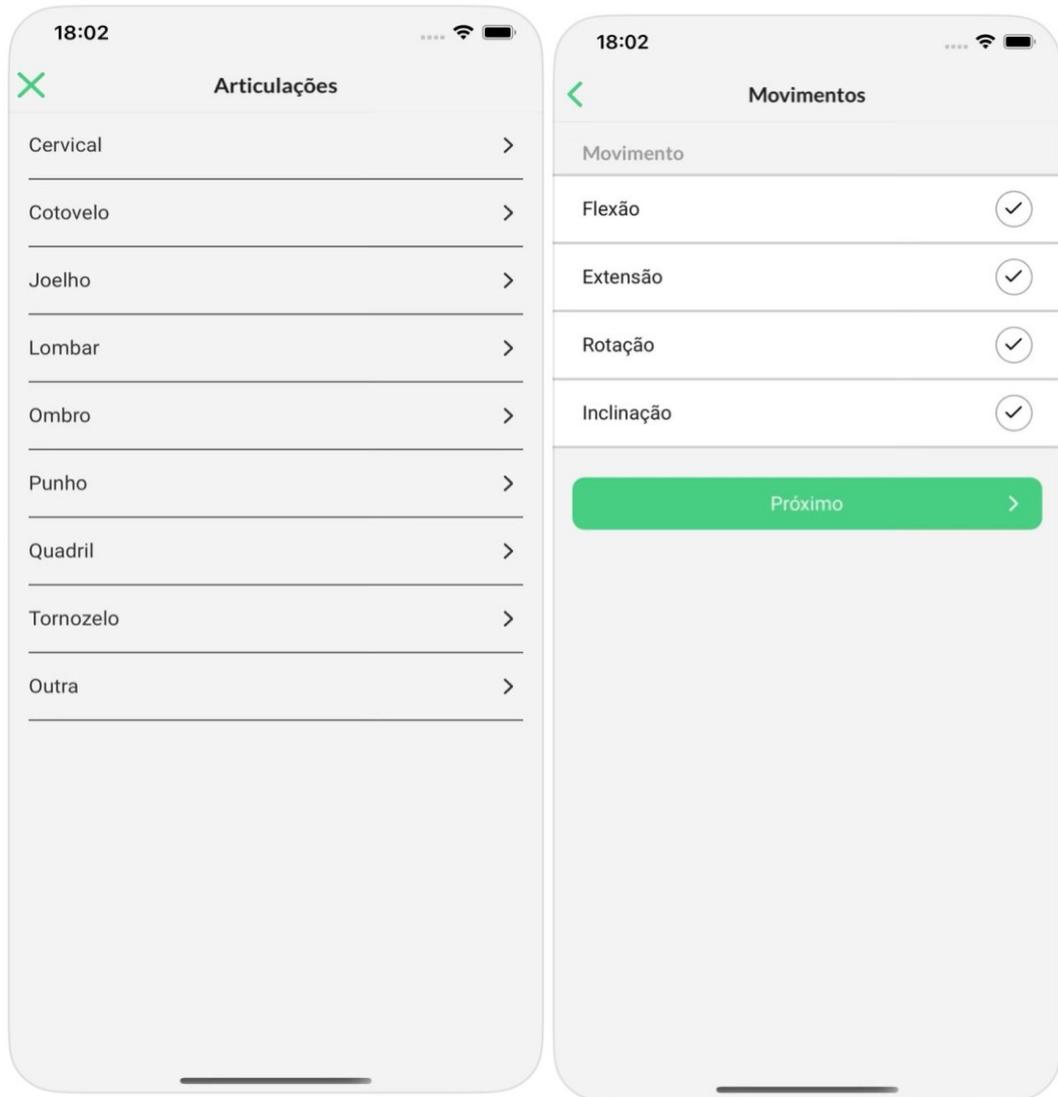
Figura 18 – Telas dos roteiros de avaliação do Dinamômetro e algômetro SP Tech ®



Fonte: Medeor (2019)

A figura 19 demonstra a tela do Dinamômetro e algômetro SP Tech ® quanto as articulações e o tipo de movimento referente a cada grupo

