



UNIVERSIDAD
DE BURGOS



DISSERTAÇÃO MESTRADO

2025/2026

**“Abordagem Multimodal de Base Tecnológica na Reabilitação de Fratura Distal
Bilateral do Rádio: Um Estudo de Caso em Terapia da Mão”**

Mestrado em Terapia da Mão

Pedro Miguel Ribeiro Loureiro

Leiria, abril de 2026



UNIVERSIDAD
DE BURGOS



**“Abordagem Multimodal de Base Tecnológica na Reabilitação de Fratura Distal
Bilateral do Rádio: Um Estudo de Caso em Terapia da Mão”**

Mestrado em Terapia da Mão

Pedro Miguel Ribeiro Loureiro

DNI/CC: 14432432 6 ZW4

Dissertação/Trabalho de Projeto realizada/o sob a orientação de:

Professor Doutor Jaime Emanuel Moreira Ribeiro

Professora Elisabete Jorge da Costa Roldão

Leiria, abril de 2026

Originalidade e Direitos de Autor

A presente dissertação é original, elaborada unicamente para este fim, tendo sido devidamente citados todos os autores cujos estudos e publicações contribuíram para a elaborar.

Reproduções parciais deste documento serão autorizadas na condição de que seja mencionado o Autor e feita referência ao ciclo de estudos no âmbito do qual a mesma foi realizada, a saber, Curso de Mestrado em Terapia da Mão, no ano letivo 2025/2026, da Escola Superior de Saúde do Politécnico de Leiria (Portugal) e da Facultad de Ciencias de la Salud de Burgos (España), e, bem assim, à data das provas públicas que visaram a avaliação destes trabalhos.

Agradecimentos

Quero manifestar o meu maior agradecimento a todos aqueles que contribuíram de uma forma ou de outra, para a realização e concretização desta investigação.

Endereçar um profundo agradecimento em primeiro lugar, aos meus familiares e amigos, em especial à minha namorada, mãe, pai e irmão que acreditaram sempre em mim e em como conseguiria finalizar este projeto de investigação, mesmo quando surgiram obstáculos que quase me fizeram desistir, estiveram sempre lá para me apoiar e nunca me deixar desistir deste grande objetivo de vida.

Em segundo lugar agradecer ao Professor Doutor Jaime Ribeiro e à Professora Elisabete Roldão, a quem deixo um especial agradecimento pela orientação científica, constante disponibilidade demonstrada, e pelos conselhos ao longo deste percurso.

Em terceiro lugar endereçar um agradecimento especial ao participante da investigação em questão, que aceitou fazer parte deste estudo, onde no qual não tirou benefícios monetários, mas que lhe proporcionou uma reabilitação funcional do Membro intervencionado, tendo permitido o retorno à sua atividade laboral.

Por fim agradeço à Escola Superior de Saúde do Instituto Politécnico de Leiria em parceria com a Facultad de Ciencias de la Salud da Universidad de Burgos por me ter dado a oportunidade de ingressar no Curso de Mestrado em Terapia da Mão, o qual contribuiu muito para o meu desenvolvimento pessoal e profissional.

Resumo

A Fratura Distal do Rádio (FDR) é uma lesão traumática no Membro Superior (MS) com elevada incidência na população, que representa um desafio na reabilitação músculo-esquelética. Esta condição de saúde, resulta frequentemente de quedas, acidentes de trabalho, desportivos e/ou rodoviários. Representa limitações significativas na biomecânica, integridade articular e funcionalidade do punho e mão. Na Terapia Ocupacional (TO) nomeadamente, o reeducador da mão intervém na reabilitação funcional do punho e da mão, acompanhando a pessoa desde a ocorrência do trauma até à (re)aquisição da sua autonomia funcional.

A reabilitação mediada por tecnologia, enquanto complemento à terapia convencional, tem demonstrado potenciar a motivação e a adesão terapêutica da pessoa, promovendo benefícios sustentados para os clientes, devidamente suportados pela evidência científica.

Esta investigação teve como objetivos avaliar a eficácia da integração da tecnologia como complemento na reabilitação de fratura distal do rádio (FDR) e comparar o contributo de uma intervenção complementar de base tecnológica com uma intervenção tradicional. O estudo consistiu numa intervenção multimodal, desenvolvida através de um estudo de caso com amostragem não probabilística de natureza intencional. Foi descrito o processo de avaliação e intervenção em Terapia Ocupacional, realizado com um participante do sexo masculino, com 40 anos de idade, em processo de reabilitação após fratura distal do rádio.

Com o término das sessões de intervenção, verificaram-se melhorias significativas no participante, no que diz respeito ao aumento das amplitudes de movimento, da força de preensão global e de pinça, diminuição da dor e edema do punho e mão, e melhoria da aparência das cicatrizes. Esta melhoria permitiu ao participante readquirir a sua independência na realização das atividades de vida diária (AVD), e regressar à sua atividade laboral.

Palavras-chave: “Fratura Distal do Rádio”, “Terapia Ocupacional”, “Reabilitação”, “Tecnologia”.

Resumen

La fractura distal del radio (FDR) es una lesión traumática del miembro superior (MS) con una elevada incidencia en la población, lo que supone un reto para la rehabilitación musculoesquelética. Esta afección suele ser consecuencia de caídas, accidentes laborales, deportivos o de tráfico. Supone limitaciones significativas en la biomecánica, la integridad articular y la funcionalidad de la muñeca y la mano. En la Terapia Ocupacional (TO), concretamente, el reeducador de la mano interviene en la rehabilitación funcional de la muñeca y la mano, acompañando a la persona desde el momento del traumatismo hasta la (re)adquisición de su autonomía funcional.

La rehabilitación mediada por tecnología, como complemento de la terapia convencional, ha demostrado potenciar la motivación y la adherencia terapéutica de la persona, promoviendo beneficios sostenidos para los clientes, debidamente respaldados por la evidencia científica.

Esta investigación tuvo como objetivos evaluar la eficacia de la integración de la tecnología como complemento en la rehabilitación de la fractura distal del radio (FDR) y comparar la contribución de una intervención complementaria basada en la tecnología con una intervención tradicional. El estudio consistió en una intervención multimodal, desarrollada a través de un estudio de caso con muestreo no probabilístico de naturaleza intencional. Se describió el proceso de evaluación e intervención en Terapia Ocupacional, realizado con un participante de sexo masculino, de 40 años de edad, en proceso de rehabilitación tras una fractura distal del radio.

Al finalizar las sesiones de intervención, se observaron mejoras significativas en el participante, en lo que respecta al aumento de la amplitud de movimiento, de la fuerza de prensión global y de pinza, a la disminución del dolor y el edema de la muñeca y la mano, y a la mejora del aspecto de las cicatrices. Esta mejora permitió al participante recuperar su independencia en la realización de las actividades de la vida diaria (AVD) y reincorporarse a su actividad laboral.

Palabras clave: «Fractura distal del radio», «Terapia ocupacional», «Rehabilitación», «Tecnología».

Abstract

A distal radius fracture (DRF) is a traumatic injury to the upper limb (UL) with a high incidence in the general population, presenting a challenge in musculoskeletal rehabilitation. This condition often results from falls, accidents at work, sports injuries and/or road traffic accidents. It causes significant limitations in biomechanics, joint integrity and the functionality of the wrist and hand. In Occupational Therapy (OT) in particular, the hand therapist intervenes in the functional rehabilitation of the wrist and hand, supporting the individual from the time of the injury until the (re)acquisition of their functional autonomy.

Technology-mediated rehabilitation, as a complement to conventional therapy, has been shown to enhance the individual's motivation and adherence to treatment, promoting sustained benefits for clients, duly supported by scientific evidence.

The objectives of this research were to evaluate the effectiveness of integrating technology as a complement in the rehabilitation of distal radius fractures (DRF) and to compare the contribution of a technology-based complementary intervention with a traditional intervention. The study consisted of a multimodal intervention, developed through a case study using non-probabilistic, purposive sampling. The process of assessment and intervention in Occupational Therapy was described, carried out with a 40-year-old male participant undergoing rehabilitation following a distal radius fracture.

Following the completion of the intervention sessions, significant improvements were observed in the participant, including increased range of motion, improved overall grip strength and pinch strength, reduced pain and swelling in the wrist and hand, and an improvement in the appearance of the scars. This improvement enabled the participant to regain independence in performing activities of daily living (ADL) and return to work.

Keywords: “Distal Radius Fracture”, “Occupational Therapy”, “Rehabilitation”, “Technology”.

Índice

Originalidade e Direitos de Autor	iii
Agradecimentos.....	iv
Resumo.....	v
Resumen.....	vii
Abstract	ix
Lista de Figuras	xii
Lista de tabelas	xiv
Lista de siglas e acrónimos.....	xv
1. Introdução.....	16
2. Enquadramento Teórico	19
2.1. Fratura Distal do Rádio	19
2.1.1. Tratamento Cirúrgico	24
2.2. Tratamento Conservador (Tradicional).....	24
2.3. Evolução das Terapias Complementadas com Tecnologia	26
2.3.1. <i>BIOMETRICS E-LINK</i> [®]	28
3. Metodologia	31
3.1. Tipo de Estudo	31
3.1.1. População e Amostra.....	32
3.2. Caracterização do Participante e História Clínica.....	32
3.3. Materiais e Instrumentos de Avaliação	35
3.4. Intervenções Realizadas	41
3.4.1. Terapia Convencional	41
3.4.2. Terapia Convencional + Tecnologia	44
3.5. Frequência e Duração da Intervenção	47
3.6. Procedimentos Éticos e deontológicos	48
4. Resultados e Discussão	49
5. Conclusão	64
Referências Bibliográficas	66
Apêndices	71
Apêndice I	72
Apêndice II.....	76

Apêndice III.....	79
Apêndice IV.....	82
Apêndice V	85

Lista de Figuras

Figura 1- Fratura extra-articular, simples, por deslocação/inclinação dorsal (Colles)	20
Figura 2- Fratura extra-articular, simples, por deslocação/inclinação volar (Smith)	20
Figura 3- Fratura articular parcial sagital do bordo dorsal (Barton) simples	21
Figura 4- Fratura articular parcial sagital do bordo dorsal (Barton) fragmentada	21
Figura 5- fratura oblíqua do processo estilóide do rádio (Hutchinson)	21
Figura 6- Fratura completa, articular simples e metafisária	22
Figura 7- fratura completa, articular simples e metafisária multifragmentada	22
Figura 8- fratura completa, articular multifragmentada, metafisária simples ou multifragmentada	22
Figura 9- Sistema EP21	29
Figura 10- Dinamómetro G200	29
Figura 11- Pinchmeter P200	29
Figura 12- Wireless Kit 3	30
Figura 13- Raio X efetuado ao MSD e MSE no Serviço de Urgência	33
Figura 14- Raio X efetuado ao MSD e MSE com presença de material osteossíntese	34
Figura 15- Material Terapêutico (Esponja)	42
Figura 16- Material Terapêutico (Bola terapêutica)	42
Figura 17- Material Terapêutico (Digi-Flex)	42
Figura 18- Material Terapêutico (Redes Power Web)	43
Figura 19- Material Terapêutico (Barras de Torção)	43
Figura 20- Material Terapêutico (Halteres)	44
Figura 21- Imagem ilustrativa do jogo "Catch Balls"	45
Figura 22- Imagem ilustrativa do jogo "Break it"	46
Figura 23- Imagem ilustrativa do jogo "Match colors"	46

Figura 24- Imagem ilustrativa do jogo "Racing car"	46
Figura 25- Cicatriz pós-cirúrgica antes da intervenção MSD e MSE	57
Figura 26- Cicatriz pós-cirúrgica no fim da intervenção MSD e MSE	58
Figura 27- Resultado da avaliação da sensibilidade com o teste monofilamentos Semmes Weinstein	63

Lista de tabelas

Tabela 1- Valores de referência de cada articulação	36
Tabela 2- Valores padronizados do teste de monofilamentos <i>Semmes Weinstein</i>	39
Tabela 3- Momentos de Avaliação e Reavaliação da AROM	50
Tabela 4- Dados de avaliação da força de preensão	51
Tabela 5- Dados de reavaliação da força de preensão	52
Tabela 6- Dados de reavaliação final da força de preensão	52
Tabela 7- Avaliação da Força de Preensão Mantida	53
Tabela 8- Dados da avaliação da força de pinça	54
Tabela 9- Dados da reavaliação intermédia da força de pinça	54
Tabela 10- Dados da reavaliação final da força de pinça	55
Tabela 11- Dados obtidos na avaliação da perimetria	56
Tabela 12- Pontuações nos três momentos de avaliação da <i>DASH</i>	61
Tabela 13- Pontuações dos três momentos de avaliação na escala MIF	62

Lista de siglas e acrónimos

APA	<i>American Psychological Association</i>
APTA	<i>American Physical Therapy Association</i>
AROM	<i>Active Range of Motion</i>
ATOPlab	<i>Assistive Technology and Occupational Performance Laboratory</i>
AVD	Atividades de Vida Diária
AVDI	Atividades de Vida Diária Instrumental
AVG	<i>Average</i>
CM	Centímetros
CV	Coeficiente de Variação
<i>DASH</i>	<i>Disabilities of the Arm, Shoulder and Hand</i>
ECV	Escala de Cicatrização de Vancouver
ESS	Escola Superior de Saúde
<i>FOOSH</i>	<i>Fall On Outstretched Hand</i>
UBU	Universidad de Burgos
FDR	Fratura Distal do Rádio
IA	Inteligência Artificial
IFD	Interfalângicas Distais
IFP	Interfalângicas Proximais
MCF	Metacarpofalângicas
MIF	Medida de Independência Funcional
MS	Membro Superior
MSD	Membro Superior Direito
MSE	Membro Superior Esquerdo
MFR	Medicina Física e Reabilitação
OTA	<i>Orthopaedic Trauma Association</i>
PROM	<i>Passive Range of Motion</i>
RV	Realidade Virtual
TO	Terapia Ocupacional

1. Introdução

O presente trabalho surge no âmbito da Unidade Curricular de Dissertação, do 3º semestre do 2º ano do Curso de Mestrado em Terapia da Mão, realizado em associação entre a Escola Superior de Saúde do Politécnico de Leiria (Portugal) e da Facultad de Ciencias de la Salud da Universidad de Burgos (España).

Tem como título “Abordagem Multimodal de Base Tecnológica na Reabilitação de Fratura Distal Bilateral do Rádio: Um Estudo de Caso em Terapia da Mão”, tendo sido escolhido por motivos de interesse profissional, pela elevada frequência de casos de FDR no serviço de TO. Revela-se pertinente, dado que, constitui uma das condições de saúde do foro músculo esquelético, mais prevalentes, sobretudo associada a quedas, em adulto/as de meia-idade e idosos (Mehta et al., 2024).

Esta opção surgiu também, pela integração crescente de tecnologia, em processos de reabilitação, que tem demonstrado benefícios na recuperação motora, adesão terapêutica e monitorização de resultados (Moskiewicz & Sarzynska-Dlugosz, 2025). Embora haja este aumento da sua utilização bem como da sua evidência, ainda não está amplamente estudada, em especial em casos de FDR. Por esse facto, foram delineados objetivos, tendo em vista, avaliar a eficácia da complementaridade da tecnologia na reabilitação de FDR e comparar o contributo de uma intervenção complementar de base tecnológica relativamente a uma intervenção tradicional.

Procedeu-se então à realização de um estudo de caso de um participante com FDR Bilateral, que consistiu na intervenção num dos MS, utilizando uma abordagem complementar de base tecnológica, e no membro contralateral, apenas a abordagem tradicional convencionalmente realizada. Desta forma é possível realizar a comparação entre os resultados obtidos no processo de reabilitação do membro que recebeu intervenção por intermédio de tecnologia e do que recebeu uma abordagem tradicional, ponderando-se a evolução do membro dominante e não dominante.

Foram recolhidos dados de ambos os MS, em três momentos: uma avaliação inicial, uma avaliação intermédia (após nove sessões) e uma reavaliação no final da intervenção, obtendo-se valores de amplitudes articulares e de movimento, perímetro de edema, força de pinças, força de preensão e força sustentada, o grau de independência funcional na realização

das AVD e o impacto das disfunções do MS na capacidade da pessoa em realizar diversas atividades.

A intervenção foi realizada no serviço de TO de um Hospital privado em Leiria, onde em ambos os MS, recorreu-se aos métodos preparatórios, nomeadamente à termoterapia, à realização de técnicas manipulativas (massagem de modelação cicatricial; mobilização articular passiva, **ativa assistida**, ativa e ativa resistida), exercícios de destreza manual, nomeadamente de preensões globais e de pinças, e no âmbito do aumento da força, foram efetuados **exercícios resistidos** e de forma progressiva.

A intervenção no *Assistive Technology and Occupational Performance Laboratory* (aTOPlab) iniciou-se após o participante haver iniciado as sessões no serviço anteriormente referido. Por sugestão do estudante investigador, foi apresentado ao participante o estudo em questão e questionado o seu interesse em integrá-lo, com a realização das sessões no aTOPlab.

O participante manifestou concordância, demonstrando elevado interesse numa abordagem de reabilitação com recurso à tecnologia, bem como um forte empenho na melhoria do seu estado de saúde, com vista ao regresso à sua atividade profissional no menor tempo possível.

As sessões de reabilitação na aTOPlab centraram-se na intervenção no Membro Superior Esquerdo (MSE), por se tratar do membro que apresentava maiores limitações em comparação com o membro contralateral. Iniciaram-se com métodos preparatórios, com termoterapia, mobilização articular passiva, ativa assistida e ativa. Posteriormente, procedeu-se à utilização da tecnologia, com a realização de atividades gamificadas, através do software *Biometrics E-Link*[®].

Esta dissertação encontra-se dividida em três partes. Principia com o enquadramento teórico das FDR e a utilização de tecnologia em reabilitação. A segunda parte é constituída pela identificação dos objetivos do estudo e a explanação dos procedimentos metodológicos (participante, critérios de inclusão e exclusão, instrumentos, procedimentos de recolha de dados e análise estatística), éticos e deontológicos, utilizados. Na terceira parte são apresentados e abordados os resultados obtidos no decorrer do estudo desenvolvido, culminando com as conclusões provenientes dos mesmos, bem como, identificação de limitações e algumas recomendações para estudos futuros.

Este trabalho foi elaborado com base no guia de apresentação das dissertações ou dos trabalhos de projeto dos ciclos de estudos conducentes ao grau de Mestre em Terapia da

Mão. Na elaboração da presente dissertação recorreu-se à utilização de ferramentas de Inteligência Artificial (IA), nomeadamente o Microsoft 365 Copilot, como apoio à redação científica, bem como à pesquisa e análise de literatura científica relevante.

As referências bibliográficas segundo as normas da *American Psychological Association* (APA) 7ª edição.

