

**UFSCAR – UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS**  
**CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE**  
**Programa de Pós-graduação em Fisioterapia**

**Isabella Cabrini**

**COORDENAÇÃO INTERSEGMENTAR ENTRE ÚMERO E ESCÁPULA DE  
INDIVÍDUOS COM E SEM DOR NO OMBRO DURANTE A REALIZAÇÃO DE  
TAREFAS FUNCIONAIS**

São Carlos – SP

2024

ISABELLA CABRINI

COORDENAÇÃO INTERSEGMENTAR ENTRE ÚMERO E ESCÁPULA DE  
INDIVÍDUOS COM E SEM DOR NO OMBRO DURANTE A REALIZAÇÃO DE  
TAREFAS FUNCIONAIS

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-  
Graduação em Fisioterapia da Universidade  
Federal de São Carlos como parte dos requisitos  
para obtenção do título de Mestre em Fisioterapia.

Orientadora: Profa. Dra. Natalia Duarte Pereira

Co-orientadora: Profa. Dra. Melina Nevoeiro Haik

São Carlos – SP

2024



## UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS

Centro de Ciências Biológicas e da Saúde  
Programa de Pós Graduação em Fisioterapia

---

### Folha de Aprovação

---

Defesa de Dissertação de Mestrado da candidata Isabella Cabrini, realizada em 29/02/2024.

#### Comissão Julgadora:

Profa. Dra. Natalia Duarte Pereira (UFSCar)

Profa. Dra. Paula Rezende Camargo (UFSCar)

Prof. Dr. Matheus Maia Pacheco (U.Porto)

O Relatório de Defesa assinado pelos membros da Comissão Julgadora encontra-se arquivado junto ao Programa de Pós-Graduação em Fisioterapia.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente à Profa. Dra. Natália Duarte Pereira pela orientação neste trabalho e por me receber de forma tão acolhedora com paciência e enorme zelo durante estes dois anos. Agradeço ao Grupo de Funcionalidade e Inovação Tecnológica em Neuroreabilitação (GFIT) pela receptividade e simpatia de todos os membros. Agradeço também à Profa. Dra. Melina Nevoeiro Haik pela coorientação e por me auxiliar em todos os detalhes que precisei com extrema competência e carinho. Admiro-as imensamente pelas profissionais incríveis que são. E mais ainda, por serem tão humanas e protetoras fazendo com que eu me sentisse em casa durante este período tamanha a leveza com que lidam com a profissão que escolheram. Além disso, também fizeram com que eu finalizasse minha experiência de coração feliz e grata por tê-las tido como referências.

Agradeço ao Laboratório de Avaliação e Intervenção do Complexo do Ombro por me receber de maneira tão gentil e me permitir a realização de todas as coletas. Um ambiente onde sempre me senti muito bem-vinda e onde pude aprender tanto com a oportunidade de participar de suas reuniões rodeada de gente capacitada e com sede de conhecimento.

Um agradecimento especial à Ana Sophia Gaio Meireles Rosado, minha parceira de coleta que tornou-se uma grande amiga e dividiu comigo inúmeros momentos desta pesquisa sempre com muita alegria e respeito.

Agradeço à minha família por sempre investir e acreditar no meu potencial para que eu pudesse concretizar os meus sonhos. Agradeço também ao meu companheiro de vida por estar tão presente durante toda a caminhada e pelo apoio nos inúmeros momentos em que precisei, principalmente no último semestre. A ajuda emocional e, muitas vezes até técnica, foi essencial para que eu conseguisse chegar até aqui.

Agradeço a todos os professores do Programa de Pós-Graduação em Fisioterapia da UFSCar, que foram tão importantes na minha vida acadêmica e tanto contribuíram com suas aulas e ensinamentos. Agradeço também a todos os voluntários que participaram desta pesquisa. Por fim, meus sinceros agradecimentos a todos que passaram pelo meu caminho durante esta jornada na Universidade Federal de São Carlos (UFSCar). É sempre muito bom lembrar como existem pessoas tão boas e generosas no mundo e cruzar com elas para compartilhar dessa jornada.