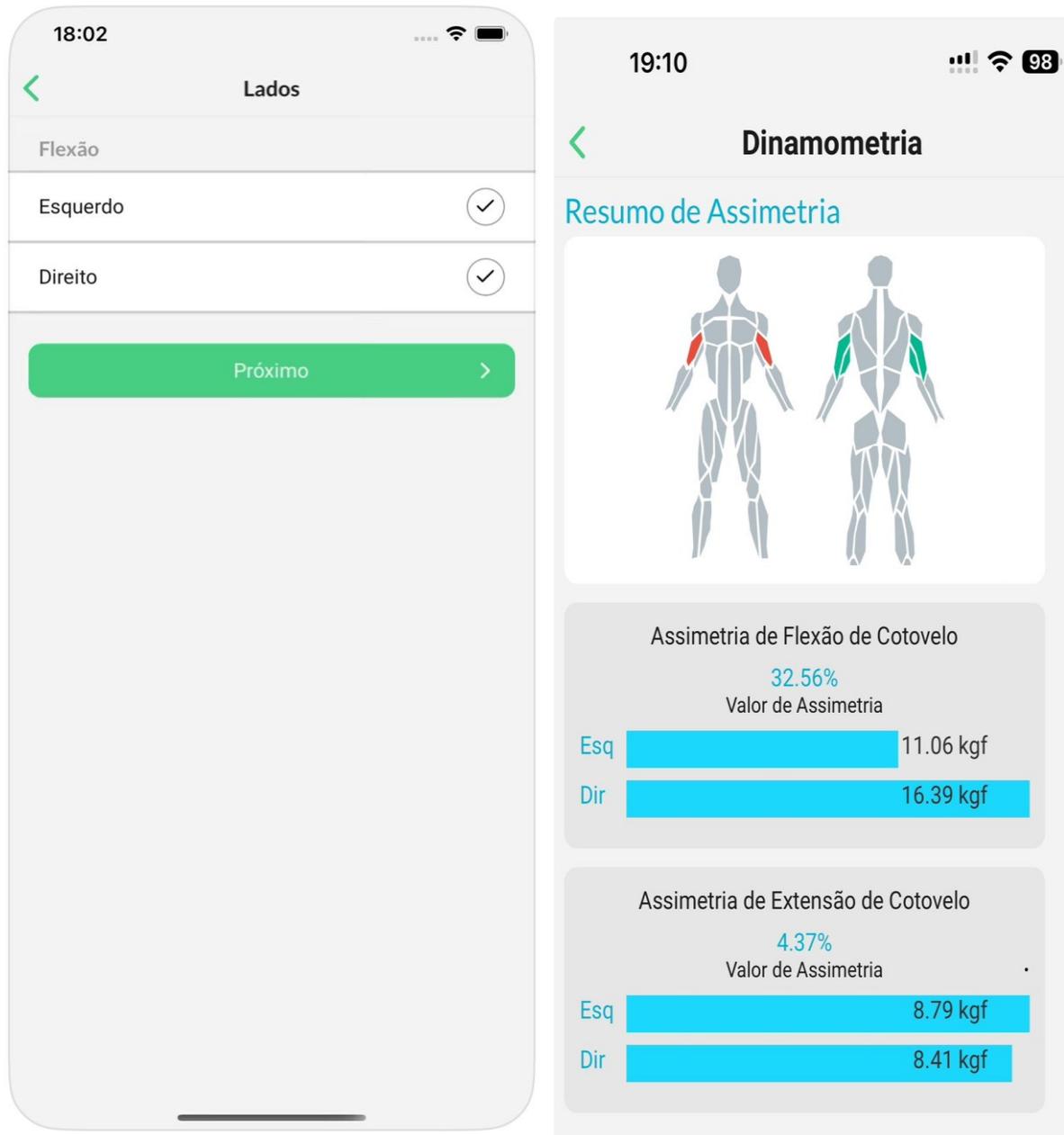
Figura 19 – Telas referentes a articulações e movimentos do Dinamômetro e algômetro SP Tech ®



Fonte: Medeor (2019)

Na figura 20, as telas referentes ao lado avaliado e da dinamometria quanto a assimetria.

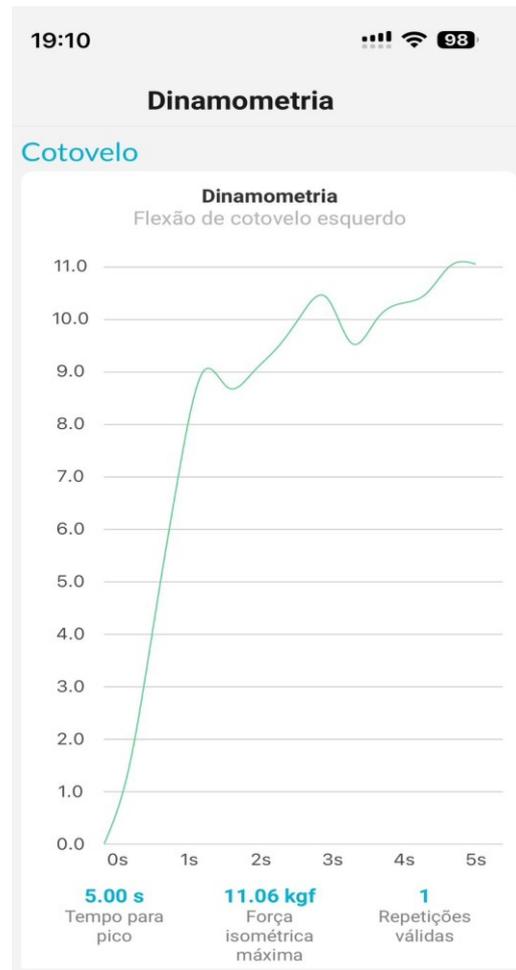
Figura 20 – Telas referentes ao lado avaliado e resumo da assimetria do Dinamômetro e algômetro SP Tech ®



Fonte: Medeor (2019)

A figura 21 apresenta o gráfico referente a avaliação do cotovelo realizada por meio do Dinamômetro e algômetro SP Tech ®

Figura 21 – Dinamometria do cotovelo



Fonte: Medeor (2019)

Neste aplicativo é possível realizar o cadastro do paciente a ser examinados com nome, idade, sexo, peso e altura. Após o cadastro o usuário seleciona o grupo muscular a ser examinado, o tipo de exame (dinamometria ou algometria), a articulação a ser examinada, o movimento a ser realizado, o lado do grupo muscular a ser examinado (direito ou esquerdo), a quantidade de repetições do movimento a ser realizado, o intervalo de tempo entre as repetições.