2. Enquadramento Teórico

O presente capítulo tem como objetivo enquadrar teoricamente os principais conceitos relacionados com as FDR, abordar os seus mecanismos, a sua classificação, os protocolos de recuperação, as opções de tratamento cirúrgico e conservador e a evolução das terapias complementadas com tecnologia. Este enquadramento constitui a base conceptual para a compreensão do impacto destas abordagens na recuperação funcional e sustenta a análise desenvolvida ao longo da presente dissertação.

2.1. Fratura Distal do Rádio

A FDR é uma condição de saúde de foro músculo esquelético, que segundo estudos realizados recentemente, tem uma representatividade significativa na população atendida em serviços de urgência e traumatologia, e com um potencial de crescimento relativamente à sua incidência, nos últimos anos (Wu et al., 2021).

Recentemente foram publicadas diretrizes sustentadas em evidência, que realçam a importância de privilegiar uma abordagem de carácter individual, customizada de acordo com o tipo de fratura, a idade, as comorbilidades e exigências funcionais de cada pessoa (Jiang et al., 2025).

A extremidade distal do rádio tem como função crucial, a transmissão de carga do carpo para o antebraço, na congruência radiocárpica e estabilidade da articulação radioulnar distal (Jiang et al., 2025).

Os mecanismos de lesão envolvidos na FDR resultam de forças aplicadas sobre o punho que excedem a capacidade biomecânica do osso e das estruturas peri articulares. Variam conforme a posição do punho no momento do impacto, a direção da força aplicada, o tipo de trauma (de alta ou baixa energia, externo ou interno, e se é um trauma direto, de esforço, de repetição ou secundário) e as características da pessoa, onde se destacam, a densidade óssea e idade (Bokkisam et al., 2024; He & Blazar, 2019; Jiang et al., 2025; Matsuura et al., 2017; Wang et al., 2025).

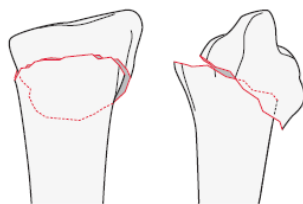
De entre os mecanismos usuais destacam-se como principais, o *Fall On Outstretched Hand (FOOSH)* (considerado o mecanismo com maior frequência), a queda sobre o punho fletido, queda de pequena altura (maior incidência na população idosa), queda durante prática

desportiva ou acidente rodoviário, e mecanismo por impacto direto no punho (Bokkisam et al., 2024; He & Blazar, 2019; Jiang et al., 2025; Matsuura et al., 2017; Wang et al., 2025).

As FDR na vertente clínica apresentam diversas classificações, dependendo do mecanismo de lesão, onde se salienta a distinção entre fraturas intra-/extra-articulares, o sentido do deslocamento (dorsal/palmar) e a estabilidade (Jiang et al., 2025). Segundo a classificação internacional da *Orthopaedic Trauma Association* (Meinberg et al., 2018), as FDR classificam-se como:

- Fraturas extra-articulares (avulsão da estilóide radial, em cunha ou multifragmentar):
 - Fratura de Colles (Figura 1) - ocorre devido a queda sobre o punho em extensão (entre os 40 e 90°), onde a força axial transmitida pela mão supera a resistência cortical do rádio, originando um desvio dorsal do fragmento distal (Bokkisam et al., 2024).

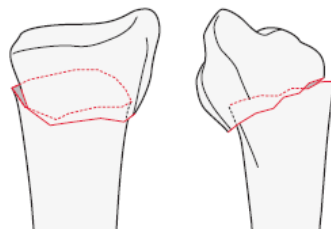
Figura 1- Fratura extra-articular, simples, por deslocação/inclinação dorsal (Colles)



Fonte: (Meinberg et al., 2018)

- Fratura de Smith (Figura 2) - ocorre impacto no dorso da mão, com o antebraço orientado num ângulo específico (30–45° no plano sagital), originando um desvio anterior do fragmento distal do rádio (Matsuura et al., 2017).

Figura 2- Fratura extra-articular, simples, por deslocação/inclinação volar (Smith)

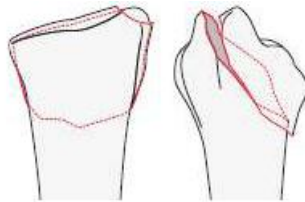


Fonte: (Meinberg et al., 2018)

- Parcialmente articulares (sagitais, rebordo dorsal e rebordo palmar):

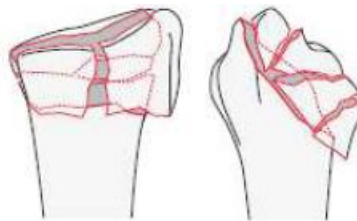
- Fratura de *Barton* (Figura 3 e 4) - resulta de um impacto aplicado ao punho em extensão ou flexão, causando deslocamento do fragmento intra-articular juntamente com a fileira proximal dos ossos do carpo (Wang et al., 2025).

Figura 3- Fratura articular parcial sagital do bordo dorsal (*Barton*) simples



Fonte: (Meinberg et al., 2018)

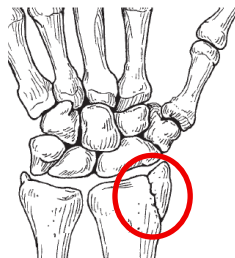
Figura 4- Fratura articular parcial sagital do bordo dorsal (*Barton*) fragmentada



Fonte: (Meinberg et al., 2018)

- Fratura de *Hutchinson* (Figura 5) - consiste numa fratura do processo estilóide radial, geralmente resultante de um mecanismo de impacto direto ou compressão transmitida pelo escafoide ao estilóide radial (Andreotti et al., 2020).

Figura 5- fratura oblíqua do processo estilóide do rádio (*Hutchinson*)

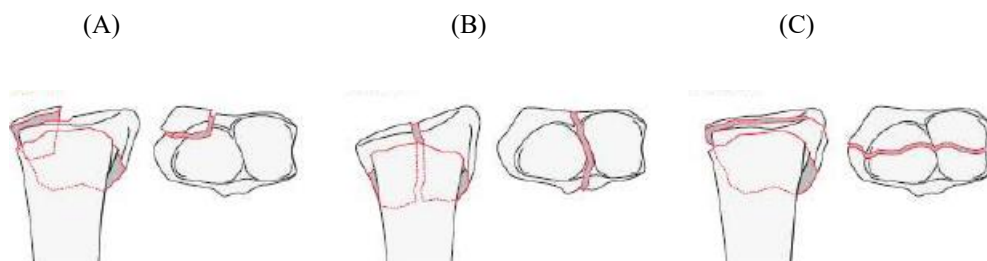


Fonte: (Hunter et al., 2000)

- Totalmente articulares-
 - articular e metafisária simples (Figura 6);

- articular simples/metafisária multifragmentar (Figura 7);
- articular multifragmentar/metafisária simples ou multifragmentar (Figura 8).

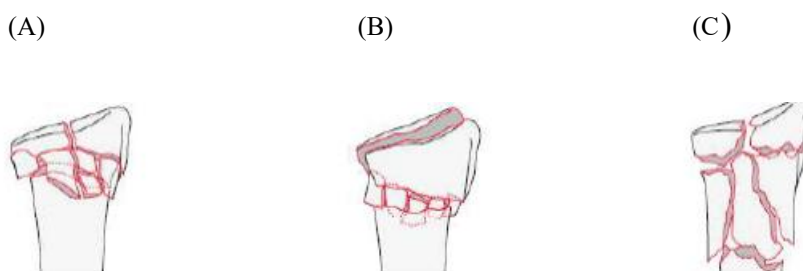
Figura 6- Fratura completa, articular simples e metafisária



- A) Fratura completa, articular dorsomedial e metafisiária
B) Fratura completa, articular sagital e metafisiária
C) Fratura completa, articular fontral/coronal e metafisiária

Fonte: (Meinberg et al., 2018)

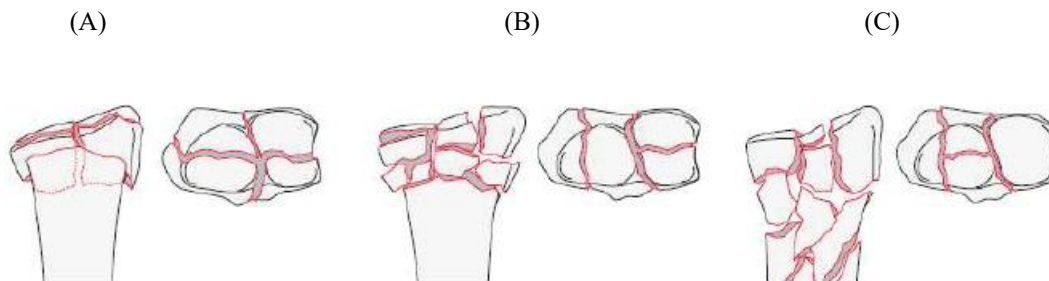
Figura 7- fratura completa, articular simples e metafisária multifragmentada



- (A) Fratura completa, articular sagital e metafisiária multifragmentada
(B) Fratura completa, articular frontal/coronal e metafisiária multifragmentada;
(C) Fratura completa, articular simples e metafisiária multifragmentada estendendo-se para a diáfise.

Fonte: (Meinberg et al., 2018)

Figura 8- fratura completa, articular multifragmentada, metafisária simples ou multifragmentada



- (A) Fratura completa, articular multifragmentada e metafisiária simples
(B) Fratura completa, articular multifragmentada e metafisiária multifragmentada

- (C) Fratura completa, articular multifragmentada e metafisiária multifragmentada estendendo-se para a diáfise

Fonte: (Meinberg et al., 2018)

A avaliação diagnóstica tem por base uma realização de exames radiográficos centrados no segmento distal do rádio e na observação clínica com ênfase na continuidade da pele, no edema, desvios, encurtamentos e lesões que possam estar associadas. O diagnóstico deve também estar dirigido para efetuar uma anamnese, obtendo informações sobre a mão dominante, a profissão/ocupações e as comorbilidades. Esta avaliação é fulcral para poder classificar o tipo e padrão de fratura, bem como orientar o tratamento mais adequado (Jiang et al., 2025).

A FDR representa assim limitações significativas na biomecânica, integridade articular e funcionalidade global do punho e mão (MacIntyre & Dewan, 2016; Nellans et al., 2012).

Quando a fratura é bilateral ocorrem repercussões acrescidas, uma vez que ambos os MS são afetados. Observa-se grande impacto na autonomia da pessoa, com elevadas dificuldades ou impedimentos na realização das AVD. Exige uma abordagem de reabilitação baseada em princípios biomecânicos e funcionais, particularmente exigente em contextos de bilateralidade, onde o risco de incapacidade funcional prolongada é superior (Jiang et al., 2025).

O tratamento da FDR deve ser individualizado, considerando o padrão de fratura e a anamnese efetuada e a avaliação dos componentes motores, sensoriais e funcionais. As diretrizes terapêuticas estipuladas, convergem para dar prioridade à recuperação funcional, reduzir a dor, prevenir complicações secundárias (pseudoartrose, algoneurodistrofia, calcificação viciosa, rigidez articular, limitação de amplitudes articulares e fraqueza muscular), restabelecer padrões de movimento e função, com o intuito, de otimizar o desempenho ocupacional (Jiang et al., 2025).

Existem dois tipos principais de tratamento para a FDR: o conservador e o cirúrgico, cuja seleção depende da tipologia e gravidade da fratura. O tratamento conservador caracteriza-se pela imobilização durante um período que varia entre quatro e seis semanas, geralmente indicado para fraturas extra-articulares, sem esquirolas significativas e que apresentem um alinhamento considerado aceitável. Neste contexto, a reabilitação deve ser cuidadosamente estruturada, iniciando-se a mobilização a partir da quarta semana após o período de imobilização. Paralelamente, é fundamental proporcionar à pessoa o ensino de técnicas de

posicionamento, de auto-mobilização e estratégias facilitadoras, adequado e orientado para a prevenção, fator determinante para o sucesso do processo terapêutico (American Academy of Orthopaedic Surgeons, 2020).

2.1.1. Tratamento Cirúrgico

A abordagem cirúrgica é geralmente indicada nos casos de fraturas instáveis, intra-articulares com incongruência articular significativa, associadas a deslocamento e perda de parâmetros anatómicos críticos, bem como em situações onde as exigências funcionais do doente o justifiquem. Dentro das técnicas cirúrgicas utilizadas nestes casos, as principais passam pela (American Academy of Orthopaedic Surgeons, 2020):

- Redução aberta e fixação interna com placa volar (ORIF) (padrões instáveis/volares);
- Fios de *Kirschner* (K-wires) (aquando de uma boa redução fechada);
- Fixação externa para fraturas cominutivas, com esquirolas, encurtamento, rotação e comprometimento de tecidos moles.

Estudos recentes demonstram que a técnica de redução aberta com fixação interna (ORIF) influencia de forma significativa a ocorrência de complicações pós-cirúrgicas, nomeadamente no que respeita ao risco de infeção. A revisão sistemática de Cruciani et al. (2025) evidenciou que este método apresenta uma taxa de infeção substancialmente inferior quando comparado com outras técnicas de estabilização, registando 2% de infeções, face a 12% associadas aos fios de Kirschner (K-wires) e 13,9% à fixação externa (Cruciani et al., 2025)

2.2. Tratamento Conservador (Tradicional)

A reabilitação das FDR deve ser cuidadosamente orientada e estruturada, uma vez que estes fatores são determinantes para o resultado funcional. Em contextos pós-cirúrgicos, o tratamento conservador tem como objetivos primordiais a proteção da fixação interna, a prevenção de deslocamentos secundários, a redução da dor e do edema, a preservação da mobilidade dos dedos, cotovelo e ombro no pós-operatório imediato, bem como a promoção gradual e estruturada da recuperação, da mobilidade, do punho e da força funcional, de forma previsível e segura (Mehta et al., 2024).

A intervenção inicia-se habitualmente com um período de imobilização, com a duração aproximada de uma a duas semanas, durante o qual se recomenda evitar esforços e carga com o membro intervencionado. Nesta fase, incentiva-se a realização de **movimentos ativos**

dos dedos, cotovelo e ombro, com o objetivo de prevenir rigidez articular, facilitar a redução do edema e manter a mobilidade das articulações não intervencionadas. Esta fase é essencial, uma vez que permite proteger os tecidos moles, promover o processo de cicatrização e preservar a mobilidade da mão e das articulações proximais (Botsford, 2021).

Os diversos protocolos de reabilitação existentes organizam-se em fases progressivas, que incluem a imobilização inicial, a mobilização precoce quando clinicamente segura, técnicas de controlo do edema (compressão, drenagem linfática e crioterapia), exercícios para promoção da amplitude articular, fortalecimento progressivo e educação para o retorno gradual às AVD (American Academy of Orthopaedic Surgeons, 2020).

Na Fase I (um a onze dias):

- Imobilização pós-cirúrgica do membro intervencionado.
- Evitar realizar esforços e carga.
- Incentivar a realização de movimentos ativos dos dedos, cotovelo e ombro, com vista à prevenção de rigidez articular e à redução do edema.
- Esta fase permite proteger os tecidos moles, favorecer a cicatrização da ferida cirúrgica e manter a mobilidade distal (dedos) e proximal (cotovelo e ombro) (Botsford, 2021).

Na Fase II (11º dia até cinco semanas):

- Iniciar **mobilização ativa assistida e ativa** do punho (flexão, extensão e desvios) e do antebraço (prono-supinação), respeitando limites de dor e critérios de segurança clínica.
- Promover o aumento gradual da **Amplitude de Movimento Ativa (AROM)** do punho e antebraço.
- Introduzir progressivamente carga funcional até um máximo de aproximadamente 2 kg.
- Implementar técnicas de redução do edema, incluindo compressão (por exemplo, ligadura de Coban), drenagem linfática e crioterapia (Botsford, 2021; Ridley, 2023).

Na Fase III (seis a oito semanas):

- Introduzir **mobilização passiva** do punho e antebraço, com o objetivo de promover o aumento da **Amplitude de Movimento Passiva (PROM)**, sempre que clinicamente indicado e tolerado.

- Continuar a progressão da **AROM** do punho (flexão, extensão e desvios).
- Aumentar progressivamente a carga funcional até cerca de 4,5 kg.
- Iniciar fortalecimento progressivo através de exercícios de preensão, utilizando bolas terapêuticas, silicone terapêutico e exercícios contra resistência leve (por exemplo, bandas elásticas) (Botsford, 2021; Ridley, 2023).

Na Fase IV (nove a doze semanas):

- Realizar exercícios de resistência e sobrecarga progressiva.
- Introduzir atividades com impacto controlado e tarefas específicas relacionadas com a atividade profissional e/ou desportiva do indivíduo.
- Após a 12.^a semana, poderá ser equacionado o regresso à atividade laboral ou ocupacional, com eventuais condicionamentos, de acordo com a tolerância ao esforço, presença de dor e força funcional recuperada ao longo do processo de reabilitação (Ridley, 2023).

O sucesso do processo de reabilitação depende da qualidade e estabilidade da redução efetuada, do sucesso do procedimento cirúrgico, das características individuais da pessoa e do seu nível de adesão ao programa de reabilitação (American Academy of Orthopaedic Surgeons, 2020).

2.3. Evolução das Terapias Complementadas com Tecnologia

A tecnologia ao longo dos últimos largos anos, tornou-se, um segmento essencial, na área da reabilitação, pois permite uma medição objetiva, personalização terapêutica e monitorização contínua da intervenção. A literatura, aborda a utilização de tecnologia na reabilitação, por intermédio de produtos de apoio mais tradicionais, como as ortóteses e próteses, bem como através de dispositivos mais tecnológicos/digitais como sensores biométricos, sistemas de *biofeedback*, plataformas digitais, dispositivos robóticos, realidade virtual (RV) e aumentada, estratégias de gamificação e IA, com intervenção direta na avaliação, no tratamento e organização dos cuidados, ampliando a eficácia das terapias tradicionais (Kuroda et al., 2021).

Na evolução da terapia complementada com tecnologia, os sensores biométricos, têm vindo a desempenhar um papel central neste desenvolvimento. Os dispositivos vestíveis e sistemas de medição contínua, permitem avaliar diversos sinais fisiológicos, tais como, a frequência

cardíaca e sua variabilidade, atividade eletrodérmica, movimento corporal e padrões respiratórios. Destaca-se também a utilização de sensores inerciais, sistemas de visão computacional e dispositivos *wearable*, que oferecem a possibilidade de recolha de dados em ambientes naturais, proporcionando avaliações mais precisas e contextuais do comportamento motor e emocional do utente, facilitando intervenções personalizadas (Kuroda et al., 2021).

O *Biofeedback*, trata-se de uma tecnologia consolidada que permite à pessoa modificar o seu estado fisiológico, através de monitorização em tempo real. Estudos de revisão referem que estas abordagens têm se revelado eficazes na redução de ansiedade, stress e dor, com benefícios adicionais ao permitir uma maior participação ativa da pessoa (Lüddecke & Felnhofer, 2022).