## RESUMO

**Introdução:** O complexo articular do ombro é responsável por posicionar o membro superior no espaço, sendo que a completa integração das articulações é essencial para o seu bom funcionamento. Dessa maneira, o ser humano é capaz de gerar padrões de comportamento coordenados a partir de informações do ambiente e direcionados a um objetivo funcional. Alterações no ritmo escapuloumeral parecem estar relacionadas a variações no padrão de movimento como um todo. **Objetivo:** Caracterizar a coordenação intersegmentar do complexo do ombro durante a realização de tarefas funcionais. **Metodologia:** Foram selecionados 18 indivíduos sem dor no ombro e a cinemática 3D da escápula foi coletada durante a realização de 4 tarefas: uma com foco interno (elevação do braço em plano auto-selecionado) e três com foco externo (pentear o cabelo, colocar algo em uma prateleira e limpar uma janela). A coordenação entre úmero e escápula foi determinada para cada tarefa de acordo com os movimentos principais de cada segmento. A incapacidade do membro superior foi mensurada através do questionário DASH (Disabilities of the Arm, Shoulder and Hand). **Resultados:** A amostra contou com 6 homens e 12 mulheres com média de idade de 25 anos. Todas as coletas foram realizadas com o membro dominante dos indivíduos (direito). Os resultados não mostram diferença significativa na variabilidade em nenhuma tarefa. **Conclusão:** O padrão de coordenação intersegmentar pode se alterar com base na natureza da tarefa, ou seja, no foco de atenção do movimento. Dessa forma, torna-se importante considerar o foco do movimento na avaliação e intervenção da função motora do membro superior levando em conta que considerar o contexto ou a busca de objetivos pode ser mais eficaz, aumentando assim a consciência das pessoas sobre seus objetivos pessoais.

**PALAVRAS-CHAVE:** Articulação do ombro; Cinemática; Fenômenos Biomecânicos.

## ABSTRACT

**Background:** The shoulder joint complex is responsible for positioning the upper limb in space, with the complete integration of the joints being essential for its proper functioning. In this way, humans are able to generate coordinated behavior patterns based on information from the environment and directed toward a functional goal. Changes in the scapulohumeral rhythm seem to be related to variations in the overall movement pattern. **Objective:** Characterize the intersegmental coordination of the shoulder complex during the performance of functional tasks. **Methods:** Eighteen individuals without shoulder pain were selected, and 3D scapular kinematics were recorded during the performance of four tasks: one with an internal focus (arm elevation in a self-selected plane) and three with an external focus (combing hair, placing an item on a shelf, and cleaning a window). Coordination between the humerus and scapula was determined for each task based on the primary movements of each segment. Upper limb disability was measured using the DASH (Disabilities of the Arm, Shoulder, and Hand) questionnaire. **Results:** The sample included 6 men and 12 women with an average age of 25 years. All data were collected with the individuals' dominant arm (right). The results did not show a significant difference in variability for any task. **Conclusion:** The pattern of intersegmental coordination may change based on the nature of the task, that is, the focus of the movement. Therefore, it becomes important to consider the focus of the movement in the assessment and intervention of upper limb motor function, taking into account that considering the context or pursuit of goals may be more effective, thereby increasing individuals' awareness of their personal objectives.

**KEYWORDS:** Shoulder Joint; Kinematics; Biomechanical Phenomena.

## SUMÁRIO

RESUMO .....	5
ABSTRACT .....	6
CONTEXTUALIZAÇÃO .....	8
INTRODUÇÃO .....	10
OBJETIVO .....	12
HIPÓTESE .....	12
METODOLOGIA .....	12
Participantes .....	12
Procedimentos de Coleta .....	14
Processamento e Análise dos dados .....	18
ANÁLISE ESTATÍSTICA .....	21
RESULTADOS .....	21
Dados demográficos .....	21
DISCUSSÃO .....	24
CONCLUSÃO .....	25
REFERÊNCIAS .....	26
ANEXO 1 .....	29