Após a coleta dos dados o aplicativo disponibiliza a visualização dos registros através de valores específicos e gráficos relacionando o alcance total com o tempo da execução do exame.

Para a avaliação da síndrome do túnel do carpo utilizamos o aparelho para a avaliação de sensibilidade. Os déficits sensoriais podem estar presentes nas regiões inervadas pelo nervo mediano e o teste foi realizado as regiões da mão, antebraço e

parte superior do braço. Durante esse teste sentimos falta de um apalpador de algometria de menor diâmetro para áreas mais pontuais a serem avaliadas.

A figura 22 demonstra a utilização do dinamômetro e algômetro digital para avaliação da STC.

Figura 22 - Utilização do SP Tech para avaliação da STC



Fonte: arquivo pessoal do pesquisador (2023)

Na lombalgia o aparelho foi utilizado para localizar as áreas de sensibilidade identificando os locais de inflamação na região lombar. A sensibilidade também foi testada em todo membro inferior para identificar algum trajeto de nervo acometido. A força muscular também foi testada com medidas através da elevação dos membros inferiores buscando diminuição de força e assimetria dos membros, além de informar em qual grau de força a dor é percebida pelo paciente. No exame de força muscular da musculatura da coxa sentiu-se necessidade de um apalpador maior para abranger uma área maior da musculatura garantindo mais firmeza e precisão no uso do aparelho por parte do avaliador.

O uso do aparelho SP Tech® para avaliação das tendinopatia foi diferenciado conforme o tipo e local de suspeita de lesão buscando locais de sensibilidade, dor e avaliação da força e resistência musculares.

Na tendinopatia supraespinhal ocorre o acometimento do tendão que realiza a estabilização do ombro. O algômetro foi utilizado para verificar a presença de alterações de sensibilidade ajudando a identificar a área de lesão. Foi realizado o Teste de Jobe onde o avaliador com o uso do aparelho oferece resistência do braço enquanto o paciente tenta levantar o braço com o polegar apontado para baixo. A presença de dor pode indicar a presença de lesão do tendão supraespinhal e o registro

dos dados mensurados podem ser utilizados para o controle no tratamento da lesão. Nesta avaliação o aparelho apresentou uma ótima performance sem necessidade de adaptação.

O aparelho foi utilizado para avaliar a suspeita de tendinopatia patelar onde o examinado deve estender e flexionar o joelho enquanto o examinador aplica uma resistência com o uso do aparelho na busca da presença de dor ao movimento e registrando o grau de força dos músculos quadríceps e isquiotibiais. Aqui é avaliado também a presença de assimetria em relação ao membro contralateral. Também neste exame o aparelho SP Tech® obteve um desempenho ótimo.

Na tendinopatia subescapular o aparelho foi utilizado para avaliar a força e resistência do músculo subescapular onde o examinador pressiona o ombro e o examinado tenta elevar o braço. Caso apresente dor ou dificuldade para levantar o braço é um sinal de possibilidade de existir uma tendinopatia subescapular. O aparelho também foi utilizado para avaliar dor e sensibilidade ao redor do ombro. O aparelho apresentou um ótimo desempenho nesta avaliação.

A tendinopatia do calcâneo afeta o tendão de Aquiles e o aparelho foi utilizado para realizar a compressão do calcânar e avaliar a presença de dor, alteração de sensibilidade e o grau de força do tendão. A avaliação de força é realizada através da avaliação de resistência à flexão plantar e à flexão dorsal. O aparelho apresentou um ótimo desempenho nesta avaliação.

Por fim o aparelho foi utilizado para avaliar a suspeita de epicondilite lateral. No teste de força muscular o examinador solicita que o examinado estenda o punho contra a resistência enquanto o cotovelo está estendido para testar os músculos extensores do antebraço. A presença de dor neste teste pode indicar a presença de epicondilite lateral. Na execução desse teste sentimos falta de um apalpador de formato anatômico em que o examinado possa ter maior firmeza para uma melhor aferição dos dados.

Ainda para a avaliação na suspeita de epicondilite lateral pode ser utilizado o Teste de Cozen onde o examinador solicita ao examinado fazer um punho e o examinador fornece resistência e pede ao paciente para estender o punho e dobrar o cotovelo. A presença de dor na parte lateral do cotovelo pode indicar a presença de epicondilite lateral. Na execução deste teste também sentimos falta de um apalpador de formato anatômico em que o examinado possa ter maior firmeza para uma melhor aferição dos dados.