A RV tem vindo a registar um desenvolvimento significativo, evoluindo de simples simulações para um instrumento terapêutico robusto, capaz de reproduzir cenários precisos que potenciam intervenções psicológicas e fisiológicas. A literatura recente indica que a eficácia terapêutica, deve-se à sua capacidade de proporcionar ambientes imersivos que replicam estímulos do mundo real em condições controladas, aumentando o impacto das intervenções e facilitando a generalização das competências para o quotidiano. O *biofeedback*, gamificação e IA, têm sido elementos introduzidos na RV, que permitiram um desenvolvimento ainda maior e mais consolidado desta tecnologia, tornando as intervenções, mais acessíveis, envolventes e personalizadas (Bell et al., 2024).

A gamificação, tem vindo a demonstrar ser uma das abordagens mais eficazes. Incorporada em intervenções associadas à RV, aplicações de saúde digital e plataformas de treino cognitivo, permite a utilização de mecânicas típicas de jogos, tais como, desafios, progressão de níveis, recompensas e feedback instantâneo, com o intuito de promover, o aumento do envolvimento na reabilitação, a motivação, o foco atencional superior e comportamentos desejáveis (Blackmore et al., 2024).

Observa-se portanto, que a evolução das terapias complementadas por tecnologia, tem vindo a aumentar com um objetivo claro de direcioná-las à integração multimodal, através de sensores, *biofeedback*, RV e gamificação, frequentemente apoiados por sistemas de IA, que otimizam a experiência de cada pessoa.

Apesar deste aumento e evolução da tecnologia como complemento das terapias convencionais, existem ainda desafios importantes nesta temática, como a necessidade de

maior diversidade de ensaios clínicos, estudos longitudinais mais robustos, normas éticas claras e acessibilidade tecnológica de forma equitativa (Garofano et al., 2025; Lüddecke & Felnhofner, 2022; Zhao et al., 2026).

2.3.1. BIOMETRICS E-LINK®

A tecnologia utilizada neste estudo de caso foi o *Biometrics E-link*®, que se caracteriza por ser um sistema na área clínica, computadorizado, que combina avaliação precisa e exercícios inovadores, com jogos para diversas condições de saúde. A ligação dos instrumentos ao computador pode ser realizada com e sem fios, facilitando assim a sua utilização, quer em contexto clínico, comunitário ou domiciliário (Biometrics Ltd, n.d.).

Disponibiliza aplicações clínicas para avaliação precisa e exercício inovador nas áreas da TO e Fisioterapia. Pode ser usado quer no âmbito da avaliação clínica, quer na reabilitação neurológica, pediátrica, musculoesquelética ou outras (Biometrics Ltd, n.d.).

Utiliza uma variedade de instrumentos de precisão que permitem o registo/cálculo automático de valores e documentação computadorizada. Possibilita avaliação da força de preensão e pinça, da força sustentada de preensão e pinças, das amplitudes articulares e de movimento quer a PROM quer a AROM, força aplicada em testes musculares manuais e equilíbrio. Permite também registar outros parâmetros de avaliação, tais como, a o nível de sensibilidade da pessoa (Biometrics Ltd, n.d.).

O *E-Link* combina sensores com atividades graduadas em computador, proporcionando às populações de todas as idades, um grande benefício terapêutico. Permite ao técnico, configurar um sistema que responda da melhor forma às necessidades de avaliação e documentação clínica, bem como escolher o exercício terapêutico mais adequado (Biometrics Ltd, n.d.).

O seu software tem capacidade para gerar relatórios de progresso e, documentação abrangente (cálculos de défice funcional e dados), que é facilmente exportada, permitindo a realização da sua análise, de modo a avaliar a evolução da pessoa, no início, durante e fim da intervenção (Biometrics Ltd, n.d.).

O sistema utilizado neste estudo de caso foi o EP21, indicado para a reabilitação do MS, que engloba diversos instrumentos para a realização dos jogos, tendo em vista a reabilitação do punho (flexão, extensão, desvio radial e ulnar), do antebraço (pronação e supinação), do cotovelo (flexão e extensão) e ombro (flexão, extensão, abdução, adução, rotação interna e

externa). Os jogos podem ser controlados com diversos dispositivos, que permitem ao técnico, diversificar o treino de amplitudes e de força, com os variados instrumentos presentes no EP21 (Figura 9) referido anteriormente (Biometrics Ltd, n.d.).

Figura 9- Sistema EP21



Fonte: (Biometrics Ltd, n.d.)

Este kit incorpora um Dinamómetro (G200) (Figura 10) semelhante ao dinamómetro Jamar[®] e um Pinchmeter (P200) (Figura 11), com o intuito de avaliar a força de preensão e de pinça respetivamente. O Dinamómetro regista valores entre os 0.1kg e 90kg e o Pinchmeter entre os 0.1kg e 22kg.

Figura 10- Dinamómetro G200



Fonte: (Biometrics Ltd, n.d.)

Figura 11- Pinchmeter P200



Fonte: (Biometrics Ltd, n.d.)

Ambos possibilitam a realização de testes de força, de entre os quais se destacam (Biometrics Ltd, n.d.):

- força máxima de apreensão;
- força máxima de pinça (chave, tríade e polpa a polpa);
- covariância;
- força sustentada;
- força de pinça sustentada;
- endurance;
- tempo até ao pico de força;
- taxa de esforço (últimos 60% do tempo).

Apresenta ainda dois goniómetros, um pequeno, para avaliar as amplitudes dos dedos e o punho, e o grande, de modo a avaliar as amplitudes do antebraço, cotovelo e ombro, permitindo registar valores das amplitudes articular e de movimento (Biometrics Ltd, n.d.).

Em relação à componente *wireless*, o *E-Link*, contém diversos kits, sendo que o usado nas sessões de avaliação e intervenção, foi o *Wireless kit 3* (Figura 12), que continha três adaptadores wireless, um dongle *wireless* e um carregador de bateria destes dispositivos. Este sistema permite um funcionamento em conjunto com o *hardware E-Link*, além de permitirem, operar como sistemas sem fio, totalmente independentes (Biometrics Ltd, n.d.).

Figura 12- Wireless Kit 3



Fonte: (Biometrics Ltd, n.d.)

3. Metodologia

O presente estudo enquadra-se numa abordagem metodológica de Estudo de Caso interventivo, centrado na reabilitação de um participante com dupla fratura distal do rádio, envolvendo ambos os membros superiores. Este desenho metodológico permite uma análise aprofundada do processo de intervenção e dos seus efeitos, em contexto real, particularmente pertinente em situações clínicas complexas e pouco frequentes.

A particularidade deste estudo reside no facto de os dois membros superiores do mesmo participante terem sido alvo de abordagens terapêuticas distintas, possibilitando uma análise comparativa intrassujeito. Num dos membros superiores foi aplicada exclusivamente Terapia Ocupacional convencional, assumindo este um papel de referência ou controlo. No membro contralateral, para além da intervenção convencional em Terapia Ocupacional, foi integrada uma intervenção complementar de base tecnológica, recorrendo ao sistema E-link da Biometrics, nomeadamente ao equipamento EP-21, com o objetivo de potenciar o processo de reabilitação funcional.

A intervenção e a recolha de dados decorreram no Assistive Technology and Occupational Performance Laboratory (aTOPlab), por se tratar de um contexto especializado que reúne as condições técnicas e científicas necessárias à implementação de protocolos de reabilitação assistida por tecnologia, incluindo a disponibilidade do equipamento EP-21 do sistema E-link da Biometrics. Este enquadramento possibilitou a monitorização sistemática da intervenção, bem como a recolha estruturada de dados quantitativos e qualitativos ao longo do processo terapêutico.

3.1. Tipo de Estudo

A investigação realizada corresponde a um Estudo de Caso, entendido como uma abordagem metodológica de investigação que se centra na análise aprofundada de fenómenos ocorridos em contexto real. Este tipo de estudo pode incidir sobre um ou mais indivíduos, grupos, organizações ou comunidades. De acordo com Clemente Jr. (2012), permite lidar com uma diversidade de evidências, resultantes da análise documental, da recolha de dados em contexto, da realização de entrevistas e da observação direta do caso em estudo (Leoncio & Peixoto, n.d.).

De acordo com Yin (2010), o presente estudo de caso assume-se como exploratório-descriptivo. A componente exploratória, caracteriza-se na obtenção de um maior conhecimento sobre determinado tema pouco estudado, estruturando questões para futuras investigações. O modo descritivo, que se centra numa descrição detalhada de uma dada situação ou intervenção no seu contexto real. Neste estudo, procedeu-se a uma descrição e intervenção em um determinado caso de um indivíduo em contexto real, permitindo um melhor controlo das variáveis, por serem ambos os MS de apenas um participante (Leoncio & Peixoto, n.d.).

3.1.1. População e Amostra

A amostra utilizada neste estudo foi de cariz não probabilística intencional, uma vez que o participante neste estudo, foi selecionado pelo estudante da equipa de investigação de forma deliberada, tendo por base as suas características específicas, consideradas essenciais para este estudo (FDR bilateral).

O critério de inclusão primordial passou pela seleção de pessoas que tivessem sofrido FDR bilateralmente, e se encontrassem em reabilitação num serviço de ambulatório de um Centro Hospitalar Privado.

Como critérios de exclusão foram delineadas a existência de dificuldades cognitivas que constrangessem a compreensão, alterações neurológicas, limitações musculoesqueléticas pré-existentes e fraturas nos membros superiores, medicamente diagnosticadas, além das determinadas para o estudo.

Após a execução destes critérios acima referidos, o estudo teve a participação de uma pessoa em idade ativa, sem antecedentes pessoais a assinalar, tendo sofrido uma FDR Bilateral.

3.2. Caracterização do Participante e História Clínica

O participante do estudo, é do sexo masculino, com 40 anos de idade, residente na localidade de Leiria, com a mão direita como dominante. Na vertente profissional, o participante trabalha na área da canalização.

A lesão ocorreu no exercício da sua atividade profissional, em ambos os MS, após queda de altura. Foi atendido no serviço de urgência da Unidade Local de Saúde da Região de Leiria (ULSRL), no dia 12/09/2025 aquando da ocorrência da lesão. Após realização da Triagem de Manchester e Exames Complementares de Diagnóstico (Raio X) (Figura 13), foi diagnosticado com fratura cominutiva com desvio dorsal no MSE, sem congruência da cortical palmar, e no membro superior direito (MSD), com fratura articular completa com

atingimento da fossa semilunar, com risco de desvio secundário. O médico ortopedista procedeu à redução fechada de ambas as fraturas, com imobilização gessada. A 16 de setembro, quatro dias após o acidente, deslocou-se às urgências de um centro hospitalar privado em Leiria, devido a muitas queixas álgicas em ambos os MS, onde foi consultado por um médico ortopedista, tendo este prescrito novos Exames Complementares de Diagnóstico (Raio-x). confirmou-se a necessidade de intervenção cirúrgica em ambos os membros superiores, tendo em consideração a complexidade e instabilidade das fraturas resultantes da queda. A intervenção cirúrgica realizou-se no dia 24 de setembro, com fixação através de material de osteossíntese (placa e parafusos), que se podem visualizar na figura 14, e imobilização durante aproximadamente quatro semanas. Concluído o período de imobilização, deslocou-se à consulta pós-operatória, onde foram prescritos tratamentos em Terapia Ocupacional no serviço de MFR no centro hospitalar privado em Leiria.

Figura 13- Raio X efetuado ao MSD e MSE no Serviço de Urgência



Fonte: Participante na investigação

Figura 14- Raio X efetuado ao MSD e MSE com presença de material osteossíntese



Fonte: Participante na investigação

No início dos tratamentos a pessoa demonstrava-se bastante queixosa, observando-se os membros edemaciados (maior predominância no MSE), rigidez no punho e dedos de ambos os membros, limitações articulares e de mobilidade em todos os movimentos do punho. As cicatrizes, apresentavam um bom nível de cicatrização, com uma hiperpigmentação do

tecido cicatricial, uma vascularização avermelhada, alguma espessura e uma flexibilidade maleável.

Por indicação médica, os primeiros tratamentos realizados no serviço de MFR incluíram a aplicação de massagem de drenagem linfática para redução do edema, seguida de mobilização passiva com progressão gradual da amplitude, ajustada tanto às queixas álgicas como à evolução funcional observada em cada sessão.

A intervenção terminava com a aplicação de crioterapia, com o objetivo de diminuir o edema e aliviar a dor. Com o avançar das sessões de intervenção e redução do respetivo edema, modificou-se o tipo de termoterapia utilizada, alterando a aplicação de crioterapia (terapia por frio) pela terapia de calor, com o intuito de promover a elasticidade dos tecidos e relaxamento muscular, diminuindo a rigidez articular e facilitando a mobilização da articulação.

Nos tratamentos realizados no aTOPlab¹, foi planeado, iniciar com a utilização de termoterapia, executando depois mobilização passiva, ativa assistida e ativa ao MSE (membro escolhido para esta intervenção complementar de base tecnológica), procedendo por fim, à utilização do *Biometrics E-link*[®], para a realização das atividades programadas. Estes procedimentos serão explicados em detalhe adiante.

3.3. Materiais e Instrumentos de Avaliação

A avaliação funcional do MS nomeadamente, da mão, punho e antebraço, é uma componente essencial da prática em TO e Terapia da Mão. Por este facto foi efetuada uma avaliação, no início da intervenção, uma reavaliação intermédia (após nove sessões), e uma reavaliação final, no término das sessões de intervenção delineadas.

Neste processo procedeu-se à avaliação de:

- Amplitudes articulares e de movimento, através da goniometria;
- Avaliação da força de preensão da mão e da força de pinça, com o recurso a um dinamómetro e pinchmeter respetivamente;
- Avaliação do edema através da perimetria;
- Avaliação da cicatriz através da Escala de Cicatrizações de Vancouver (ECV);
- Avaliação da dor pela escala analógica da dor;

¹ Estrutura do Politécnico de Leiria

- Instrumentos padronizados:
 - *Disabilities of the Arm, Shoulder and Hand (DASH)*- avaliar incapacidade e sintomas relacionados ao membro superior;
 - Medida de Independência Funcional (MIF)- avaliar o nível de independência de uma pessoa nas AVD.
 - Teste de monofilamentos *Semmes Weinstein*- Avaliação da sensibilidade tátil e protetora da pele.

As amplitudes articulares e de movimento avaliam-se por intermédio de um goniómetro universal, digital ou articulado, que permite medir os movimentos de cada articulação. Na sua execução, alinhou-se o eixo do goniómetro, perpendicularmente ao centro da articulação, a linha fixa do goniómetro no segmento proximal e a linha móvel no segmento distal do participante. Após o alinhamento do goniómetro, a avaliação prosseguiu com a realização dos movimentos de amplitude, passivo/ativo, e respetiva leitura e registo dos valores obtidos pelo participante na sua execução (Fess & Moran, 1981).

As articulações avaliadas neste estudo foram o antebraço, punho e mão, em que os valores de referência, segundo o manual de goniometria (Marques, 2003) são os seguintes (tabela 1):

Tabela 1- Valores de referência de cada articulação

Antebraço	
Pronação	0-90°
Supinação	0-90°
Punho	
Flexão	0-90°
Extensão	0-70°
Desvio Ulnar	0-45°
Desvio Radial	0-20°
Polegar	
Flexão	0-15°
Extensão	0-70°
Abdução	0-70°

Flexão Interfalângica	0-80°
Extensão Interfalângica	0-20°
Metacarpofalângicas	
Flexão	0-90°
Extensão	0-30°
Abdução	0-20°
Adução	0-20°
Interfalângicas Proximais	
Flexão	0-110°
Extensão	0-10°
Interfalângicas Distais	
Flexão 2° ao 5° dedo	0-90°
Extensão 2° ao 5° dedo	0-10°

No presente estudo de caso a força de preensão palmar foi avaliada por constituir um indicador funcional essencial na análise do desempenho da mão, particularmente relevante em situações de comprometimento tendinoso, neurológico ou ortopédico. Dada a sua estreita relação com a capacidade de executar as AVD, a sua medição revelou-se fundamental para compreender o impacto da fratura bilateral do rádio na funcionalidade global da pessoa (Suresh et al., 2025; Vaishya et al., 2024).

A avaliação seguiu o protocolo recomendado pela *American Society of Hand Therapists* (1981), apenas na medida necessária para garantir a padronização do procedimento. Assim, a pessoa foi posicionada sentada, com os pés apoiados no chão, costas encostadas ao encosto da cadeira, ombro aduzido, cotovelo a 90°, antebraço em posição neutra e punho entre 0° e 30° de extensão. Utilizou-se o dinamómetro na posição de teste habitual (posição 2), solicitando-se três tentativas por membro, com intervalos de um minuto entre cada medição. A média das três medições foi posteriormente registada, permitindo a comparação bilateral dos valores. Durante o teste, foi fornecido incentivo verbal rítmico (“força, força, força”), conforme descrito por Mathiowetz et al. (1984), para promover o máximo desempenho de preensão (Fess & Moran, 1981; Mathiowetz et al., 1985).

O *pinchmeter* avalia a força de pinça, quantificando a capacidade dos dedos em realizar preensões finas, como pinça polpa-polpa, pinça lateral e pinça em tríade (Coldham et al., 2006; Fess & Moran, 1981).

Foi utilizado o *pinchemeter* (P200) presente no EP21 do Biometrics *E-link*[®] para a elaboração deste estudo de caso. No momento da avaliação a pessoa mantém o procedimento de teste recomendado pela *American Society of Hand Therapists*, na posição de sentada, com os pés apoiados no chão, costas encostadas ao encosto da cadeira, ombro aduzido, cotovelo a 90°, antebraço em posição neutra, punho entre 0° e 30° de extensão, com 0° a 15° de desvio ulnar. Na pinça lateral, o aparelho é colocado entre a face lateral do dedo indicador e a polpa do polegar. Na pinça em tríade, é colocado entre a polpa do polegar e a polpa dos dedos indicador e médio. Na pinça polpa-polpa, é posicionado entre a ponta do polegar e a ponta do dedo indicador. Realizou em ambos os MS, três repetições de cada uma das pinças, com a duração de três segundos cada, sendo a média obtida desta avaliação, o valor a considerar (Coldham et al., 2006; Fess & Moran, 1981).

Este teste demonstra-se essencial para a avaliação de condições, como; a síndrome do túnel cárpico, neuropatias periféricas, lesões músculo tendinosas, e disfunções finas da mão (Coldham et al., 2006; Fess & Moran, 1981).