## CONTEXTUALIZAÇÃO

### Inserção na linha de pesquisa da orientadora e do programa

Essa dissertação de mestrado foi realizada sob orientação da Profa. Dra. Natalia Duarte Pereira e coorientação da Profa. Dra. Melina Nevoeiro Haik, docentes do departamento de Fisioterapia da Universidade Federal de São Carlos (UFSCar) e que desenvolvem pesquisas dentro da linha de pesquisa de coordenação intersegmentar e avaliação e intervenção do complexo do ombro. Suas pesquisas desenvolvidas abordam formas de avaliação do complexo do ombro que incluem análise da cinemática tridimensional e análise da coordenação intersegmentar em indivíduos sem dor no ombro. Como pesquisadora em formação, sempre me interessei em estudar o comportamento motor do complexo do ombro em diferentes indivíduos. Por esse motivo, a dissertação foi desenvolvida no Laboratório de Avaliação e Intervenção do Complexo do Ombro do Departamento de Fisioterapia da UFSCar que me proporcionou a oportunidade de realizar esta pesquisa.

### Originalidade

Alguns estudos já observaram a cinemática do membro superior de indivíduos sintomáticos e assintomáticos durante a realização de algumas tarefas funcionais, porém, os achados não analisam também a coordenação intersegmentar entre duas estruturas nestes mesmos cenários. Diante disso, o estudo incluído nessa dissertação teve como objetivo responder a principal lacuna encontrada na literatura. A pergunta do estudo foi: Como é caracterizada a coordenação intersegmentar entre úmero e escápula de indivíduos sem dor no ombro durante a realização de tarefas funcionais?

### Contribuição dos resultados da pesquisa para o avanço científico

Os resultados dessa dissertação nos indicam a importância de se considerar o foco do movimento na avaliação e intervenção da função motora do membro superior. Isto pode embasar uma mudança na perspectiva de clínicos e fisioterapeutas durante o trabalho de reabilitação levando em conta que considerar o contexto ou a busca de objetivos pode ser mais eficaz, aumentando assim a consciência das pessoas sobre seus objetivos pessoais. Além disso, também pode se complementar como uma maneira de tirar o foco do paciente exclusivamente do desfecho dor, por exemplo. O indivíduo pode ter uma outra percepção do que é capaz de realizar se concentrar seu foco de atenção em outros pontos no momento da execução de alguma tarefa. Estas informações podem auxiliar os fisioterapeutas sobre novos modelos de

intervenções associando diferentes focos de atenção ao movimento no plano de reabilitação de indivíduos com dor no ombro. As limitações presentes no estudo foram discutidas e estudos futuros foram sugeridos.

#### Link do currículo Lattes do aluno e seu ORCID

O link do currículo Lattes pode ser consultado em <https://lattes.cnpq.br/8280898780490568>.

#### Descrição da dissertação ou tese para o público leigo

Essa dissertação foi composta por um estudo que buscou caracterizar a maneira como o ombro se comporta durante a realização de tarefas do dia a dia em indivíduos que não possuem dor. Apesar de existir uma diferença na maneira como os indivíduos realizam as mesmas tarefas, essa diferença não foi considerada significativa. Essas alterações na execução de cada um, depende muito de para onde eu oriento o indivíduo a se concentrar para executá-la. Isso é uma informação importante para o momento da reabilitação em uma clínica de fisioterapia, por exemplo.

## INTRODUÇÃO

O complexo do ombro é constituído de quatro articulações que trabalham de forma integrada para permitir a maior mobilidade articular do corpo humano e garantir amplo alcance da mão no espaço (1) A função efetiva do complexo articular do ombro só é alcançada com a completa interação entre os componentes estáticos e dinâmicos, representados pelos componentes do sistema neuromusculotendíneo (1). Sendo assim, a amplitude de movimento (ADM) global do ombro é extremamente necessária para realizar as atividades da vida diária (AVDs) e esta resulta de múltiplos movimentos tridimensionais coordenados da cintura escapular (2).

A contribuição de cada articulação do complexo do ombro para a execução de atividades funcionais foi descrita para indivíduos assintomáticos e mostra-se dependente da tarefa (3). Por exemplo, a amplitude de abdução glenoumeral parece explicar 61,2% da variabilidade no movimento umerotorácico necessário para realizar a tarefa de alimentar-se, 39,9% para a tarefa de pentear o cabelo e 30,9% para a tarefa de alcançar a cabeça. Já a rotação superior escapular parece explicar 62,4% da variabilidade umerotorácica durante a tarefa de lavar a axila contralateral (3), enquanto a amplitude de rotação interna glenoumeral parece explicar 78,9% da variabilidade do movimento umerotorácico necessário para realizar a tarefa de lavar as costas (3–5).