16 TESTES VERSUS AVALIAÇÃO DO SP TECH®

O Quadro 02 apresenta os resultados dos testes realizados com o SP TECH®, considerando quadro níveis de aplicabilidade para os testes propostos na avaliação de LER/DORT: (i) ótimo; (ii) bom; (iii) médio; e (iv) ruim. Foi considerado ótimo o teste em que o aparelho conseguiu realizar a avaliação sem necessidade de adaptação. O critério bom foi utilizado quando foi verificada a necessidade de uma adaptação para o exame. Aquele que precisou de duas adaptações foi utilizado o critério médio. E o critério ruim para aquele teste que necessitou de 3 ou mais adaptações.

É importante ressaltar aqui que esta avaliação é baseada na percepção de um profissional da área da saúde (Médico do Trabalho) com ampla experiência nesta área de atuação. A Avaliação em um grupo significativo pacientes demandaria a entrada de pedido de testes clínicos no Comitê de Ética da Universidade, o que atrasaria significativamente a conclusão dessa dissertação. Devido à falta de tempo hábil para tal, uma vez que esses processos tomam um tempo significativo até serem aprovados, optou-se por realizar um estudo com os exames sendo aplicados no próprio médico do trabalho e assim capturar suas impressões profissionais. Porém, é conveniente que seja feita esta abertura no referido Comitê, para capturar as opiniões de outros profissionais em um grupo significativo de pacientes e validar os pontos aqui analisados.

Quadro 02 – Testes versus avaliação SP TECH®

Doenças avaliadas	Resultados dos testes			
	Ótimo	Bom	Médio	Ruim
Epicondilite lateral			x	
Lombalgia		x		
Síndrome do túnel do carpo		x		
Tendinopatia do calcâneo	x			
Tendinopatia patelar	x			
Tendinopatia subescapular	x			
Tendinopatia supraespinhal	x			

Para realizar os sete testes avaliados com o uso do apalpador para a avaliação da algometria e da dinamometria o aplicativo teve um desempenho ótimo. Ele tem um visual bom, é intuitivo não necessitando de grandes treinamentos para o seu uso. A conexão bluetooth funcionou perfeitamente com a coleta dos dados do apalpador de forma rápida. A análise dos dados com geração dos gráficos também ocorreu de forma rápida e com visual de fácil entendimento em todos os testes realizados.

17 SUGESTÕES DE MELHORIAS PARA O SP TECH®

Para o uso do aparelho na prevenção e no diagnóstico de LER/DOR sugerem-se algumas adaptações.

17.1.1 Apalpadores

Expandir o número de apalpadores para ao menos dois tamanhos para o uso na dinamometria e dois modelos diferentes para o uso na algometria.

Incluir um apalpador em formato anatômico da mão para maior firmeza na avaliação do membro superior.

17.1.2 Aplicativo

Ao realizar o cadastro do paciente a ser examinado, além dos dados já solicitados, incluir a ocupação do mesmo para que posteriormente seja possível cruzar os dados e analisar a incidência e prevalência de determinadas patologias relacionando com a ocupação além de possibilitar a prevenção do desenvolvimento das mesmas nos demais colaboradores que realizam a mesma tarefa.

Tornar o aplicativo mais intuitivo com sugestão de localização e grupos musculares a serem avaliados conforme a suspeita clínica do trabalhador. Mais precisamente:

- **Síndrome do túnel do carpo:** sensibilidade nas regiões da mão, antebraço e parte superior do braço.
- **Lombalgia:** sensibilidade na região lombar e em todo o membro inferior. Força muscular na elevação dos membros inferiores aferidas no grupo muscular das coxas e das pernas.
- **Tendinopatia supraespinhal:** sensibilidade na região supraespinhal. Resistência muscular na elevação do braço.
- **Tendinopatia patelar:** resistência muscular dos grupos musculares extensores e flexores das pernas.
- **Tendinopatia subescapular:** força e resistência do músculo subescapular. Dor e sensibilidade ao redor do ombro.
- **Tendinopatia do calcâneo:** dor, sensibilidade ao redor do calcâneo. Força muscular dos grupos musculares extensores e flexores do pé.

- **Epicondilite lateral:** força muscular na extensão do punho contra resistência.

Incluir no aplicativo uma sugestão diagnóstica de LER/DORT após avaliação do trabalhador que apresente alterações nas medições e que se encaixe os grupos musculares sugestivos das principais patologias. Por exemplo:

- Ao verificar alteração de sensibilidade nas regiões da mão, antebraço e parte superior do braço no trajeto do nervo mediano o aplicativo irá sugerir a possibilidade da presença de Síndrome do Túnel do Carpo.
- Quando apresentar alteração de sensibilidade na região lombar e em todo o membro inferior além de diminuição de força muscular na elevação dos membros inferiores aferidas no grupo muscular das coxas e das pernas sugerir a presença de lombalgia relacionada ao trabalho.
- Sugerir tendinopatia supraespinhal quando houver sensibilidade na região supraespinhal e diminuição com assimetria de membranas na medição da resistência muscular na elevação do braço.
- Indicar possível tendinopatia patelar quando houver diminuição e assimetria nas medidas de resistência muscular dos grupos musculares extensores e flexores das pernas.
- Na presença de diminuição e assimetria de força e resistência do músculo subescapular além da presença de dor e alteração de sensibilidade ao redor do ombro indicar possível presença de tendinopatia subescapular.
- Para a tendinopatia do calcâneo a presença de dor e alteração de sensibilidade ao redor do calcâneo além da diminuição e assimetria de força muscular dos grupos musculares extensores e flexores do pé pode ser um indicativo de sua presença e deverá ser sugerido pelo aplicativo.
- Na epicondilite lateral a sugestão de sua presença virá com a verificação de diminuição de força muscular na extensão do punho contra resistência.