A perimetria avalia as alterações volumétricas dos membros, neste caso o edema que corresponde ao acúmulo anormal de líquido no espaço intersticial, resultando em aumento do volume tecidual. A identificação e monitorização do edema é fundamental para orientar o plano terapêutico, avaliar a evolução clínica e determinar a eficácia das intervenções. Nesta avaliação utilizou-se uma fita métrica inelástica, de modo a fazer a medição do perímetro de segmentos corporais, registando-os em centímetros (cm) em pontos de referência anatómicos padronizados (Kopecký et al., 2014)

Realizou-se a medição destes pontos com início no punho e mão, o participante na posição de pé, braço relaxado e ligeiramente abduzido, cotovelo flexionado a aproximadamente 90°, antebraço descontraído e em supinação e a palma da mão aberta. A fita métrica posicionada em toda extensão do punho, perpendicularmente ao eixo longo do antebraço, efetuando a medição ao nível das apófises estiloides (radial e ulnar), articulações Metacarpofalângicas (MCF) e Interfalângicas proximais (IFP) dos dedos (Farina et al., 2024; Kopecký et al., 2014).

A avaliação da cicatriz e identificação das suas variáveis é essencial no processo de reabilitação, uma vez que permite analisar de forma objetiva e sistemática as alterações estruturais e funcionais do tecido cicatricial. Resulta do processo de reparação tecidual e podem apresentar diferentes características: vascularização (normal, rosada, avermelhada, púrpura), pigmentação (normopigmentação, hipo ou hiperpigmentação), flexibilidade (rigidez, aderências, presença de bandas fibrosas), altura/espessura (projeção da cicatriz em relação ao tecido adjacente), textura e sensibilidade (Santos et al., 2014).

Na avaliação da cicatriz do participante, foi utilizada a ECV (Santos et al., 2014). Esta quantifica quatro domínios (vascularidade, pigmentação, flexibilidade e espessura) atribuindo uma pontuação em cada um, onde o valor final varia de zero a treze, sendo a pontuação mais baixa, correspondente ao melhor resultado (Santos et al., 2014).

Ao nível da avaliação sensorial, foi utilizado o teste de monofilamentos *Semmes-Weinstein*, com o intuito de avaliar a sensibilidade cutânea do participante. Este teste é utilizado em contexto de lesões nervosas periféricas, neuropatias e disfunções do membro superior e inferior. É constituído por um conjunto de filamentos de nylon calibrados, onde cada um aplica uma força padronizada, quando em contacto com a pele, permitindo quantificar o limiar de perceção tátil da pessoa.

De acordo com as normas estabelecidas por Bell-Krotoski (1990), os filamentos apresentam códigos de cor e calibres padronizados, com valores distribuídos entre forças muito leves (ex.: 0.05 g) até pressões elevadas (ex.: 300 g), tal como representado na tabela 2 em seguida, e que possibilitam a identificação de alterações sensoriais de forma graduada.

Tabela 2- Valores padronizados do teste de monofilamentos *Semmes Weinstein*

Cor	Tamanho do filamento	Força Aplicada (g)	Interpretação
Verde	1.65 a 2.83	0.008 a 0.07 g	Normal
Azul	3.22 a 3.61	0.16 a 0.4 g	Toque leve diminuído
Roxo	3.84 a 4.31	0.6 a 2 g	Sensação protetora diminuída
Vermelho	4.56 a 4.93	4 a 8 g	Perda de sensação protetora
Laranja	5.07 a 5.88	10 a 60 g	Perda de sensação protetora (acentuada)

Rosa	6.10 a 6.65	100 a 300 g	Apenas sensação de pressão profunda
------	-------------	-------------	-------------------------------------

A sua aplicação consiste na colocação do monofilamento perpendicularmente à pele, em diferentes regiões corporais, exercendo pressão até causar a sua flexão, durante 1,5 segundos, e questionar a pessoa se sente o estímulo. Inicia-se pelos filamentos de menor força, aumentando de forma gradual, até que a pessoa percecione o estímulo.

Para a avaliação da dor foi utilizada a Escala Numérica da Dor, que consiste na autoavaliação da intensidade dolorosa percebida pela pessoa numa escala de 0 a 10, em que 0 corresponde à ausência de dor e 10 à dor máxima imaginável. Os valores intermédios são classificados da seguinte forma: 1 a 3 – dor ligeira; 4 a 7 – dor moderada; e 8 a 10 – dor severa. (Breivik et al., 2008).

Para avaliar a capacidade funcional, nível de independência e grau de assistência necessário do participante na realização das AVD pós cirurgia, foi preenchida a MIF (versão de 2000 traduzida e validada na língua portuguesa). Questionou-se o utente acerca dos dezoito itens integrantes desta escala, treze deles sobre o domínio motor, que inclui: autocuidado (alimentação, higiene pessoal, banho, vestir parte superior e inferior, higiene íntima), controlo de esfíncteres, transferências e locomoção. Os restantes cinco itens, avaliam o domínio cognitivo, que engloba: comunicação (compreensão e expressão) e cognição social (interação social, resolução de problemas e memória). Cada item é classificado numa escala ordinal de um a sete, onde um indica dependência total e sete corresponde à independência completa. No fim da sua aplicação, é obtida uma pontuação total que pode variar entre 18 e 126 pontos, onde os valores mais baixos representam maior nível de dependência, enquanto pontuações elevadas, indicam uma maior autonomia da pessoa (Riberto et al., n.d.).

Por fim, foi utilizado um questionário padronizado, de modo a avaliar o impacto das disfunções musculoesqueléticas na funcionalidade do membro superior, pós FDR e consequente cirurgia. O participante procedeu ao preenchimento da DASH (J. dos Santos & Gonçalves, 2006), questionário composto por 30 itens de autoavaliação, nos quais a pessoa avalia o grau de dificuldade na realização de atividades, bem como a intensidade dos sintomas associados, na semana transada ao preenchimento. Os itens englobam três domínios principais (J. dos Santos & Gonçalves, 2006):

- Atividades físicas do membro superior (21 itens);

- Sintomas como dor, rigidez, fraqueza e parestesias (cinco itens);
- Impacto social e ocupacional (quatro itens).

Utiliza uma classificação tipo *Likert* de cinco pontos (1- nenhuma dificuldade até 5- incapacidade). A pontuação do questionário DASH varia entre zero e 100, sendo que zero representa ausência de incapacidade e 100 indica incapacidade severa. É obrigatório responder a pelo menos 27 dos 30 itens, para produzir um resultado válido. O cálculo baseia-se na média das respostas, ajustada através de uma fórmula padronizada (J. dos Santos & Gonçalves, 2006):

$$\frac{[(\text{soma das respostas/ número de itens respondidos}) - 1] \times 25}{\text{Número de itens respondidos}}$$

A DASH dispõe de dois módulos opcionais com quatro itens cada, dedicado a atividades de trabalho e a atividades desportivas/artísticas, permitindo uma avaliação mais específica, seguindo o mesmo formato de resposta e sistema de pontuação (J. dos Santos & Gonçalves, 2006).

3.4. Intervenções Realizadas

3.4.1. Terapia Convencional

A reabilitação por intermédio de terapia convencional foi realizada no centro hospitalar privado em Leiria. Procedeu-se ao tratamento em ambos os MS. Aquando da primeira sessão, o participante apresentava os membros edemaciados (mais acentuado no MSE), com muitas limitações articulares e de movimento, rigidez nos punhos e dedos de ambos os MS. A cicatrização encontrava-se em fase de maturação, com uma vascularização e pigmentação normal, sem aderências e sem espessura.

Nos primeiros tratamentos realizados no serviço de MFR, procedeu-se à execução de massagem cicatricial e técnicas de redução de edema, seguida de mobilização passiva e ativa da articulação do punho (flexão/extensão/ desvio radial/ulnar), dedos (flexão/extensão das MCF, IFP e IFD) e antebraço (pronação/supinação). De forma gradual, introduziram-se exercícios de preensão, mobilidade, resistência e fortalecimento, a realizar de forma alternada e com repetições de cada tarefa (três a cinco séries com dez a vinte repetições de cada movimento/exercício).

Recorreu-se a uma esponja (figura 15), bola de mão terapêutica (figura 16) e mola exercitadora de dedos *Digi-Flex* (figura 17), com diversos níveis de resistência, a iniciar no 0.7kg, e a aumentar com o avançar da intervenção e respetiva melhoria do participante, para os 1.4kg, 2.3kg, 3.2kg e por fim 4.1kg.

Figura 15- Material Terapêutico (Esponja)



Fonte: Autor

Figura 16- Material Terapêutico (Bola terapêutica)



Fonte: Autor

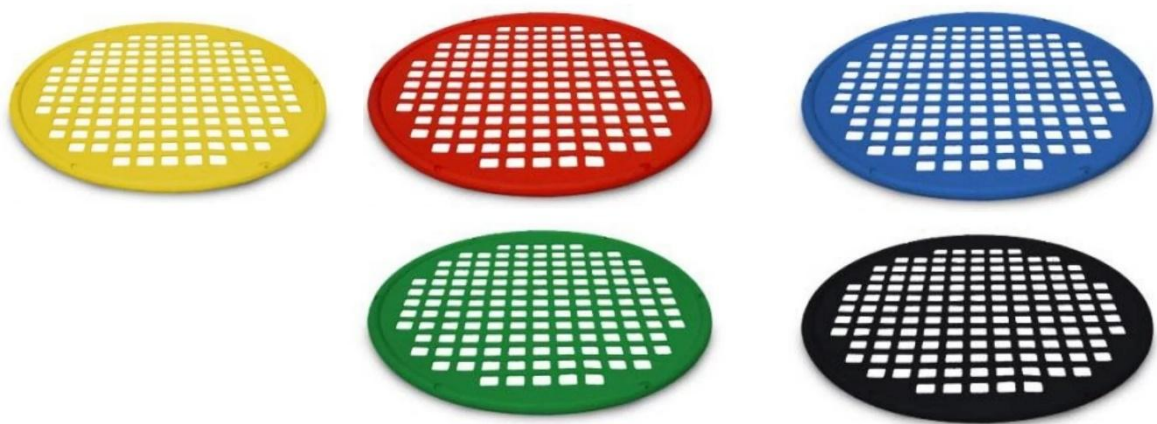
Figura 17- Material Terapêutico (Digi-Flex)



Fonte: Autor

Nos exercícios de mobilidade, resistência e fortalecimento, recorreu-se à utilização de rede elástica *power web* (figura 18), com várias intensidades (extra suave, suave, médio, forte e extraforte) onde se iniciou pela utilização da rede com maior suavidade, e progressivamente aumentá-la, ao introduzir as restantes redes, com o avançar da intervenção e melhoria demonstrada pelo participante. Utilizou-se barras de torção (figura 19) de diversas resistências, com 2.3 kg, 4.5kg e 6.8kg, halteres com um peso de 1kg até um máximo de 3kg (figura 20).

Figura 18- Material Terapêutico (Redes *Power Web*)



Fonte: Autor

Figura 19- Material Terapêutico (Barras de Torção)



Fonte: Autor

Figura 20- Material Terapêutico (Halteres)



Fonte: Autor

A sessão terminava com a aplicação de crioterapia (gelo), durante aproximadamente dez a quinze minutos, uma vez que esta terapia, provoca vasoconstrição reduzindo o fluxo sanguíneo na região aplicada, contribuindo assim para diminuição do edema, processo inflamatório e dor (Rastogi, 2018)

Após a realização das primeiras oito sessões de intervenção e progressiva redução do respetivo edema, modificou-se o tipo de termoterapia utilizada nas restantes sessões de intervenção até à respetiva alta. Passou a realizar terapia com calor húmido no início das sessões de intervenção como método preparatório (durante aproximadamente quinze a vinte minutos), substituindo a crioterapia no fim das mesmas. Procedeu-se a esta alteração, dado que por intermédio desta terapia de calor, ocorre uma promoção da vasodilatação e por consequente, elasticidade dos tecidos moles e relaxamento muscular, diminuindo a rigidez articular e facilitação da mobilização da articulação (Zanoli et al., 2024).

3.4.2. Terapia Convencional + Tecnologia

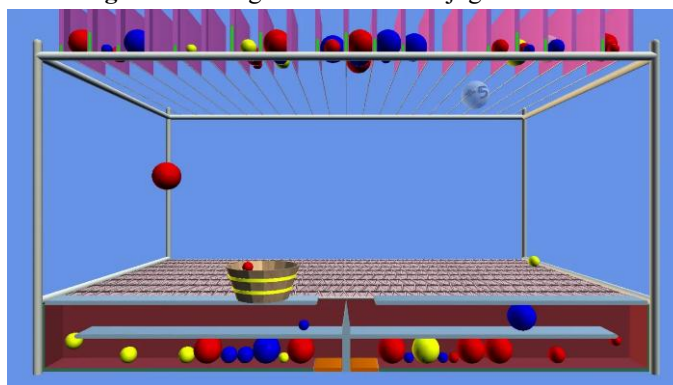
Os tratamentos de base tecnológica, foram realizados no aTOPlab, tendo sido planeada a intervenção no MSE, por este apresentar maiores limitações ao nível da mobilidade articular, amplitude de movimento, força de preensão e força de pinça, quando comparado com o membro contralateral. As sessões consistiam na execução de métodos preparatórios:

- Termoterapia (terapia de calor), durante cerca de 15 minutos;
- Realização de PROM no antebraço, punho e dedos, executando movimentos de pronação e supinação, flexão e extensão, desvio radial e ulnar.

Ao finalizar a mobilização, prosseguiu-se a sessão de intervenção com recurso ao *Biometrics E-link*[®], para a realização das atividades programadas. Os jogos escolhidos para a intervenção deste estudo foram:

- “*Catch balls*” (figura 21) - que se caracteriza pelo participante controlar o movimento de um balde para apanhar as bolas que fossem caindo do topo de uma estrutura. Este jogo foi utilizado para promover movimentos de flexão e extensão do punho e flexão dos dedos através da utilização da ferramenta cilindro, movimentos de pronação e supinação do antebraço, e promover a preensão de pinça com o recurso à ferramenta maçaneta.
- “*Break it*” (figura 22) - jogo no qual o participante controla uma plataforma horizontal na parte inferior do ecrã, com o objetivo de enviar a bola para cima, de modo a quebrar os blocos coloridos dispostos na parte superior. Recorreu-se ao uso da ferramenta cilindro para executar movimentos de flexão e extensão do punho, e à ferramenta maçaneta para promover a preensão de pinça e movimentos de pronação e supinação do antebraço.
- “*Match colors*” (figura 23) – Um jogo que corresponde à associação de cor das bolas que surgem no ecrã com as que já estão dispostas em fila. Nesta atividade foi utilizado o dinamómetro e pinchmeter, de modo a promover a força de preensão global e das diversas pinças (chave, tríade e polpa a polpa).
- “*Racing Car*” (figura 24) – Caracteriza-se por um jogo de corrida de automóveis, com o objetivo de conduzir e controlar um carro desportivo, num determinado circuito escolhido. Foram utilizados os discos de diferentes amplitudes, com o intuito de promover preensões globais, e movimentos de pronação e supinação do antebraço.

Figura 21- Imagem ilustrativa do jogo “*Catch Balls*”



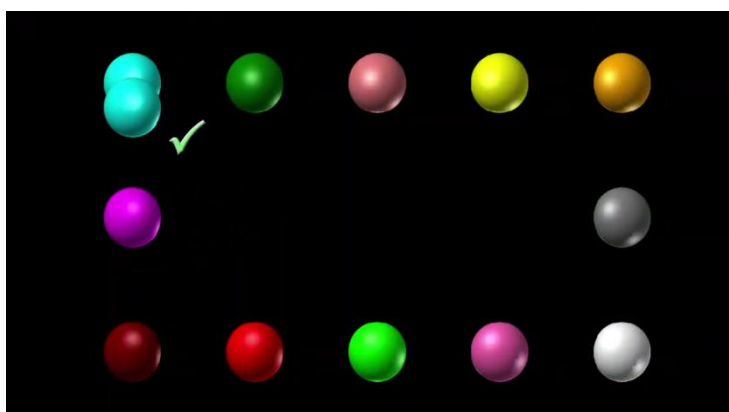
Fonte: (Biometrics Ltd, n.d.)

Figura 22- Imagem ilustrativa do jogo "*Break it*"



Fonte: (Biometrics Ltd, n.d.)

Figura 23- Imagem ilustrativa do jogo "*Match colors*"



Fonte: (Biometrics Ltd, n.d.)

Figura 24- Imagem ilustrativa do jogo "*Racing car*"



Fonte: (Biometrics Ltd, n.d.)

Na execução dos jogos programados para a reabilitação do paciente, recorreu-se ao aparelho para exercícios, utilizando diversas ferramentas englobadas no kit adquirido pela instituição aToplab. De entre as ferramentas utilizou-se:

- Dinamómetro e pinchmeter para a execução de exercícios de força de preensão e pinça;
- Dois cilindros (um de menor e outro de maior dimensão) tendo utilizado principalmente o de maior dimensão, para permitir uma maior preensão global, na realização de jogos de flexão e extensão do punho;
- Duas maçanetas para promover a reabilitação do antebraço, nomeadamente nos movimentos de pronação e supinação e dos dedos promover a preensão de pinça;
- Quatro discos com diferentes amplitudes, para promover a reabilitação dos punhos através de diversas preensões globais.

3.5. Frequência e Duração da Intervenção

A intervenção decorreu em locais distintos e com abordagens diferenciadas. O tratamento convencional foi realizado no serviço de MFR de um hospital privado em Leiria, com início a 20 de outubro e término a 16 de janeiro. A abordagem com base tecnológica realizou-se na aTOPlab, localizado no edifício do Campus 5, pertencente ao Instituto Politécnico de Leiria, durante 10 semanas, no período compreendido entre 18 de novembro e 10 de fevereiro, com exceção da semana de um a cinco de dezembro, que por motivos profissionais do estudante investigador, não foi possível efetuar os tratamentos com a pessoa.

No tratamento no serviço de TO, foram prescritos três conjuntos de intervenções, de 12 sessões cada, com frequência de três vezes por semana (segunda, quarta e sexta-feira), com duração entre 45 minutos a uma hora, seguindo as diretrizes da *American Physical Therapy Association* (APTA), que estabelecem, após a remoção da imobilização, o início da reabilitação, deva ocorrer com uma frequência de 2 a 3 vezes por semana (Mehta et al., 2024).

No aTOPlab, a intervenção foi delineada para ocorrer bissemanalmente, à terça e quinta-feira, no período estipulado para o tratamento, sempre no período da manhã, com a duração de aproximadamente 90 minutos cada sessão. Foi planeada esta tipologia de tratamento, visto que, segundo estudos realizados e analisados, existe efetividade no que diz respeito à realização de sessões prolongadas capazes de fornecer prática repetitiva e contínua, com o objetivo de melhorar a mobilidade e função. Outros fatores tidos em conta, foram evitar fadiga associada ao uso prolongado de interfaces tecnológicas para garantir adesão e qualidade de desempenho nas sessões seguintes (Cieślik et al., 2023; Xing et al., 2023).