18 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Considera-se importante destacar a relevância do exame físico na avaliação de pacientes com suspeita de LER/DORT, através da anamnese detalhada e a avaliação física. Com isso, os profissionais têm a oportunidade de obter informações importantes sobre a condição de saúde do paciente, bem como sua exposição a fatores de risco no ambiente de trabalho. A anamnese permite compreender o histórico de saúde do paciente, sua ocupação e as tarefas desempenhadas no local de trabalho, fornecendo um contexto importante para a avaliação física da força de grupos específicos, possibilitando a identificação de desequilíbrios e fraquezas que podem contribuir para o desenvolvimento dessas condições.

Cabe ressaltar que cada tipo de lesão relacionada a LER/DORT, como síndrome do túnel do carpo, lombalgia, tendinopatias e epicondilite, requer uma abordagem individualizada no exame físico. Essa abordagem personalizada permite aos profissionais identificar as manifestações específicas de cada condição, adaptando suas avaliações e procedimentos de acordo com as necessidades do paciente.

Os resultados desta dissertação destacam a importância do exame físico como uma ferramenta fundamental na identificação precoce e na caracterização do LER/DORT em trabalhadores. Neste contexto, os dinamômetros e algômetro digitais surgem como ferramentas complementares relevantes no processo de diagnóstico e de avaliação. A capacidade desses instrumentos em avaliar a força muscular e a dor é de grande relevância para diversas condições relacionadas a LER/DORT, como a síndrome do túnel do carpo, lombalgia, tendinopatias e epicondilites.

Entende-se aqui que, incorporar uma sugestão diagnóstica de LER/DORT com o uso de um equipamento digital para dinamometria e algometria padrão no mercado representa um avanço significativo no campo da saúde ocupacional, contribuindo para a identificação precoce e a gestão eficaz dessas condições. Os esboços de desenhos e demais sugestões serão encaminhadas ao fabricante, para que os profissionais da empresa possam avaliar e realizar as mudanças sugeridas.

O desenvolvimento de uma aplicação que possa sugerir diagnósticos de LER/DORT após a avaliação de trabalhadores que apresentem alterações nas especificidades e que se enquadrem nos grupos musculares sugestivos das principais patologias é uma iniciativa promissora. Essa ferramenta tem o potencial de facilitar a

detecção precoce dessas condições, o que por sua vez, pode resultar em medidas mais eficazes e na prevenção de agravos.

As sugestões diagnósticas propostas no aplicativo da SP Tech® são baseadas em critérios específicos relacionados a alterações de sensibilidade, força muscular e resistência em grupos musculares relevantes, apalpadores e do próprio aplicativo. A capacidade de identificar condições como a Síndrome do Túnel do Carpo, lombalgia relacionada ao trabalho, tendinopatia supraespinhal, tendinopatia patelar, tendinopatia subescapular e epicondilite lateral com base em medidas objetivas é um avanço notável.

No cenário em constante evolução da tecnologia e da medicina, iniciativas como essa demonstram como a inovação podem desempenhar um papel crucial na promoção da saúde no ambiente de trabalho. No âmbito prático, a incorporação desses instrumentos de medição digital nas práticas clínicas pode representar um avanço significativo na detecção precoce e na gestão eficaz das LER/DORT.

No entanto, é importante destacar que o uso dessas ferramentas deve ser realizado por profissionais de saúde devidamente treinados e que a interpretação dos resultados deve ser realizada considerando a totalidade das informações disponíveis.

Ressalta que o diagnóstico de LER/DORT é um processo complexo que requer uma abordagem multifacetada, envolvendo a anamnese, o exame clínico, a investigação do ambiente de trabalho e exames subsidiários, como dinamômetro e algômetro digitais como o SP Tech®. O uso dessas ferramentas é particularmente benéfico para a avaliação individualizada das condições, permitindo um acompanhamento preciso e a aplicação de estratégias de prevenção e tratamento mais eficazes.

Enquanto contribuição para a prática profissional, é fundamental que os profissionais de saúde tenham consciência dessas possibilidades e as incorporem em suas práticas clínicas, contribuindo assim para a melhoria da qualidade de vida dos pacientes afetados pelo LER/DORT.

Sugerem-se estudos futuros de avaliação prática após as aplicações das sugestões propostas para verificação da efetividade do SP Tech® na prevenção de LER/DORT, uma vez que não foram encontrados estudos sobre algômetros e dinamômetros digitais na prevenção desses agravos.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, Gabriel Peixoto Leão; ALBANO, Thamyla Rocha; MELO, Antônio Kayro Pereira. Hand-held dynamometer identifies asymmetries in torque of the quadriceps muscle after anterior cruciate ligament reconstruction. **Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy**, v. 27, p. 2494-2501, 2019. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s00167-018-5245-3> Acesso em: 10 jul. 2023.

ALTHOBAITI, Shouq *et al.* Practicable performance-based outcome measures of trunk muscle strength and their measurement properties: A systematic review and narrative synthesis. **Plos one**, v. 17, n. 6, p. e0270101, 2022. Disponível em: <https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0270101> Acesso em: 19 jun. 2023.

BING. Microsoft Bing. Inteligência artificial. Como criar imagens de IA. 2024. Disponível em: <https://www.bing.com> Acesso em: 20 jan. 2024.

BIOLINK. Dinamômetro e Algômetro São Paulo, SP. 2023. Disponível em: www.biolink.cl Acesso em: 20 set. 2023.

BRASIL. Constituição da República Federativa do Brasil de 1988. Brasília, DF: Senado Federal; 1988. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm Acesso em: 19 jun. 2023.

BRASIL. Ministério da Saúde. LER e DORT são as doenças que mais acometem os trabalhadores, aponta estudo. Brasília, DF. 2022. Disponível em: <https://www.gov.br/saude/pt-br/assuntos/noticias/2019/abril/ler-e-dort-sao-as-doencas-que-mais-acometem-os-trabalhadores-aponta-estudo> Acesso em: 20 set. 2023.

BRASIL. MINISTÉRIO DA SAÚDE. Política Nacional de Informação e Informática. 1a ed. Brasília: 2016. Disponível em: https://r.search.yahoo.com/_ylt=AwrEtyg4fbFliNkSJSJLz6Qt.;_ylu=Y29sbwNiZjEEcG9zAzEEdnRpZAMEc2VjA3Ny/RV=2/RE=1706159544/RO=10/RU=https%3a%2f%2fbv sms.saude.gov.br%2fbvs%2fpublicacoes%2fpolitica_nacional_infor_informatica_sau de_2016.pdf/RK=2/RS=yMIKX1ZHTRF5U38OyWWRB5SxciA- Acesso em: 11 out. 2023.

BRASIL. Ministério da Saúde. Portaria nº 1.823, de 23 de agosto de 2012: institui a Política Nacional de Saúde do Trabalhador e da Trabalhadora. Diário Oficial da União. 2012 Disponível em: https://r.search.yahoo.com/_ylt=AwrEbXKlfbFIdf4SGDzz6Qt.;_ylu=Y29sbwNiZjEEcG9zAzEEdnRpZAMEc2VjA3Ny/RV=2/RE=1706159625/RO=10/RU=https%3a%2f%2fbv sms.saude.gov.br%2fbvs%2f saudelegis%2fgm%2f2012%2fprt1823_23_08_2012.html/RK=2/RS=J6_dl6sZvkMZF6MBaAkaSCb4Zdc- Acesso em: 19 jun. 2023.

BRASIL. Ministério da Saúde. SINAN. Observatório de Segurança do Trabalho. SmartLab. Brasília, 2022. Disponível em: <https://smartlabbr.org/sst> Acesso em: 19 jun. 2023.

BRASIL. Ministério da Saúde. Diagnóstico, tratamento, reabilitação, prevenção e fisiopatologia das LER/DORT. Brasília, DF. 2001 Disponível em: https://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/diag_tratamento_ler_dort.pdf Acesso em: 20 set. 2023.

BRASIL. Ministério do Trabalho. Norma Regulamentadora 17. Ergonomia. Brasília, DF. 2020. Disponível em: <https://www.gov.br/trabalho-e-emprego/pt-br/aceso-a-informacao/participacao-social/conselhos-e-orgaos-colegiados/comissao-tripartite-partitaria-permanente/arquivos/normas-regulamentadoras/nr-17-atualizada-2022.pdf> Acesso em: 10 jul. 2023

ÇELIK, Gülsemin Ertürk; BEYAZOVA, Mehmet. Evaluation of pain and flexor reflex responses and their association with clinical parameters in patients with fibromyalgia. **Turkish journal of physical medicine and rehabilitation**, v. 66, n. 1, p. 1, 2020. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7171887/> Acesso em: 19 jun. 2023.

CHAMORRO, Claudio *et al.* Absolute reliability and concurrent validity of hand-held dynamometry in shoulder rotator strength assessment: systematic review and meta-analysis. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v. 18, n. 17, p. 9293, 2021. Disponível em: <https://www.mdpi.com/1660-4601/18/17/9293> Acesso em: 10 jul. 2023.

CLINIMARK. Algômetro. Madrid, Espanha. 2023. Disponível em: www.clinimark.es Acesso em: 20 out. 2023.

CUNHA, C. O. *et al.* Determination of a pressure pain threshold cut-off value for the diagnosis of temporomandibular joint arthralgia. **Journal of oral rehabilitation**, v. 41, n. 5, p. 323-329, 2014. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/joor.12158> Acesso em: 14 jun. 2023.