3.6. Procedimentos Éticos e deontológicos

A confidencialidade foi salvaguardada através da não obtenção de informações identificativas da pessoa intervencionada, bem como do armazenamento dos dados obtidos durante as sessões de intervenção, num serviço *cloud* encriptado. Para os registos foi usado um código alfa numérico, conhecido somente por um dos investigadores.

Foi também tido em conta o Código Deontológico do Terapeuta Ocupacional, por ser esta a profissão de base dos investigadores (Associação Portuguesa de Terapeutas Ocupacionais, 2010).

Foi usado o consentimento Informado, Esclarecido e Livre para a participação em estudos de investigação nos termos da norma nº 015/2013 da Direção-Geral da Saúde (de acordo com a Declaração de Helsínquia e a Convenção de Oviedo), representado no Apêndice I.

O participante foi também informado, no ato da assinatura do consentimento acima referido, da possibilidade de poder desistir deste estudo em qualquer momento sem quaisquer repercussões. Adicionalmente foram esclarecidas todas as dúvidas que apresentou.

Este estudo foi aprovado pela comissão de ética do Instituto Politécnico de Leiria com o parecer nº 08/2026.

4. Resultados e Discussão

Seguidamente são apresentados os resultados e respetiva discussão, no qual se procede à interpretação e contextualização crítica dos resultados obtidos ao longo do processo terapêutico, à luz da literatura científica e dos objetivos previamente definidos. Para tal, os valores obtidos nos diferentes momentos de avaliação são comparados entre si e confrontados com valores de normalidade descritos na literatura.

Nas avaliações das AROM através da goniometria, estas foram efetuadas tendo por base, os valores padrão anteriormente referenciados na metodologia. De acordo com a tabela a seguir apresentada (tabela 3), verifica-se uma melhoria progressiva e consistente dos vários segmentos articulares de ambos os membros, ao longo das sessões de intervenção.

Pode constatar-se que no antebraço no movimento de supinação do MSE, ocorreram melhorias significativas, no qual passa 50° na avaliação inicial para 90° nas avaliações seguintes com uma recuperação total do movimento de supinação.

Na articulação do punho destaque para a evolução do movimento de flexão, extensão e desvio ulnar em ambos os membros, com um aumento gradual das AROM, resultando numa equivalência funcional no que ao MSE e MSD diz respeito.

No polegar a melhoria mais expressiva, verifica-se no movimento de extensão, onde evoluiu de 40° para 60° no MSE e de 50° para 65° no MSD. Nas restantes, a evolução não foi tão evidente, mantendo-se estáveis e com ligeira melhoria.

Nos restantes dedos de forma generalizada, apresentaram uma evolução positiva e gradual, com maior destaque para o movimento de flexão, nomeadamente das IFP e IFD.

Em suma, ao comparar os três momentos de avaliação observa-se uma melhoria global das AROM, onde estas se aproximam dos valores de normalidade, segundo o manual de goniometria (Marques, 2003), o que confirma a ocorrência de uma evolução funcional de forma positiva e eficaz ao longo do processo terapêutico.

As melhorias observadas ao longo das sessões são consistentes com a evidência científica que demonstra que a utilização de **sistemas de goniometria eletrónica, protocolos de exercício ativo repetido e exercício ativo assistido por tecnologia interativa, com feedback imediato**, permitem medições objetivas e fiáveis da amplitude articular, bem

como ganhos funcionais progressivos de AROM ao longo do processo terapêutico (Avila et al., 2023).

Adicionalmente, a literatura salienta que o uso de biofeedback e exercícios digitais graduados contribui para melhorias significativas da mobilidade ativa e da simetria funcional dos membros superiores (Li et al., 2025).

Tabela 3- Momentos de Avaliação e Reavaliação da AROM

	Movimento	Avaliação 18/11/2025		Reavaliação 23/12/2025		Reavaliação 10/02/2026	
		MSE	MSD	MSE	MSD	MSE	MSD
Antebraço	Pronação	90°	90°	90°	90°	90°	90°
	Supinação	50°	70°	90°	90°	90°	90°
Punho	Flexão	40°	40°	60°	55°	65°	60°
	Extensão	50°	45°	65°	55°	70°	65°
	Desvio Radial	15°	20°	20°	20°	20°	20°
	Desvio Ulnar	25°	30°	30°	35°	40°	35°
Polegar	Flexão	15°	15°	15°	15°	15°	15°
	Extensão	40°	50°	50°	55°	60°	65°
	Flexão IFP	40°	60°	50°	60°	50°	60°
	Extensão IFP	10°	10°	15°	20°	15°	20°
Dedo Indicador (D2)	Flexão	65°	75°	70°	80°	75°	80°
	Extensão	20°	15°	20°	15°	20°	15°
	Flexão IFP	65°	60°	70°	70°	85°	90°
	Extensão IFP	10°	10°	10°	10°	10°	10°
	Flexão IFD	15°	25°	20°	25°	35°	30°
	Extensão IFD	5°	8°	5°	8°	10°	10°
Dedo do Meio (D3)	Flexão	60°	70°	70°	75°	70°	80°
	Extensão	20°	15°	20°	15°	20°	15°
	Flexão IFP	60°	55°	70°	75°	75°	80°
	Extensão IFP	10°	10°	10°	10°	10°	10°
	Flexão IFD	15°	25°	20°	30°	35°	30°
	Extensão IFD	5°	8°	5°	8°	10°	8°
Dedo Anelar (D4)	Flexão	60°	70°	65°	75°	70°	75°
	Extensão	15°	15°	15°	15°	15°	15°
	Flexão IFP	60°	50°	65°	65°	70°	70°
	Extensão IFP	10°	10°	10°	10°	10°	10°
	Flexão IFD	15°	25°	20°	25°	30°	25°

	Extensão IFD	5°	8°	5°	8°	10°	8°
Dedo Mindinho (D5)	Flexão	55°	65°	60°	70°	65°	70°
	Extensão	20°	15°	20°	20°	20°	20°
	Flexão IFP	60°	50°	65°	60°	70°	70°
	Extensão IFP	10°	10°	10°	10°	10°	10°
	Flexão IFD	15°	25°	15°	25°	30°	25°
	Extensão IFD	5°	8°	5°	8°	8°	8°

Na avaliação da força de preensão recorreu-se ao dinamómetro G200, no qual os resultados refletem a evolução da força entre as três tentativas para o MSE e o MSD, bem como as médias e coeficientes de variação (CV) calculados.

No momento da avaliação inicial a 18/11/2025, o MSD demonstrou melhores valores de força de preensão nas três tentativas, quando comparado com o MSE, tal como se pode comprovar na tabela 4.

Na reavaliação a 23/12/2025, verificou-se que o MSD continuou a registar melhores valores relativamente ao MSE, embora este último tenha registado um aumento expressivo quando comparado com a avaliação inicial (26.2 kgf de média para 37.4 kgf de média).

Por fim, na reavaliação final, o MSE demonstrou novamente evolução (44.2 kgf de média), confirmando a resposta positiva à intervenção por intermédio do *Biometrics E-link®*. No MSD, observou-se uma ligeira evolução da força de preensão, não tão acentuada neste momento final de avaliação, quando comparado com o membro contralateral.

Todos os valores obtidos nos três momentos de avaliação da força de preensão por intermédio do dinamómetro G200, estão explanados nas tabelas seguintes (tabela 4, 5 e 6).

Tabela 4- Dados de avaliação da força de preensão

Avaliação Dinamómetro (18/11/2025)									
MSE					MSD				
1 ^a tentativa	2 ^a tentativa	3 ^a tentativa	Avge	Cv %	1 ^a tentativa	2 ^a tentativa	3 ^a tentativa	Avge	Cv %
27.7	26.1	24.9	26.2	5.4	34.5	33.7	34.0	34.1	1.2

Tabela 5- Dados de reavaliação da força de preensão

Reavaliação Dinamómetro (23/12/2025)									
MSE					MSD				
1 ^a tentativa	2 ^a tentativa	3 ^a tentativa	Avge	Cv %	1 ^a tentativa	2 ^a tentativa	3 ^a tentativa	Avge	Cv %
36.6	37.8	37.8	37.4	1.9	52.3	41.3	49.3	47.6	11.9

Tabela 6- Dados de reavaliação final da força de preensão

Reavaliação Final Dinamómetro (10/02/2026)									
MSE					MSD				
1 ^a tentativa	2 ^a tentativa	3 ^a tentativa	Avge	Cv %	1 ^a tentativa	2 ^a tentativa	3 ^a tentativa	Avge	Cv %
43.3	45.5	43.7	44.2	2.7	55.5	53.3	53.2	54.0	2.4

Os resultados obtidos no presente estudo que evidenciam uma evolução linear e significativa da força de preensão em ambos os membros, com um progresso médio total de +18 kgf no MSE e +19,9 kgf no MSD, encontram forte suporte na literatura científica.

Segundo Leszczak et al. (2025) demonstraram que programas de reabilitação da mão com recurso a tecnologia *Biometrics E-link*[®] e biofeedback conduzem a aumentos estatisticamente significativos da força de preensão, associados a melhorias da capacidade funcional e do desempenho nas atividades da vida diária. Os autores salientam que o feedback visual e a monitorização objetiva da força contribuem para um maior recrutamento muscular e maior eficácia do treino, justificando a resposta positiva observada ao longo das sessões de intervenção (Leszczak et al., 2025).

Através do dinamómetro procedeu-se também à avaliação da força de preensão mantida, com um intervalo de dez segundos. Os resultados obtidos nos três momentos de medição, estão representados na tabela 7. Pode-se verificar que ocorreu um aumento progressivo em termos de ganho de força máxima, desde o início da intervenção até ao fim da mesma, onde no MSE, houve um aumento de 15.6kg, e no MSD, um aumento de 17.4kg.

No tempo até ao pico de força, os resultados já foram mais variados, onde no MSE, o tempo diminuiu de 1.7s para 1.1s, sugerindo uma melhoria na capacidade de gerar força de forma mais rápida. Já na reavaliação final, este parâmetro aumentou ligeiramente, para 1.5s. Já no MSD, houve uma redução mais consistente, 2.0s para 1.1s, embora tenha aumentado ligeiramente na última reavaliação (1.3s).

No indicador da capacidade em manter força ao longo do tempo, verificou-se a mesma tendência de aumento observada no pico de força em ambos os MS, neste caso 16.4kg no MSE e 11.5kg no MSD. Demonstram assim uma melhoria significativa na força sustentada, com valores finais semelhantes entre os dois membros.

Em relação à avaliação do rácio da média até ao pico, o MSE na globalidade da intervenção, apresentou uma excelente capacidade em manter níveis de força próximos do máximo (97,3%), embora no momento da reavaliação intermédia, tenha demonstrado um ligeiro decréscimo quando comparado com o momento da avaliação. No MSD, o decréscimo já foi mais acentuado e sustentado, onde passou de 96,8% para 85%, o que pode indicar uma maior discrepância entre o pico máximo e a força sustentada.

Por fim na *Endurance*, em todos os momentos de avaliação, os valores foram negativos o que reflete uma perda gradual de força ao longo do esforço. No entanto, os valores embora negativos, mantiveram-se relativamente estáveis ao longo do tempo, com pequenas variações, sugerindo que a resistência muscular não sofreu alterações significativas, apesar do aumento claro da força máxima e média.

Em síntese, o MSD obteve melhores valores na maioria dos parâmetros, enquanto o MSE (membro no qual foi utilizado a tecnologia na intervenção), evidenciou melhor desempenho na capacidade de força sustentada próxima do valor máximo. Na globalidade estes valores indicam que decorrente da intervenção, ocorreu uma evolução positiva e consistente da força muscular, tanto no pico de força como na força sustentada em ambos os MS.

Tabela 7- Avaliação da Força de Preensão Mantida

Dinamómetro Posição 2 10 s de intervalo	Avaliação 18/11/2025		Reavaliação 23/12/2025		Reavaliação 10/02/2026	
	MSE	MSD	MSE	MSD	MSE	MSD
Pico de força (kg)	24.9	27.9	38.1	38.4	40.5	45.3
Tempo até ao pico (s)	1.7	2.0	1.1	1.1	1.5	1.3
Média dos últimos 60% (kg)	23.0	27.0	33.9	34.4	39.4	38.5
Rácio da média até ao pico (%)	92.4	96.8	89.0	89.6	97.3	85.0
<i>Endurance</i> (kg/s)	-0.4	-0.3	-0.7	-0.7	-0.6	-0.7

Segundo os autores Marcel-Millet et al. (2021), demonstraram que a utilização de biofeedback visual durante tarefas de preensão influencia não apenas o pico de força

máxima, mas também as estratégias de ativação muscular responsáveis pela capacidade de manter a força ao longo do tempo (Marcel-Millet et al., 2021).

Referem também que o treino com feedback promove uma maior eficiência neuromuscular e um melhor controlo da produção de força, o que poderá justificar o melhor desempenho do membro intervencionado na força sustentada, bem como a evolução positiva e consistente da força muscular global observada em ambos os membros superiores, tanto ao nível do pico de força como da capacidade de manutenção da força (Marcel-Millet et al., 2021).

Na força de pinça, a análise e comparação dos três momentos de avaliação centra-se na *average* (avg) e no coeficiente de variação (cv).

Na sua globalidade, verificou-se uma evolução positiva da força de pinça da avaliação para a reavaliação intermédia, tanto no MSE como no MSD. Na reavaliação final, alguns valores estabilizaram e/ou apresentaram ligeiras oscilações, mas com níveis superiores ou próximos dos iniciais, tal como se pode observar nas tabelas 8, 9 e 10.

Tabela 8- Dados da avaliação da força de pinça

Avaliação Pinchmeter 18/11/2025										
Tipo de Preensão	MSE					MSD				
	1ª tentativa	2ª tentativa	3ª tentativa	Avge	Cv %	1ª tentativa	2ª tentativa	3ª tentativa	Avge	Cv %
Pinça	7.1	7.0	7.0	7.0	0.8	7.8	7.6	7.7	7.7	1.3
Tríade	5.9	5.9	5.5	5.8	4.0	6.4	6.7	7.0	6.7	4.5
Polpa a Polpa	5.4	5.5	5.5	5.5	1.1	6.0	7.2	5.6	6.3	13.3

Tabela 9- Dados da reavaliação intermédia da força de pinça

Reavaliação Pinchmeter 23/12/2025										
Tipo de Preensão	MSE					MSD				
	1ª tentativa	2ª tentativa	3ª tentativa	Avge	Cv %	1ª tentativa	2ª tentativa	3ª tentativa	Avge	Cv %
Pinça	7.3	8.0	7.4	7.6	5.0	9.4	8.6	8.5	8.8	5.6
Tríade	7.1	7.3	7.9	7.4	5.6	7.6	7.2	7.1	7.3	3.6
Polpa a Polpa	6.9	7.4	7.7	7.3	5.5	6.6	7.3	7.1	7.0	5.2

Tabela 10- Dados da reavaliação final da força de pinça

Reavaliação final Pinchmeter 10/02/2026										
Tipo de Preensão	MSE					MSD				
	1 ^a tentativa	2 ^a tentativa	3 ^a tentativa	Avge	Cv %	1 ^a tentativa	2 ^a tentativa	3 ^a tentativa	Avge	Cv %
Pinça	7.3	7.3	7.3	7.3	0.0	7.1	7.0	6.4	6.8	5.5
Triade	8.7	8.2	8.3	8.4	3.1	8.3	9.0	8.0	8.4	6.1
Polpa a Polpa	6.2	5.3	6.2	5.9	8.8	5.1	6.6	5.6	5.8	13.2

Na pinça a força média do MSE obteve uma evolução, da avaliação para a reavaliação intermédia de 0.6kg (7.0kg→7.6kg) e uma redução de 0.3kg na reavaliação final (7.6kg→7.3kg), mas com boa consistência e elevada repetibilidade, evidenciada pelos valores baixo e nulo do cv. No MSD, verificou-se um aumento de 1.1kg da avaliação para a reavaliação intermédia (7.7kg→8.8kg), mas uma redução do valor médio da força para 6.8kg na reavaliação final. Neste último momento de avaliação, o cv demonstrou uma maior variabilidade, indicando uma possível instabilidade ou fadiga neste tipo de preensão neste membro.

Na tríade verificou-se uma evolução progressiva ao longo da intervenção em ambos os MS. No MSE, evidenciou-se um aumento de 2.6kg e no MSD, um aumento de 1.7kg, desde a avaliação até à reavaliação final, e com um cv de baixo valor, indicando uma melhoria consistente e equilibrada da força de preensão em tríade, especialmente no MSE, que demonstrou um ganho de força com maior relevância e permitiu uma equiparação entre os dois MS.

Na preensão polpa a Polpa foi onde se verificou maior variabilidade de valores médios e de cv, em ambos os membros. No MSE, da avaliação para a reavaliação, obteve-se elevados ganhos médios de força (5.5kg→7.3kg), tendo reduzido bastante na reavaliação final (5.9kg) e com um aumento da variabilidade. No membro contralateral, os ganhos não foram tão elevados (6.3kg→7.0kg) na reavaliação intermédia, tendo tal como no MSE, reduzido estes valores médios de força para os 5.8kg na reavaliação final, evidenciando também um aumento da variabilidade. Estes valores, dão a entender uma menor estabilidade da força de preensão ao longo das tentativas.

Em resumo, o MSD apresentou, de forma geral, valores médios mais elevados, sobretudo na avaliação inicial e intermédia. Porém, o MSE demonstrou uma evolução mais consistente e valores de cv mais baixos, especialmente nos testes de tríade e pinça, culminando em valores muito próximos ou iguais aos do MSD na avaliação final, sugerindo um maior controlo e repetibilidade da força aplicada.

Esta evolução na força de preensão, nomeadamente a progressão consistente na tríade e redução da variabilidade no MSE, é concordante com a literatura sobre reabilitação pós-cirúrgica de fraturas distais do rádio, que salienta a importância do treino com feedback e da monitorização objetiva da força para otimização do controlo motor e redução de padrões compensatórios (Karnatz et al., 2025; Li et al., 2025).

A utilização do dinamómetro e pinchmeter eletrónico, presente no sistema *Biometrics E-link*[®], tem demonstrado elevada fiabilidade e sensibilidade na deteção de alterações funcionais ao longo do processo de reabilitação (Plant et al., 2016), sustentando a interpretação clínica dos ganhos e da variabilidade observada.

Relativamente ao edema procedeu-se à realização da perimetria do punho, MCF e IFP dos dedos. Ao longo da intervenção, verificou-se uma melhoria ao nível da redução do edema, em ambos os MS, tal como se pode comprovar na tabela 10, e onde após o término das sessões de intervenção, ambos se encontravam equiparados no que ao edema diz respeito.