CVETIC, Danilo *et al.* Methodological considerations for assessing whole-body strength capacity through isometric dynamometry. **Sports Biomechanics**, p. 1-15, 2022. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/14763141.2022.2048063> Acesso em: 10 jul. 2023.

DE LA COBA, Pablo *et al.* Algometry for the assessment of central sensitisation to pain in fibromyalgia patients: A systematic review. **Annals of Medicine**, v. 54, n. 1, p. 1403-1422, 2022. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/07853890.2022.2075560> Acesso em: 19 jun. 2023.

FAGUNDES, Jefferson *et al.* Immediate effects of a lumbar spine manipulation on pain sensitivity and postural control in individuals with nonspecific low back pain: a randomized controlled trial. **Chiropractic & Manual Therapies**, v. 28, p. 1-10, 2020. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1186/s12998-020-00316-7> Acesso em: 19 jun. 2023.

FISIOMED. Dinamômetro e Algômetro. São Paulo, SP. 2023. Disponível em: www.fisiomed.cl Acesso em: 20 out. 2023.

GÖK, Ahmet Said *et al.* Occupational health and disease knowledge and practices of family physicians. **Journal of Occupational and Environmental Medicine**, v. 62, n. 11, p. e625-e629, 2020. Disponível em: https://journals.lww.com/joem/Fulltext/2020/11000/Occupational_Health_and_Disease_Knowledge_and.17.aspx Acesso em: 10 jul. 2023.

JEREZ-MAYORGA, Daniel *et al.* Instrumental validity and intra/inter-rater reliability of a novel low-cost digital pressure algometer. **PeerJ**, v. 8, p. e10162, 2020. Disponível em: <https://peerj.com/articles/10162/> Acesso em: 14 jun. 2023.

KANADA, Yoshikiyo *et al.* Estimation of 1RM for knee extension based on the maximal isometric muscle strength and body composition. **Journal of Physical Therapy Science**, v. 29, n. 11, p. 2013-2017, 2017. Disponível em: https://www.jstage.jst.go.jp/article/jpts/29/11/29_jpts-2017-405/_article/-char/ja/ Acesso em: 10 jul. 2023.

KARAKUS, Kagan E. *et al.* Association Between Diabetes Technology Use and Glycemic Outcomes in Adults With Type 1 Diabetes Over a Decade. **Diabetes Care**, v. 46, n. 9, p. 1646-1651, 2023. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/37458618/> Acesso em: 29 set. 2023.

LICHTNER, Gregor *et al.* Introduction and validation of a less painful algorithm to estimate the nociceptive flexion reflex threshold. **Brain Research**, v. 1608, p. 147-156, 2015. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S000689931500178X> Acesso em: 19 jun. 2023.

LIMA, Jéssica Carvalho *et al.* Perfil, sinais e sintomas do trabalhador com LER/DORT de Minas Gerais Notificações de LER/DORT no estado de Minas Gerais / Perfil, sinais e sintomas dos distúrbios osteomusculares relacionados ao trabalho no estado de Minas Gerais. **Revista Brasileira de Desenvolvimento**, [S. l.], v. 6, n. 7, p:46042–61, 2020. Disponível em: <https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BRJD/article/view/13095>. Acesso em: 7 ago. 2023.

MEDEOR. E-book. Material de apoio para o SP Tech. 2019.

MENDOZA, Michelle; MILLER, Robert G. Muscle Strength, Assessment of. **Encyclopedia of the Neurological Sciences**. 2.ed. 2014.

NETTER. Atlas de anatomia ortopédica. 2.ed. Guanabara Koogan. 2011

NEWMAN, George. How to assess muscle strength. Manual MSD. *Albert Einstein Medical Center*. Virginia. 2022.

NIOSH. National Institute for Occupational Safety and Health. Histórico de Saúde ocupacional. Washington, 2018.

NOVAES, Antônio Carlos. Valor dos exames subsidiários ou complementares no diagnóstico de LER/DORT. Santos, SP. 2023. Disponível em: <https://www.lerdort.com.br/editorial/86/conceitos-gerais/valor-dos-exames-complementares-no-diagnostico-de-ler-dort> Acesso em: 20 out. 2023.

OMS. Organização Mundial da Saúde. OMS/OIT: Quase 2 milhões de pessoas morrem por causas relacionadas ao trabalho a cada ano. Genebra. 2021. Disponível em: <https://www.paho.org/pt/noticias/16-9-2021-omsoit-quase-2-milhoes-pessoas-morrem-por-causas-relacionadas-ao-trabalho-cada> Acesso em: 19 jun. 2023.

PADULO, Johnny *et al.* Validity and reliability of isometric-bench for knee isometric assessment. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v. 17, n. 12, p. 4326, 2020. Disponível em: <https://www.mdpi.com/1660-4601/17/12/4326> Acesso em: 10 jul. 2023.