Tabela 11- Dados obtidos na avaliação da perimetria

	Avaliação 18/11/2025		Reavaliação 23/12/2025		Reavaliação 10/02/2026	
	MSE	MSD	MSE	MSD	MSE	MSD
Punho	19 cm	18 cm	18 cm	17,5 cm	17 cm	17 cm
MCF	22 cm	21 cm	20 cm	20 cm	19 cm	19 cm
IFP	9 cm	8 cm	7 cm	6,5 cm	6,5 cm	6,5 cm

A redução progressiva do edema encontra-se em consonância com a literatura referente à reabilitação após FDR, uma vez que segundo estudos como o realizado por Szekeres et al. (2017) demonstram que, ao longo do processo de reabilitação, ocorre uma diminuição significativa do volume da mão e do punho, conduzindo à equiparação entre o membro afetado e o contralateral. Reforça a eficácia das estratégias de mobilização precoce e controlo do edema, sendo a perimetria um método válido e sensível para a sua monitorização (Szekeres et al., 2017).

A avaliação das cicatrizes, através da ECV, permitiu observar em ambos os MS uma cicatriz linear, com uma hiperpigmentação do tecido cicatricial, coloração rosada-avermelhada compatível com aumento da vascularização (eritema cicatricial), sem sinais de infecção ativa. A espessura é inferior a 5 mm, sem evidência de espessamento patológico, apresentando consistência flexível e maleável à palpação (Figura 25). Obteve assim um valor de sete pontos em treze possíveis.

Figura 25- Cicatriz pós-cirúrgica antes da intervenção MSD e MSE

(A)



(B)



(A) Cicatriz MSD

(B) Cicatriz MSE

Fonte: Autor

Nas reavaliações seguintes por intermédio da ECV verificou-se evolução favorável das cicatrizes em ambos os MS, ao apresentar características compatíveis com cicatrização normal (figura 26).

Figura 26- Cicatriz pós-cirúrgica no fim da intervenção MSD e MSE

(A)



(B)



(A) Cicatriz MSD

(B) Cicatriz MSE

Fonte: Autor

A evolução favorável das cicatrizes observada em ambos os MS, encontra-se em consonância com as recomendações atuais para a reabilitação FDR pós-cirúrgicas. As *Clinical Practice Guidelines* publicadas por Mehta et al. (2024) referem que é expectável uma fase inicial de hipervascularização e coloração rosada da cicatriz, seguida de uma maturação progressiva caracterizada pela normalização da coloração, espessura reduzida e aumento da maleabilidade do tecido cicatricial, correspondendo a um padrão de cicatrização normotrófica (Mehta et al., 2024).

No decorrer da avaliação das queixas álgicas sofrida pelo participante, quando questionado durante a avaliação, este referiu sentir dor num *score* de quatro numa escala de zero a dez, indicando uma dor moderada. Este revelou que as maiores queixas se deviam aquando da mobilização de ambos os MS, com maior preponderância no MSE, e na realização das AVD. Indicou também sentir dor na execução de algumas tarefas, principalmente, no transporte e agarrar de objetos.

No momento da reavaliação a 23/12/2025, o participante apresentou melhorias neste aspeto, onde revelou sentir uma dor de dois (dor ligeira) na escala de zero a dez. Este revelou que as queixas álgicas, neste momento de reavaliação, aconteciam com maior prevalência no transporte de objetos, melhorando as queixas que apresentou na avaliação, no que diz respeito à realização das AVD e na mobilização dos MS.

Na reavaliação final de intervenção, continuou a demonstrar melhorias nas queixas álgicas, indicando sentir dor num valor de um numa escala de zero a dez. Este revelou que as maiores queixas se deviam a tarefas relacionadas com a sua profissão, uma vez que no momento da reavaliação final, o participante tinha recebido alta médica e já tinha regressado à sua atividade laboral.

Segundo Zhou et al. (2024) a reabilitação conduz a uma diminuição significativa da intensidade da dor, inicialmente referida como moderada e associada à mobilização e à realização das AVD, evoluindo para dor ligeira ou mínima, frequentemente restrita a tarefas mais exigentes, como o transporte de objetos ou atividades profissionais (Zhou et al., 2024).

Este padrão é também descrito nas diretrizes clínicas de Mehta et al. (2024), que salientam a possibilidade de persistência de dor residual ligeira após o regresso à atividade laboral (Mehta et al., 2024).

Na avaliação do teste padronizado *DASH*, o participante classificou a sua capacidade em desempenhar determinadas atividades mencionadas neste teste na última semana. Após o seu preenchimento, verificou-se que este sentiu incapacidade no abrir de frascos, carregar objetos pesados, na realização de atividades acima da cabeça, na alimentação (cortar alimentos) e em atividades de lazer que exijam força.

Revelou sentir muita dificuldade nas atividades de escrita, na preparação de refeições, nas atividades domésticas e de jardinagem, no colocar objetos acima da cabeça, na realização de AVD (banho, higiene pessoal e vestir), atividades de lazer que requeiram movimentar o braço e na condução. Assinalou como alguma dificuldade, executar o rodar a chave e abrir uma porta pesada, fazer a cama, atividades sexuais e que requerem pouco esforço.

No restante teste, o participante indicou que as suas atividades sociais ficaram afetadas decorrente da sua lesão, bem como ter limitado muito na realização do seu trabalho e atividades diárias. Quanto à gravidade dos sintomas, revelou sentir pouca dor no MSE, embora, na execução de atividades, já sente alguma dor. No que diz respeito à rigidez e fraqueza no MSE, o participante indicou “alguma” e “muita” gravidade respetivamente. Ao nível da dormência, indicou não sentir nenhuma.

Revelou ainda não sentir nenhuma dificuldade durante o sono, e concordar que se sentia menos capaz, menos confiante e menos útil devido à sua condição de saúde. Todos estes resultados podem ser consultados no Apêndice II.

Na reavaliação intermédia do teste padronizado *DASH*, o participante classificou a sua capacidade em desempenhar determinadas atividades mencionadas neste teste na última semana. Após o seu preenchimento, que se encontra representado no Apêndice III, verificou-se que este sentiu melhorias significativas, revelando que sentia pouca dificuldade apenas no ato de abrir frascos, no de colocar objetos numa prateleira acima da cabeça, e na realização de atividades de lazer que exigissem força e provocassem impacto no membro.

Nas restantes, assinalou não sentir dificuldades na sua realização, bem como na gravidade dos sintomas, no que diz respeito à dormência. O participante indicou que as suas atividades sociais ficaram pouco afetadas decorrente da sua lesão, bem como ter limitado a realização do seu trabalho e atividades diárias. Quanto à dor, fraqueza e rigidez no MSE, obteve melhorias, uma vez que os sintomas tinham pouca gravidade na última semana.

Revelou novamente não sentir nenhuma dificuldade durante o sono, e mantendo a concordância, no que diz respeito ao sentir-se menos capaz, menos confiante e menos útil devido à sua condição de saúde.

Na reavaliação final do teste padronizado *DASH*, o participante classificou a sua capacidade em desempenhar determinadas atividades mencionadas neste teste na última semana. Após o seu preenchimento, que pode ser consultado Apêndice IV, verificou-se que este demonstrou melhorias significativas, tal como havia acontecido na reavaliação intermédia, indicando “nenhuma dificuldade” na realização das atividades avaliadas, bem como na gravidade dos sintomas, na participação nas atividades sociais e no sono. O participante indicou que ainda mantinha alguma limitação na realização do seu trabalho.

No que diz respeito ao sentir-se menos capaz, menos confiante e menos útil devido à sua condição de saúde, o participante na sua reavaliação final, já não concordava com esta afirmação, mas sim discordando da mesma.

Na soma da pontuação, utilizando a fórmula padrão da *DASH*, ao longo dos três momentos de avaliação, o participante demonstrou melhoria de 64,17 pontos no módulo padrão, com uma diminuição de 65,83 pontos para 1,66 pontos tal como representado na seguinte tabela (tabela 12).

Tabela 12- Pontuações nos três momentos de avaliação da *DASH*

Pontuações <i>DASH</i>		
Avaliação 18/11/2025	Reavaliação 23/12/2025	Reavaliação Final 10/02/2026
65,83 (limitação grave)	10,83 (limitação leve)	1,66 (limitação leve)

A evolução observada na pontuação da escala DASH ao longo dos três momentos de avaliação encontra-se em consonância com a literatura relativa às FDR, uma vez que estudos realizados recentemente, como o de Köse et al. (2026), demonstram que os indivíduos submetidos a fixação cirúrgica, apresentam valores elevados nesta escala, sobretudo nas fases iniciais, com uma redução progressiva e clinicamente significativa ao longo do tempo, refletindo a melhoria da capacidade funcional, da participação nas AVD e integração social (Köse et al., 2026).

Na fase final os valores residuais baixos de DASH são indicativos de independência funcional, sendo a limitação remanescente segundo Zhou et al. (2024), ser frequentemente associada às exigências da atividade laboral (Zhou et al., 2024).

Na avaliação por intermédio da MIF, o participante foi avaliado quanto à sua independência funcional em diversos parâmetros, cuidados pessoais, controle esfinteriano, mobilidade, locomoção, comunicação e conhecimento social. Nesta escala, revelou maiores limitações nos cuidados pessoais, principalmente na “higiene pessoal”, “banho” e “vestir a metade inferior do corpo”, necessitando de “assistência moderada”. No que toca à “alimentação” e “vestir a metade superior do corpo”, o participante foi avaliado como uma assistência mínima. No “uso do vaso sanitário”, foi avaliado como necessitando de “supervisão”. Nos restantes parâmetros, foi avaliado com “independência completa”.

Na reavaliação intermédia por intermédio da MIF, o participante foi avaliado quanto à sua independência funcional em diversos parâmetros, cuidados pessoais, controle esfinteriano, mobilidade, locomoção, comunicação e conhecimento social. O participante demonstrou melhorias significativas, relativamente ao momento da avaliação, uma vez que obteve pontuação máxima (sete- “independência completa”) em todos os parâmetros avaliados.

Na reavaliação final por intermédio da MIF, o participante foi avaliado quanto à sua independência funcional em diversos parâmetros, cuidados pessoais, controle esfinteriano, mobilidade, locomoção, comunicação e conhecimento social. O participante, tal como na

reavaliação intermédia, manteve as melhorias já demonstradas, dado que obteve pontuação máxima (sete- “independência completa”) em todos os parâmetros avaliados.

Em relação às pontuações obtidas nos três momentos de avaliação, elas estão representadas na tabela 13, onde se observa um aumento de 20 pontos e uma alteração de “dependência ligeira” para uma “independência funcional”. No Apêndice V, está presente a escala MIF, devidamente preenchida nos três momentos de avaliação realizados.

Tabela 13- Pontuações dos três momentos de avaliação na escala MIF

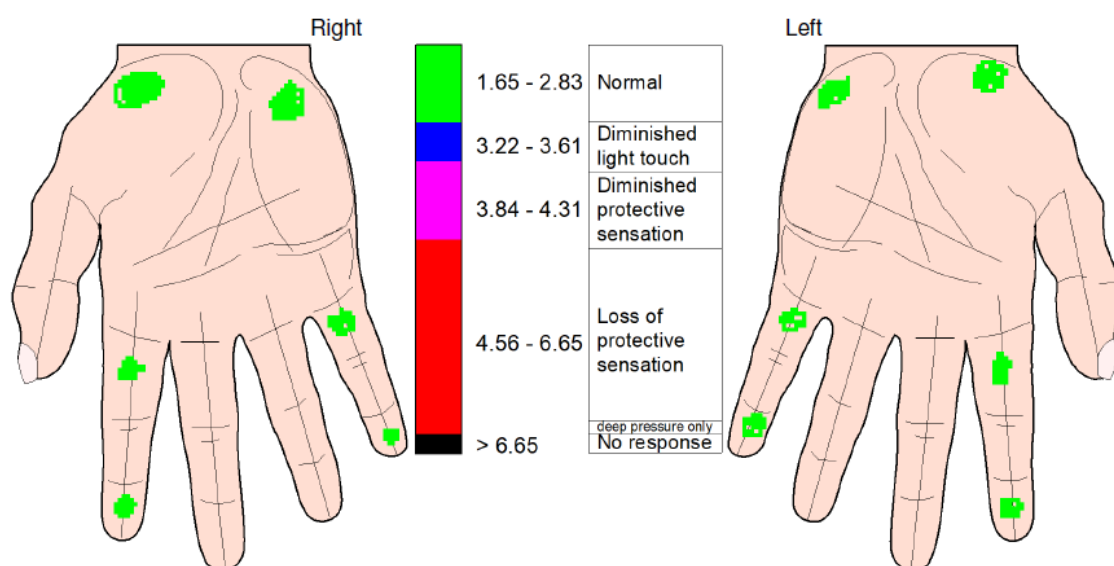
Pontuações escala MIF		
Avaliação	Reavaliação	Reavaliação Final
18/11/2025	23/12/2025	10/02/2026
106 (dependência ligeira)	126 (independência funcional)	126 (independência funcional)

A melhoria significativa observada ao longo da intervenção encontra-se em consonância com a literatura que evidencia os benefícios da utilização de tecnologia baseada em biofeedback na reabilitação do MS. Leszczak et al. demonstraram que a integração do sistema *Biometrics E-link*[®], através de exercícios orientados para a tarefa e feedback em tempo real, promove ganhos significativos na independência funcional e no desempenho das AVD (Leszczak et al., 2025).

Embora o estudo anteriormente referido, abordar uma população neurológica, os princípios terapêuticos subjacentes (treino ativo, repetitivo e funcional) e respetivos resultados, podem ser adaptados para contexto músculo-esqueléticos, como a FDR, corroborando a evolução de dependência ligeira para independência funcional observada na presente investigação.

Na realização dos três momentos de avaliação da sensibilidade, por intermédio do teste de monofilamentos *Semmes Weinstein*, iniciou-se pelo monofilamento de tamanho 2.83, no qual o participante revelou sentir em todas as zonas onde se procede esta avaliação e que estão representadas na figura 27. Pode-se assim concluir que o participante apresentava uma sensibilidade normal na mão, no início e durante toda a intervenção.

Figura 27- Resultado da avaliação da sensibilidade com o teste monofilamentos *Semmes Weinstein*



Fonte: (Biometrics Ltd, n.d.)

5. Conclusão

Como conclusão desta dissertação, pode-se afirmar que a intervenção delineada e executada, baseada numa abordagem multimodal de base tecnológica, se revelou positiva e eficiente no processo de reabilitação do participante deste estudo, uma vez que a individualização da intervenção (com enfoque nas necessidades específicas, no perfil funcional e no ritmo de aprendizagem do participante), aliada ao recurso à tecnologia, contribuiu para o aumento da motivação, do envolvimento ativo e da adesão terapêutica, fatores determinantes para a obtenção de resultados positivos ao nível do desempenho funcional e da autonomia na realização das atividades de vida diária (AVD).

Os resultados obtidos na avaliação a ambos os MS permitiram observar as limitações e consequências da condição de saúde sofrida pelo participante, em ambos os membros, com maior prevalência no MSE, nomeadamente nas amplitudes articulares e movimento, na força de preensão global e pinças, no edema e cicatrizes, e no desempenho funcional e ocupacional.

Após a análise aos resultados da avaliação, planeou-se de forma pormenorizada a intervenção, associada a ganhos funcionais relevantes do participante. Foram usadas duas abordagens diferentes, uma com base num tratamento convencional, realizado a ambos os MS, e outra com base num tratamento convencional suplementada com uma abordagem tecnológica, por intermédio do *Biometrics E-link*[®], utilizada na reabilitação do MSE.

Tentou-se, apesar das características associadas à dominância manual, que o MSD fosse usado como controlo na aferição dos resultados do MSE com a terapêutica complementar.

A utilização da tecnologia revelou-se uma ferramenta terapêutica importante neste processo de intervenção, dado que a sua componente de gamificação, promove um maior interesse e permite motivar e obter um maior envolvimento ativo por parte do participante durante todo este procedimento de reabilitação.

No término das sessões planeadas e respetiva reavaliação, verificou-se que o participante obteve melhorias significativas em todos os parâmetros, aumentando o seu AROM e PROM das articulações avaliadas (antebraço, punho e mão), aumento da força de preensão global e de pinça, redução do edema e dor, melhoria do aspeto das cicatrizes.

Na sua independência funcional e capacidade no desempenho de atividades, comprovou-se também melhorias, demonstrando independência funcional, diminuindo as limitações nas suas capacidades de desempenho de AVD e Atividades de Vida Diária Instrumental (AVDI).

Quando comparados os MS, verificou-se uma evolução mais expressiva no membro submetido à intervenção tecnológica, o MSE, que apresentava valores inferiores aquando da avaliação inicial, evidenciou uma melhoria significativa no final da intervenção, encontrando-se equiparado ao MSD, que não recebeu qualquer abordagem tecnológica como complemento ao tratamento convencional.

Os ganhos observados no MSE poderão estar relacionados com fatores como, a maior intensidade de intervenção, o efeito de treino repetitivo, a motivação acrescida associada à gamificação e a recuperação funcional natural, não sendo possível isolar o efeito específico da tecnologia.

Por este facto considera-se que os objetivos deste estudo de caso foram atingidos, dado que, as melhorias observadas no participante pós intervenção, leva-nos a crer que exista uma eficácia da complementaridade da Tecnologia na Reabilitação de Fratura Distal do Rádio e em como os resultados desta intervenção complementar de base tecnológica sugerem um potencial contributo positivo numa reabilitação mais célere e eficaz, como aconteceu com o MSE, quando comparado ao MSD, que recebeu uma intervenção tradicional.

Constata-se, que embora este estudo de caso tenha sido importante para relatar os benefícios da utilização da tecnologia na reabilitação física das FDR, trata-se de estudo de caso único, e por este fato, os resultados devem ser interpretados com cautela, não permitindo generalizações nem inferências causais.

Para terminar, considera-se importante continuar a desenvolver estudos sobre a utilização da tecnologia, na reabilitação, de preferência com uma amostragem de maiores dimensões, de modo a promover uma maior inovação e integração de novas técnicas terapêuticas.

Referências Bibliográficas

- American Academy of Orthopaedic Surgeons. (2020). *Management of Distal Radius Fractures Evidence-Based Clinical Practice Guideline*. www.aaos.org/drfcpg.
- Andreotti, M., Tonon, F., Caruso, G., Massari, L., & Riva, M. A. (2020). The “Chauffeur Fracture”: Historical Origins of an Often-Forgotten Eponym. *Hand*, 15(2), 252–254. <https://doi.org/10.1177/1558944718792650>
- Associação Portuguesa de Terapeutas Ocupacionais. (2010). *Código Deontológico do Terapeuta Ocupacional* (1st ed.). Associação Portuguesa de Terapeutas Ocupacionais (ed.). www.ap-to.pt
- Avila, F. R., Carter, R. E., McLeod, C. J., Bruce, C. J., Giardi, D., Guliyeva, G., & Forte, A. J. (2023). Accuracy of Wearable Sensor Technology in Hand Goniometry: A Systematic Review. In *Hand* (Vol. 18, Number 2, pp. 340–348). SAGE Publications Inc. <https://doi.org/10.1177/15589447211014606>
- Bell, I. H., Pot-Kolder, R., Rizzo, A., Rus-Calafell, M., Cardi, V., Cella, M., Ward, T., Riches, S., Reinoso, M., Thompson, A., Alvarez-Jimenez, M., & Valmaggia, L. (2024). Advances in the use of virtual reality to treat mental health conditions. In *Nature Reviews Psychology* (Vol. 3, Number 8, pp. 552–567). Nature Publishing Group. <https://doi.org/10.1038/s44159-024-00334-9>
- Biometrics Ltd. (n.d.). *E-LINK: Evaluation and exercise systems (Brochure)*. Retrieved March 15, 2026, from <https://www.biometricsltd.com>
- Blackmore, K. L., Smith, S. P., Bailey, J. D., & Krynski, B. (2024). Integrating Biofeedback and Artificial Intelligence into eXtended Reality Training Scenarios: A Systematic Literature Review. In *Simulation and Gaming* (Vol. 55, Number 3, pp. 445–478). SAGE Publications Inc. <https://doi.org/10.1177/10468781241236688>
- Bokkisam, R., Iftikhar, N., & Ganti, L. (2024). Distal Radius Fracture with Dorsal Angulation. *Orthopedic Reviews*, 16. <https://doi.org/10.52965/001c.125163>
- Botsford, J. (2021). *Distal Radius Fracture Post-Operative Hand Therapy Protocol*.
- Breivik, H., Borchgrevink, P. C., Allen, S. M., Rosseland, L. A., Romundstad, L., Breivik Hals, E. K., Kvarstein, G., & Stubhaug, A. (2008). Assessment of pain. In *British Journal of Anaesthesia* (Vol. 101, Number 1, pp. 17–24). Oxford University Press. <https://doi.org/10.1093/bja/aen103>
- Cieślik, B., Mazurek, J., Wrzeciono, A., Maistrello, L., Szczepańska-Gieracha, J., Conte, P., & Kiper, P. (2023). Examining technology-assisted rehabilitation for older adults’ functional mobility: a network meta-analysis on efficacy and acceptability. In *npj*

Digital Medicine (Vol. 6, Number 1). Nature Research.
<https://doi.org/10.1038/s41746-023-00907-7>

- Coldham, F., Lewis, J., & Lee, H. (2006). The Reliability of One vs. Three Grip Trials in Symptomatic and Asymptomatic Subjects. *Journal of Hand Therapy*, 19(3), 318–327. <https://doi.org/10.1197/j.jht.2006.04.002>
- Cruciani, A., Giuli, C., Di Pietro, G., Cianni, L., Fulchignoni, C., Del Vecchio, P., Maccauro, G., & Vitiello, R. (2025). Epidemiology and treatment of surgical infections after distal radius fractures: a systematic review. *Archives of Orthopaedic and Trauma Surgery*, 145(1), 483. <https://doi.org/10.1007/s00402-025-06061-x>
- Farina, G., Galli, M., Borsari, L., Aliverti, A., Paraskevopoulos, I. T., & LoMauro, A. (2024). Limb Volume Measurements: A Comparison of Circumferential Techniques and Optoelectronic Systems against Water Displacement. *Bioengineering*, 11(4). <https://doi.org/10.3390/bioengineering11040382>
- Fess, E. E., & Moran, C. A. (1981). *Clinical Assessment Recommendations*.
- Garofano, M., Del Sorbo, R., Calabrese, M., Giordano, M., Di Palo, M., Bartolomeo, M., Ragusa, C., Ungaro, G., Fimiani, G., Di Spirito, F., Amato, M., Ciccarelli, M., Pascarelli, C., Scanniello, G., Bramanti, P., & Bramanti, A. (2025). Remote Rehabilitation and Virtual Reality Interventions Using Motion Sensors for Chronic Low Back Pain: A Systematic Review of Biomechanical, Pain, Quality of Life, and Adherence Outcomes. *Technologies*, 13(5), 186. <https://doi.org/10.3390/technologies13050186>
- He, J. J., & Blazar, P. (2019). Management of High Energy Distal Radius Injuries. In *Current Reviews in Musculoskeletal Medicine* (Vol. 12, Number 3, pp. 379–385). Humana Press Inc. <https://doi.org/10.1007/s12178-019-09555-5>
- Hunter, T. B., Peltier, L. F., & Lund, P. J. (2000). *Radiologic History Exhibit Musculoskeletal Eponyms: Who Are Those Guys*. 20.
- Jiang, X., Zhang, C., Yu, B., Wu, X., & Gong, M. (2025). Evidence-based guidelines for diagnosis and treatment of adult distal radius fractures (2025). *Injury*, 56(8). <https://doi.org/10.1016/j.injury.2025.112449>
- Karnatz, J., Harms, C., Fischer, D. C., & Mittlmeier, T. (2025). Dynamic hand and finger load distribution patterns in the first year following surgically treated distal radius fracture. *BMC Musculoskeletal Disorders*, 26(1). <https://doi.org/10.1186/s12891-025-08674-0>
- Kopecký, M., Krejčovský, L., & Švarc, M. (2014). *Anthropometric Measuring Tools and Methodology for the Measurement of Anthropometric Parameters 2 Not for resale 3 anthropometric tools*. www.trystom.czwww.vydavatelstvi.upol.czvup@upol.cz

- Köse, M. A., Karaduman, Z. O., Çelik, M., Toker, M., & Armagan, C. (2026). Comparison of treatment modalities for distal radius fractures in terms of functional outcomes pain management and grip strength. *Scientific Reports*. <https://doi.org/10.1038/s41598-025-34837-z>
- Kuroda, Y., Young, M., Shoman, H., Punnoose, A., Norrish, A. R., & Khanduja, V. (2021). Advanced rehabilitation technology in orthopaedics—a narrative review. In *International Orthopaedics* (Vol. 45, Number 8, pp. 1933–1940). Springer Science and Business Media Deutschland GmbH. <https://doi.org/10.1007/s00264-020-04814-4>
- Leoncio, L., & Peixoto, W. (n.d.). *O Método de Estudo de Caso na Metodologia da Pesquisa Científica e o Método de Caso no Processo Didático de Ensino Aprendizagem: uma análise comparativa entre suas características, suas vantagens e desvantagens*.
- Leszczak, J., Pniak, B., Gazda, G., & Guzik, A. (2025). Assessment of the effects of rehabilitation of hand function using a biometrics device in people after stroke – a randomized controlled trial. *Frontiers in Neurology*, 16. <https://doi.org/10.3389/fneur.2025.1643336>
- Li, L., Liu, X., & Zhang, L. (2025). Real-time biofeedback monitoring rehabilitation of distal radius fracture. *Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation*, 22(1). <https://doi.org/10.1186/s12984-025-01746-1>
- Lüddecke, R., & Felnhöfer, A. (2022). Virtual Reality Biofeedback in Health: A Scoping Review. In *Applied Psychophysiology Biofeedback* (Vol. 47, Number 1). Springer. <https://doi.org/10.1007/s10484-021-09529-9>
- MacIntyre, N. J., & Dewan, N. (2016). Epidemiology of distal radius fractures and factors predicting risk and prognosis. *Journal of Hand Therapy*, 29(2), 136–145. <https://doi.org/10.1016/j.jht.2016.03.003>
- Marcel-Millet, P., Gimenez, P., Gros Lambert, A., Ravier, G., & Grospretre, S. (2021). The type of visual biofeedback influences maximal handgrip strength and activation strategies. *European Journal of Applied Physiology*, 121(6), 1607–1616. <https://doi.org/10.1007/s00421-021-04640-5>
- Marques, A. P. (2003). *Manual de Goniometria* (2ª).
- Mathiowetz, V., Kashman, N., Volland, G., Weber, K., Dowe, M., & Rogers, S. (1985). *Grip and Pinch Strength Normative data for adults*.
- Matsuura, Y., Rokkaku, T., Kuniyoshi, K., Takahashi, K., Suzuki, T., Kanazuka, A., Akasaka, T., Hirosawa, N., Iwase, M., Yamazaki, A., Orita, S., & Ohtori, S. (2017). Smith’s Fracture Generally Occurs After Falling on the Palm of the Hand. *Journal of Orthopaedic Research*. <https://doi.org/10.1002/jor.23556>

- Mehta, S. P., Karagiannopoulos, C., Pepin, M. E., Ballantyne, B. T., Michlovitz, S., MacDermid, J. C., Grewal, R., & Martin, R. L. (2024). Distal Radius Fracture Rehabilitation. *The Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy*, 54(9), CPG1–CPG78. <https://doi.org/10.2519/jospt.2024.0301>
- Meinberg, E. G., Agel, J., Roberts, C. S., Karam, M. D., & Kellam, J. F. (2018). Fracture and Dislocation Classification Compendium-2018. *Journal of Orthopaedic Trauma*, 32, S1–S170. <https://doi.org/10.1097/BOT.0000000000001063>
- Moskiewicz, D., & Sarzynska-Dlugosz, I. (2025). Modern Technologies Supporting Motor Rehabilitation After Stroke: A Narrative Review. *J. Clin. Med.*, (14). <https://doi.org/https://doi.org/10.3390/jcm14228035>
- Nellans, K. W., Kowalski, E., & Chung, K. C. (2012). The Epidemiology of Distal Radius Fractures. *Hand Clinics*, 28(2), 113–125. <https://doi.org/10.1016/J.HCL.2012.02.001>
- Plant, C. E., Parsons, N. R., Edwards, A. T., Rice, H., Denninson, K., & Costa, M. L. (2016). A comparison of electronic and manual dynamometry and goniometry in patients with fracture of the distal radius and healthy participants. *Journal of Hand Therapy*, 29(1), 73–80. <https://doi.org/10.1016/j.jht.2015.11.004>
- Rastogi, A. (2018). Physiological effects of cryotherapy: A sistematic Review. *Indian Journal of Applied Research*, 8(5).
- Riberto, M., Miyazaki, M. H., H Jucá, S. S., Sakamoto, H., Potiguara Novazzi Pinto, P., & Rizzo Battistella, L. (n.d.). *Validação da Versão Brasileira da Medida de Independência Funcional Validation of the Brazilian version of Functional Independence Measure*.
- Ridley, T. (2023). *ORIF Distal Radius Fracture Rehabilitation Protocol*.
- Santos, J. dos, & Gonçalves, R. S. (2006). *Disabilities of the Arm, Shoulder and Hand-Instructions*.
- Santos, M. C. dos, Tibola, J., & Marques, C. M. de G. (2014). Artigo Original Tradução, revalidação e confiabilidade da Escala de Cicatrização de Vancouver para língua portuguesa-Brasil Translation, revalidation and reliability of the Vancouver Scar Scale to Portuguese Language-Brazil. In *Rev Bras Queimaduras* (Vol. 13, Number 1).
- Suresh, P., Roshan, B., Kandige, G. K., & Pathan, I. (2025). Effect of hand grip strength and hand dexterity on upper extremity performance in activities of daily living in elderly: A pilot study. ~ 589 ~ *International Journal of Physical Education, Sports and Health*, 12(5), 589–594. <https://www.kheljournal.com>
- Szekeres, M., MacDermid, J. C., Birmingham, T., Grewal, R., & Lalone, E. (2017). The Effect of Therapeutic Whirlpool and Hot Packs on Hand Volume During

Rehabilitation After Distal Radius Fracture: A Blinded Randomized Controlled Trial. *Hand*, 12(3), 265–271. <https://doi.org/10.1177/1558944716661992>

Vaishya, R., Misra, A., Vaish, A., Ursino, N., & D'Ambrosi, R. (2024). Hand grip strength as a proposed new vital sign of health: a narrative review of evidences. In *Journal of Health, Population and Nutrition* (Vol. 43, Number 1). BioMed Central Ltd. <https://doi.org/10.1186/s41043-024-00500-y>

Wang, Z., Cai, Y., Tong, Y., Li, H., Zhou, H., Ou, T., Ye, T., Zhang, J., Cai, K., & Chen, Z. (2025). Global, Regional, and National burden of fracture of one or more ribs: a systematic analysis of incidence, YLDs with projections to 2030. *Front. Public Health*, (13). <https://doi.org/10.3389/fpubh.2025.1565478>

Wu, A. M., Bisignano, C., James, S. L., Abady, G. G., Abedi, A., Abu-Gharbieh, E., Alhassan, R. K., Alipour, V., Arabloo, J., Asaad, M., Asmare, W. N., Awedew, A. F., Banach, M., Banerjee, S. K., Bijani, A., Birhanu, T. T. M., Bolla, S. R., Cámara, L. A., Chang, J. C., ... Vos, T. (2021). Global, regional, and national burden of bone fractures in 204 countries and territories, 1990–2019: a systematic analysis from the Global Burden of Disease Study 2019. *The Lancet Healthy Longevity*, 2(9), e580–e592. [https://doi.org/10.1016/S2666-7568\(21\)00172-0](https://doi.org/10.1016/S2666-7568(21)00172-0)

Xing, Y., Xiao, J., Zeng, B., & Wang, Q. (2023). ICTs and interventions in telerehabilitation and their effects on stroke recovery. *Frontiers in Neurology*, 14. <https://doi.org/10.3389/fneur.2023.1234003>

Zanoli, G., Albarova-Corral, I., Ancona, M., Grattagliano, I., Hotfiel, T., Iolascon, G., Krüger, K., & Rodríguez Maruri, G. (2024). Current Indications and Future Direction in Heat Therapy for Musculoskeletal Pain: A Narrative Review. In *Muscles* (Vol. 3, Number 3, pp. 212–223). Multidisciplinary Digital Publishing Institute (MDPI). <https://doi.org/10.3390/muscles3030019>

Zhao, L., Liu, D., Zhang, H., Yang, G., Zheng, D., Yan, J., & He, L. (2026). Affective computing–driven virtual rehabilitation: a systematic survey. In *Journal of King Saud University - Computer and Information Sciences* (Vol. 38, Number 2). Springer International Publishing. <https://doi.org/10.1007/s44443-025-00442-3>

Zhou, Z., Li, X., Wu, X., & Wang, X. (2024). Impact of early rehabilitation therapy on functional outcomes in patients post distal radius fracture surgery: a systematic review and meta-analysis. *BMC Musculoskeletal Disorders*, 25(1), 198. <https://doi.org/10.1186/s12891-024-07317-0>

Apêndices

Apêndice I

Consentimento Informado, Esclarecido e Livre para participação em estudos de investigação

CONSENTIMENTO INFORMADO, ESCLARECIDO E LIVRE PARA PARTICIPAÇÃO EM ESTUDOS DE INVESTIGAÇÃO NOS TERMOS DA NORMA N.º 015/2013 da Direção-Geral da Saúde (de acordo com a Declaração de Helsínquia e a Convenção de Oviedo)

Identificação de todos os elementos que compõem a equipa de investigação, identificando quem é o(a) investigador(a) principal/orientador(a):

Investigador Principal e Orientador: Jaime Emanuel Moreira Ribeiro

Equipa de Investigação: Jaime Emanuel Moreira Ribeiro, Elisabete Jorge Da Costa Roldão e Pedro Miguel

Ribeiro Loureiro

Título do estudo: “Abordagem Multimodal de Base Tecnológica na Reabilitação de Fratura Distal Bilateral do Rádio: Um Estudo de Caso em Terapia da Mão”.

Enquadramento: O tipo de estudo desenvolvido será um “Estudo de Caso”, que consistirá na intervenção num caso único de um indivíduo com Fratura Distal do Rádio Bilateral, tendo por base a vertente tecnológica como complemento ao tratamento conservador.

Este estudo irá ser desenvolvido em âmbito de Dissertação de Pedro Miguel Ribeiro Loureiro do Mestrado em Terapia da Mão lecionado na Escola Superior de Saúde do Instituto Politécnico de Leiria.

Explicação do estudo: Este estudo de âmbito académico, tem como objetivos, avaliar a eficácia da complementaridade da tecnologia na reabilitação de FDR e comparar o contributo de uma intervenção complementar de base tecnológica relativamente a uma intervenção tradicional.

A recolha de dados será efetuada através do software *BIOMETRICS LTD*, em que serão recolhidos, dados sobre os valores de amplitudes articulares, através do uso de Goniómetro, e valores da força de preensão, através do Dinamómetro e *Pinchmeter*. Serão utilizadas as escalas, Medida de Independência Funcional (MIF) de modo a avaliar, o grau de independência funcional de uma pessoa na realização das Atividades de Vida Diária (AVD), considerando aspetos motores e cognitivos, a *Disabilities of the Arm, Shoulder and Hand* (DASH), avaliando o impacto das disfunções do membro superior na capacidade da pessoa em realizar diversas atividades, e o teste de de monofilamentos *Semmes Weinstein*, com o intuito de avaliar a sensibilidade dos Membros Superiores. Utilização da Fita Métrica na

medição da Perimetria do Edema dos Membros Superiores do indivíduo. A recolha destes dados será realizada em três momentos, procedendo a uma avaliação inicial, uma avaliação intermédia e uma reavaliação no final da intervenção.

A escolha do participante, tem por base a lesão sofrida, neste caso, participantes que tenham sofrido Fraturas Distas do Rádio Bilateralmente.

A intervenção com o participante, será efetuado no *Assistive Technology and Occupational Performance Laboratory* (aTOPlab), localizado no edifício do Campus 5, pertencente ao Instituto Politécnico de Leiria, com uma frequência de duas vezes por semana (Terças e Quintas feiras), ao longo de aproximadamente 10 semanas.

Os dados obtidos durante a intervenção serão armazenados de forma eletrónica, numa pasta protegida, presente no computador onde se encontra instalado o software *BIOMETRICS LTD* e onde decorrerá a intervenção delineada. O acesso a esta informação, estará restrita ao participante, ao estudante e ao investigador/orientador deste estudo. No fim da intervenção e posterior publicação do artigo sobre este estudo de caso, os registos recolhidos ao longo das 10 semanas de intervenção, serão conservados por cinco anos e depois devidamente eliminados.

O responsável pelo cumprimento de todas as obrigações legais decorrente do Regulamento Geral de Proteção de Dados, será o investigador principal/orientador **Jaime Emanuel Moreira Ribeiro** – jaime.ribeiro@ipleiria.pt.

Condições e financiamento: No que diz respeito às condições e financiamento, este estudo é de carácter livre e voluntário por parte do participante, sem financiamentos e em relações a contrapartidas financeiras, existiram custos associados na deslocação ao laboratório, que são da responsabilidade do participante.