PAI, Marcus Yu Bin. O que é LER/DORT? Quais as causas, sintomas e tratamentos? São Paulo, SP. 2023. Disponível em: <https://www.hong.com.br/o-que-e-ler-dort-quais-as-causas-sintomas-e-tratamentos/> Acesso em: 29 set. 2023.

PAULA, Elaine Antonia de; AMARAL, Rosa Maria Monteiro Ferreira do. Interdisciplinary approach in quality of life groups for patients with Repetitive strain injuries/Work-related musculoskeletal disorders-RSI/WMSD. **Revista Brasileira de Saúde Ocupacional**, v. 44, 2019. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbso/a/C3Hts7JXfZBzv9J3dTgjqLL/abstract/?lang=en> Acesso em: 29 set. 2023.

PEFFERS, Ken *et al.* A design science research methodology for information systems research. **Journal of management information systems**, v. 24, n. 3, p. 45-77, 2007. Disponível em: https://scholar.google.pt/scholar?hl=pt-BR&as_sdt=0%2C5&q=PEFFERS%2C+K.%3B+et+al.+A+Design+Science+Research+Methodology+for+Information+Systems+Research. Acesso em: 19 jun. 2023.

PINHEIRO, Marcelle. LER/DORT: o que é, sintomas e tratamento. São Paulo, SP. 2023. Disponível em: <https://www.tuasaude.com/ler-dort/> Acesso em: 29 set. 2023

REINO, Priscila Arraes. Lesão por esforço repetitivo (LER/DORT): o que é, sintomas, como agir e direitos de quem tem. MS, 2023. Disponível em: <https://arraesecenteno.com.br/lesao-por-esforco-repetitivo-ler-dort/> Acesso em: 20 set. 2023.

SAKAS, Damianos E. et al. An introduction to operative neuromodulation and functional neuroprosthetics, the new frontiers of clinical neuroscience and biotechnology. Springer Vienna, 2007. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/17691351/> Acesso em: 29 set. 2023.

SALERNO, J. et al. Geneva: World Health Organization; 2018 sector. Bull World Health Organ. Hamet P, Tremblay J. Artificial intelligence in medicine. **Metabolism**, v. 97, n. 2, p. 1, 2019.

SANTOS, Monica; ALMEIDA, Armando; GARRIDO, Renata. Dinamometria-sabemos o suficiente para a utilizarmos na Saúde Ocupacional?. **Revista Portuguesa de Saúde Ocupacional online**, v. 11, p. 172-182, 2021. See More . Disponível em: <https://www.rpso.pt/dinamometria-sabemos-o-suficiente-para-a-utilizar-adequadamente-na-saude-ocupacional/> Acesso em: 10 jul. 2023.

SBR. Sociedade Brasileira de Reumatologia. Doenças Reumáticas. Ler/Dort. São Paulo. 2022. Disponível em: <https://www.reumatologia.org.br/doencas-reumaticas/ler-dort/> Acesso em: 19 jun. 2023.

SILVA, Nilson Rogério *et al.* Caracterização do perfil de adoecimento por LER/DORT em um centro de referência em saúde do trabalhador. **Revista Interinstitucional Brasileira de Terapia Ocupacional-REVISBRATO**, v. 4, n. 4, p. 631-645, 2020. Disponível em: <https://peerj.com/articles/10162/> Acesso em: 14 jun. 2023.

SIMON, Steven T. *et al.* Medication adherence in cardiovascular medicine. **Bmj**, v. 374, 2021. Disponível em: <https://www.bmj.com/content/374/bmj.n1493> Acesso em: 19 jun. 2023.

SOBOTTA, Johanes. Atlas de anatomia humana. V.2. ed.Médica Panamericana, 2006.

SOGARD, Abigail S.; MICKLEBOROUGH, Timothy D. The Therapeutic Role of Inspiratory Muscle Training in The Management of Asthma: A Narrative Review. *American Journal of Physiology-Regulatory, Integrative and Comparative Physiology*, 2023. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/37720997/> Acesso em: 29 set. 2023.

STARK, Timothy *et al.* Hand-held dynamometry correlation with the gold standard isokinetic dynamometry: a systematic review. *PM&R*, v. 3, n. 5, p. 472-479, 2011. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1934148210013250> Acesso em: 19 jun. 2023.

STAUSHOLM, Martin Bjørn *et al.* Short-and long-term effectiveness of low-level laser therapy combined with strength training in knee osteoarthritis: A randomized placebo-controlled trial. **Journal of Clinical Medicine**, v. 11, n. 12, p. 3446, 2022. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2077-0383/11/12/3446> Acesso em: 19 jun. 2023.

SUDRÉ, Graciano Almeida *et al.* Estudo da Implantação das Tecnologias de Informação na área da Saúde em Enfermagem: uma revisão integrativa de literatura. *Journal of Health Informatics*, v. 12, n. 1, 2020. Disponível em: <http://www.jhi-sbis.saude.ws/ojsjhi/index.php/jhi-sbis/article/view/588> Acesso em: 20 set. 2023.

WATSON, James C. Visão geral da dor. Manual MSD. *Mayo Clinic College of Medicine And Science*. Cincinnati, OH. 2022.