Caso seja do seu interesse desistir da participação no estudo, pode o fazer de livre e espontânea vontade, informando o investigador principal Jaime Emanuel Moreira Ribeiro através do email jaime.ribeiro@ipleiria.pt.

De referir que o presente estudo mereceu o parecer favorável da Comissão de Ética do Instituto Politécnico de Leiria.

Confidencialidade e anonimato: A confidencialidade e anonimato neste estudo, será garantida durante todo este processo de intervenção por parte do estudante e

investigador/orientador, bem como o uso exclusivo dos dados recolhidos apenas para fins de investigação e prática clínica.

Os contatos e intervenção junto do participante, serão realizados no local já mencionado anteriormente e num ambiente de privacidade.

Disponibilidade: A equipa de investigação estará sempre disponível para esclarecimento de dúvidas que possam surgir acerca do estudo e da intervenção em si, através do email jaime.ribeiro@ipleiria.pt pertencente ao investigador principal Jaime Emanuel Moreira Ribeiro.

Por favor, leia com atenção a seguinte informação. Se achar que algo está incorreto ou que não está claro, não hesite em solicitar mais informações à Comissão de Ética do Instituto Politécnico de Leiria (email: comissao.etica@ipleiria.pt). Se concorda com a proposta que lhe foi feita, queira assinar este documento.

Assinatura de quem pede consentimento:
.....

Consentimento do participante

Declaro ter lido e compreendido este documento, bem como as informações verbais que me foram fornecidas pela(s) pessoa(s) que acima assina(m). Foi-me garantida a possibilidade de, em qualquer altura, recusar participar no estudo “Abordagem Multimodal de Base Tecnológica na Reabilitação de Fratura Distal Bilateral do Rádio: Um Estudo de Caso em Terapia da Mão”, sem qualquer tipo de consequências. Desta forma, aceito participar neste estudo e permito a utilização dos dados, que de forma voluntária forneço, confiando em que apenas serão utilizados para fins científicos e publicações que delas decorram e nas garantias de confidencialidade e anonimato que me são dadas pelo(a) investigador(a) responsável/orientador(a).

Nome:
.....

Assinatura:
.....

Data: / /

Apêndice II

Avaliação da escala padronizada *Disabilities of the Arm, Shoulder and Hand (DASH)*

DISABILITIES OF THE ARM, SHOULDER AND HAND

Por favor, classifique a sua capacidade para desempenhar as actividades seguintes na última semana, fazendo um círculo à volta do número à frente da resposta adequada.

	NENHUMA DIFICULDADE	POUCA DIFICULDADE	ALGUMA DIFICULDADE	MUITA DIFICULDADE	INCAPAZ
1. Abrir um frasco novo ou com tampa bem fechada.	1	2	3	4	5
2. Escrever.	1	2	3	4	5
3. Rodar uma chave na fechadura.	1	2	3	4	5
4. Preparar uma refeição.	1	2	3	4	5
5. Abrir e empurrar uma porta pesada.	1	2	3	4	5
6. Colocar um objecto numa prateleira acima da cabeça.	1	2	3	4	5
7. Realizar tarefas domésticas pesadas (por exemplo: lavar paredes, lavar o chão).	1	2	3	4	5
8. Fazer jardinagem ou trabalhar no quintal.	1	2	3	4	5
9. Fazer a cama.	1	2	3	4	5
10. Carregar um saco de compras ou uma pasta.	1	2	3	4	5
11. Carregar um objecto pesado (mais de 5 kg).	1	2	3	4	5
12. Trocar uma lâmpada acima da cabeça.	1	2	3	4	5
13. Lavar a cabeça ou secar o cabelo.	1	2	3	4	5
14. Lavar as costas.	1	2	3	4	5
15. Vestir uma camisola.	1	2	3	4	5
16. Usar uma faca para cortar alimentos.	1	2	3	4	5
17. Actividades de lazer que requerem pouco esforço (por exemplo: jogar às cartas, fazer tricô, etc.).	1	2	3	4	5
18. Actividades de lazer que exijam alguma força ou provoquem algum impacto no braço, ombro ou mão (por exemplo: golfe, martelar, ténis, etc.).	1	2	3	4	5
19. Actividades de lazer, nas quais movimentar o braço livremente (por exemplo: jogar ao disco, jogar badminton, etc.).	1	2	3	4	5
20. Utilizar meios de transporte para se deslocar (de um lugar para o outro).	1	2	3	4	5
21. Actividades sexuais.	1	2	3	4	5

DISABILITIES OF THE ARM, SHOULDER AND HAND

	NÃO AFECTOU NADA	AFECTOU POUCO	AFECTOU	AFECTOU MUITO	INCAPACITOU
22. Em que medida é que, na última semana, o seu problema no braço, ombro ou mão afectou as suas actividades sociais habituais com a família, os amigos, os vizinhos ou outras pessoas? (Faça um círculo à volta do número)	1	2	3	4	5
	NÃO LIMITOU NADA	LIMITOU POUCO	LIMITOU	LIMITOU MUITO	INCAPACITOU
23. Em que medida é que, na última semana, o seu problema no braço, ombro ou mão o limitou no trabalho ou noutras actividades diárias? (Faça um círculo à volta do número)	1	2	3	4	5

Por favor, classifique a gravidade dos sintomas seguintes na última semana. (Faça um círculo à volta do número)

	NENHUMA	POUCA	ALGUMA	MUITA	EXTREMA
24. Dor no braço, ombro ou mão.	1	2	3	4	5
25. Dor no braço, ombro ou mão ao executar uma actividade específica.	1	2	3	4	5
26. Dormência (formigueiro) no braço, ombro ou mão.	1	2	3	4	5
27. Fraqueza no braço, ombro ou mão.	1	2	3	4	5
28. Rigidez no braço, ombro ou mão.	1	2	3	4	5

	NENHUMA DIFICULDADE	POUCA DIFICULDADE	ALGUMA DIFICULDADE	MUITA DIFICULDADE	TANTA DIFICULDADE QUE NÃO CONSIGO DORMIR
29. Na última semana, teve dificuldade em dormir, por causa da dor no braço, ombro ou mão? (Faça um círculo à volta do número)	1	2	3	4	5

	DISCORDO TOTALMENTE	DISCORDO	NEM CONCORDO NEM DISCORDO	CONCORDO	CONCORDO TOTALMENTE
30. Sinto-me menos capaz, menos confiante ou menos útil por causa do meu problema no braço, ombro ou mão. (Faça um círculo à volta do número)	1	2	3	4	5

PONTUAÇÃO DASH INCAPACIDADES/SINTOMAS = $\frac{[(\text{soma de } n \text{ respostas}) - 1]}{n} \times 25$, onde n é igual ao número de respostas válidas.

Não se pode calcular uma pontuação DASH se existirem mais de 3 itens não válidos.

Apêndice III

Reavaliação da escala padronizada *Disabilities of the Arm, Shoulder and Hand (DASH)*

DISABILITIES OF THE ARM, SHOULDER AND HAND

Por favor, classifique a sua capacidade para desempenhar as actividades seguintes na última semana, fazendo um círculo à volta do número à frente da resposta adequada.

	NENHUMA DIFICULDADE	POUCA DIFICULDADE	ALGUMA DIFICULDADE	MUITA DIFICULDADE	INCAPAZ
1. Abrir um frasco novo ou com tampa bem fechada.	1	2	3	4	5
2. Escrever.	1	2	3	4	5
3. Rodar uma chave na fechadura.	1	2	3	4	5
4. Preparar uma refeição.	1	2	3	4	5
5. Abrir e empurrar uma porta pesada.	1	2	3	4	5
6. Colocar um objecto numa prateleira acima da cabeça.	1	2	3	4	5
7. Realizar tarefas domésticas pesadas (por exemplo: lavar paredes, lavar o chão).	1	2	3	4	5
8. Fazer jardinagem ou trabalhar no quintal.	1	2	3	4	5
9. Fazer a cama.	1	2	3	4	5
10. Carregar um saco de compras ou uma pasta.	1	2	3	4	5
11. Carregar um objecto pesado (mais de 5 kg).	1	2	3	4	5
12. Trocar uma lâmpada acima da cabeça.	1	2	3	4	5
13. Lavar a cabeça ou secar o cabelo.	1	2	3	4	5
14. Lavar as costas.	1	2	3	4	5
15. Vestir uma camisola.	1	2	3	4	5
16. Usar uma faca para cortar alimentos.	1	2	3	4	5
17. Actividades de lazer que requerem pouco esforço (por exemplo: jogar às cartas, fazer tricô, etc.).	1	2	3	4	5
18. Actividades de lazer que exijam alguma força ou provoquem algum impacto no braço, ombro ou mão (por exemplo: golfe, martelar, ténis, etc.).	1	2	3	4	5
19. Actividades de lazer, nas quais movimentar o braço livremente (por exemplo: jogar ao disco, jogar badminton, etc.).	1	2	3	4	5
20. Utilizar meios de transporte para se deslocar (de um lugar para o outro).	1	2	3	4	5
21. Actividades sexuais.	1	2	3	4	5

DISABILITIES OF THE ARM, SHOULDER AND HAND

	NÃO AFECTOU NADA	AFECTOU POUCO	AFECTOU	AFECTOU MUITO	INCAPACITOU
22. Em que medida é que, na última semana, o seu problema no braço, ombro ou mão afectou as suas actividades sociais habituais com a família, os amigos, os vizinhos ou outras pessoas? (Faça um círculo à volta do número)	1	2	3	4	5
	NÃO LIMITOU NADA	LIMITOU POUCO	LIMITOU	LIMITOU MUITO	INCAPACITOU
23. Em que medida é que, na última semana, o seu problema no braço, ombro ou mão o limitou no trabalho ou noutras actividades diárias? (Faça um círculo à volta do número)	1	2	3	4	5

Por favor, classifique a gravidade dos sintomas seguintes na última semana. (Faça um círculo à volta do número)

	NENHUMA	POUCA	ALGUMA	MUITA	EXTREMA
24. Dor no braço, ombro ou mão.	1	2	3	4	5
25. Dor no braço, ombro ou mão ao executar uma actividade específica.	1	2	3	4	5
26. Dormência (formigueiro) no braço, ombro ou mão.	1	2	3	4	5
27. Fraqueza no braço, ombro ou mão.	1	2	3	4	5
28. Rigidez no braço, ombro ou mão.	1	2	3	4	5

	NENHUMA DIFICULDADE	POUCA DIFICULDADE	ALGUMA DIFICULDADE	MUITA DIFICULDADE	TANTA DIFICUL- DADE QUE NÃO CONSIGO DORMIR
29. Na última semana, teve dificuldade em dormir, por causa da dor no braço, ombro ou mão? (Faça um círculo à volta do número)	1	2	3	4	5

	DISCORDO TOTALMENTE	DISCORDO	NEM CONCORDO NEM DISCORDO	CONCORDO	CONCORDO TOTALMENTE
30. Sinto-me menos capaz, menos confiante ou menos útil por causa do meu problema no braço, ombro ou mão. (Faça um círculo à volta do número)	1	2	3	4	5

PONTUAÇÃO DASH INCAPACIDADES/SINTOMAS = $\frac{(\text{soma de n respostas})}{n} - 1$ x 25, onde n é igual ao número de respostas válidas.

Não se pode calcular uma pontuação DASH se existirem mais de 3 itens não válidos.

Apêndice IV

Reavaliação final escala padronizada *Disabilities of the Arm, Shoulder and Hand (DASH)*

DISABILITIES OF THE ARM, SHOULDER AND HAND

Por favor, classifique a sua capacidade para desempenhar as actividades seguintes na última semana, fazendo um círculo à volta do número à frente da resposta adequada.

	NENHUMA DIFICULDADE	POUCA DIFICULDADE	ALGUMA DIFICULDADE	MUITA DIFICULDADE	INCAPAZ
1. Abrir um frasco novo ou com tampa bem fechada.	1	2	3	4	5
2. Escrever.	1	2	3	4	5
3. Rodar uma chave na fechadura.	1	2	3	4	5
4. Preparar uma refeição.	1	2	3	4	5
5. Abrir e empurrar uma porta pesada.	1	2	3	4	5
6. Colocar um objecto numa prateleira acima da cabeça.	1	2	3	4	5
7. Realizar tarefas domésticas pesadas (por exemplo: lavar paredes, lavar o chão).	1	2	3	4	5
8. Fazer jardinagem ou trabalhar no quintal.	1	2	3	4	5
9. Fazer a cama.	1	2	3	4	5
10. Carregar um saco de compras ou uma pasta.	1	2	3	4	5
11. Carregar um objecto pesado (mais de 5 kg).	1	2	3	4	5
12. Trocar uma lâmpada acima da cabeça.	1	2	3	4	5
13. Lavar a cabeça ou secar o cabelo.	1	2	3	4	5
14. Lavar as costas.	1	2	3	4	5
15. Vestir uma camisola.	1	2	3	4	5
16. Usar uma faca para cortar alimentos.	1	2	3	4	5
17. Actividades de lazer que requerem pouco esforço (por exemplo: jogar às cartas, fazer tricô, etc.).	1	2	3	4	5
18. Actividades de lazer que exijam alguma força ou provoquem algum impacto no braço, ombro ou mão (por exemplo: golfe, martelar, ténis, etc.).	1	2	3	4	5
19. Actividades de lazer, nas quais movimenta o braço livremente (por exemplo: jogar ao disco, jogar badminton, etc.).	1	2	3	4	5
20. Utilizar meios de transporte para se deslocar (de um lugar para o outro).	1	2	3	4	5
21. Actividades sexuais.	1	2	3	4	5

DISABILITIES OF THE ARM, SHOULDER AND HAND

	NÃO AFECTOU NADA	AFECTOU POUCO	AFECTOU	AFECTOU MUITO	INCAPACITOU
22. Em que medida é que, na última semana, o seu problema no braço, ombro ou mão afectou as suas actividades sociais habituais com a família, os amigos, os vizinhos ou outras pessoas? (Faça um círculo à volta do número)	1	2	3	4	5

	NÃO LIMITOU NADA	LIMITOU POUCO	LIMITOU	LIMITOU MUITO	INCAPACITOU
23. Em que medida é que, na última semana, o seu problema no braço, ombro ou mão o limitou no trabalho ou noutras actividades diárias? (Faça um círculo à volta do número)	1	2	3	4	5

Por favor, classifique a gravidade dos sintomas seguintes na última semana. (Faça um círculo à volta do número)

	NENHUMA	POUCA	ALGUMA	MUITA	EXTREMA
24. Dor no braço, ombro ou mão.	1	2	3	4	5
25. Dor no braço, ombro ou mão ao executar uma actividade específica.	1	2	3	4	5
26. Dormência (formigueiro) no braço, ombro ou mão.	1	2	3	4	5
27. Fraqueza no braço, ombro ou mão.	1	2	3	4	5
28. Rigidez no braço, ombro ou mão.	1	2	3	4	5

	NENHUMA DIFICULDADE	POUCA DIFICULDADE	ALGUMA DIFICULDADE	MUITA DIFICULDADE	TANTA DIFICUL- DADE QUE NÃO CONSIGO DORMIR
29. Na última semana, teve dificuldade em dormir, por causa da dor no braço, ombro ou mão? (Faça um círculo à volta do número)	1	2	3	4	5

	DISCORDO TOTALMENTE	DISCORDO	NEM CONCORDO NEM DISCORDO	CONCORDO	CONCORDO TOTALMENTE
30. Sinto-me menos capaz, menos confiante ou menos útil por causa do meu problema no braço, ombro ou mão. (Faça um círculo à volta do número)	1	2	3	4	5

PONTUAÇÃO DASH INCAPACIDADES/SINTOMAS = $\frac{[(\text{soma de } n \text{ respostas}) - 1] \times 25}{n}$, onde n é igual ao número de respostas válidas.

Não se pode calcular uma pontuação DASH se existirem mais de 3 itens não válidos.

Apêndice V

Dados obtidos da escala MIF, no que respeita à avaliação e reavaliações.

	MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ SETOR DE CIÊNCIAS DA SAÚDE DEPARTAMENTO DE TERAPIA OCUPACIONAL	
---	---	---

MEDIDA DE INDEPENDÊNCIA FUNCIONAL

N I V E I S	Independente 7 – Independência completa (Tempo, Segurança) 6 – Independência modificada (Tecnologia Assistiva)		SEM ASSISTÊNCIA		
	Dependência Modificada 5 – Supervisão 4 – Assistência Mínima (Sujeito = 75%+) 3 – Assistência Moderada (Sujeito = 50%+) Completa Dependência 2 – Assistência Máxima (Sujeito = 25%+) 1 – Assistência Total (Sujeito = 0%+)		COM ASSISTÊNCIA		
Avaliação	Atividades	Data	1º Av.	2º Av.	3º Av.
	Cuidados pessoais	18/11/2025	23/12/2025	10/02/2026	
A.	Alimentação		4	7	7
B.	Higiene Pessoal: cuidado de apresentação e aparência		3	7	7
C.	Banho: limpeza do corpo		3	7	7
D.	Vestir a metade superior do corpo		4	7	7
E.	Vestir a metade inferior do corpo		3	7	7
F.	Uso do vaso sanitário		5	7	7
	Controle Esfinteriano				
G.	Controle da urina (controle da Bexiga - frequência de incontinência)		7	7	7
H.	Controle das fezes		7	7	7
	Mobilidade				
I.	Transferências: Leito, Cadeira, Cadeira de Rodas		7	7	7
J.	Transferências: Vaso Sanitário		7	7	7
K.	Transferências: Banheira ou Chuveiros		7	7	7
	Locomoção				
L.	Marcha/Cadeira de Rodas		M ☒ 7 CR ☐	M ☒ 7 CR ☐	M ☒ 7 CR ☐
M.	Escadas		7	7	7
	Comunicação				
N.	Compreensão		A ☒ 7 VI ☒ 7 VO ☒ 7 NV ☒ 7	A ☒ 7 VI ☒ 7 VO ☒ 7 NV ☒ 7	A ☒ 7 VI ☒ 7 VO ☒ 7 NV ☒ 7
O.	Expressão		A ☒ 7 VI ☒ 7 VO ☒ 7 NV ☒ 7	A ☒ 7 VI ☒ 7 VO ☒ 7 NV ☒ 7	A ☒ 7 VI ☒ 7 VO ☒ 7 NV ☒ 7
	Conhecimento Social				
P.	Interação Social		7	7	7
Q.	Resolução de Problemas		7	7	7
R.	Memória		7	7	7
	Total				

OBS: Não deixe nenhum item em branco, se não for possível testar marque 1.
Medida de Independência Funcional (MIF). (copyright 1987, Fundação Nacional de Pesquisa – Universidade Estadual de New York). Abreviações: M=marcha, CR= cadeira de rodas, A= Auditiva, VI= Visual, VO= vocal e NV= não verbal.