As atividades de queixa mais frequentes dessas pessoas envolvem a dificuldade para carregar e transportar objetos e realizar atividades domésticas e de autocuidado (6,7). As significativas reduções na ADM do ombro observadas nessa população parecem relacionar-se com as limitações observadas nas atividades de vida diária (8), como atividades de higiene pessoal (9) e atividades acima da cabeça (10). Tais limitações são frequentemente mensuradas por meio de questionários de autorrelato (7,11). *O Disabilities of the Arm, Shoulder and Hand* (DASH) é um dos questionários comumente utilizados para mensurar a capacidade do indivíduo de realizar atividades de vida diária de pessoas com dor no ombro (12,13)

A coordenação entre dois segmentos é uma característica importante do comportamento motor na sincronização da atividade espaço-temporal dos grupos musculares envolvidos em padrões funcionais coerentes (8,14). A principal função de um padrão coordenativo, como outros segmentos sinérgicos, é garantir que as articulações adjacentes trabalhem em conjunto para que a estabilidade e a coordenação do membro sejam mantidas em todas as condições (8). Os seres humanos possuem a capacidade de gerar padrões de comportamento coordenados a

partir de informações do ambiente e direcionados a um objetivo funcional (tarefa), de acordo com a teoria ecológica do movimento. Dessa maneira, o controle do movimento é dependente da interação do indivíduo com o ambiente, e se relaciona com a variável cognitiva do foco, isto é, para onde se direciona o foco do indivíduo na realização de uma tarefa (15). É possível que o foco seja externo quando o indivíduo direciona sua atenção para os efeitos que seu movimento gera no desenvolvimento completo da ação ou que o foco seja interno, quando o indivíduo direciona sua atenção para o movimento em si e para como ele está sendo executado (16).

As evidências então sugerem uma grande capacidade adaptativa entre os segmentos da extremidade superior, de forma a realizar as mesmas tarefas por meio de diferentes estratégias cinemáticas (17). Considerando que o conceito de capacidade está relacionado à função motora, a presença de incapacidade identificada por uma baixa pontuação no questionário DASH, pode interferir no bom funcionamento do complexo do ombro como um todo favorecendo a presença de incoordenação (11).

Dentre as 30 questões do DASH referentes às atividades de vida diária, os itens “Fazer tarefas pesadas (por exemplo: lavar paredes, lavar o chão)” e “Colocar algo em uma prateleira acima de sua cabeça” estão entre as atividades de maior dificuldade nos indivíduos com sintomas de síndrome de dor subacromial por exigirem grande amplitude de movimento e/ou força (11). A incapacidade nessas atividades pode ser atribuída à desafiadora demanda pela função motora grossa do membro superior em oposição àquelas atividades que exigem função motora fina, como a atividade “Girar uma chave”, que se mostrou a atividade mais fácil (11). Sugere-se também que a maior dificuldade nestas atividades pode estar relacionada aos sintomas dolorosos que ocorrem acima de 90° de flexão de ombro quando há um aumento da força muscular para contrabalançar o maior torque externo (11).

Portanto, a melhor compreensão do padrão de coordenação dos segmentos do membro superior durante tarefas funcionais permitirá a identificação de incoordenações segmentares que possam ser condizentes com as incapacidades funcionais frequentemente relatadas em tais tarefas pelos indivíduos. Além disso, a relação da coordenação cinemática com a funcionalidade auto reportada poderá auxiliar o clínico a tomar decisões terapêuticas específicas às queixas funcionais dos indivíduos que procuram por tratamento tendo em vista que considerar contexto ou a busca por objetivos pode ser mais eficaz para o resultado final.

## **OBJETIVO**

Objetivo Geral: Caracterizar a coordenação intersegmentar do complexo do ombro durante a realização de tarefas funcionais.

## **HIPÓTESE**

A hipótese do presente estudo é de que pessoas sem dor no ombro apresentem incoordenação entre o úmero e a escápula durante diferentes tarefas.

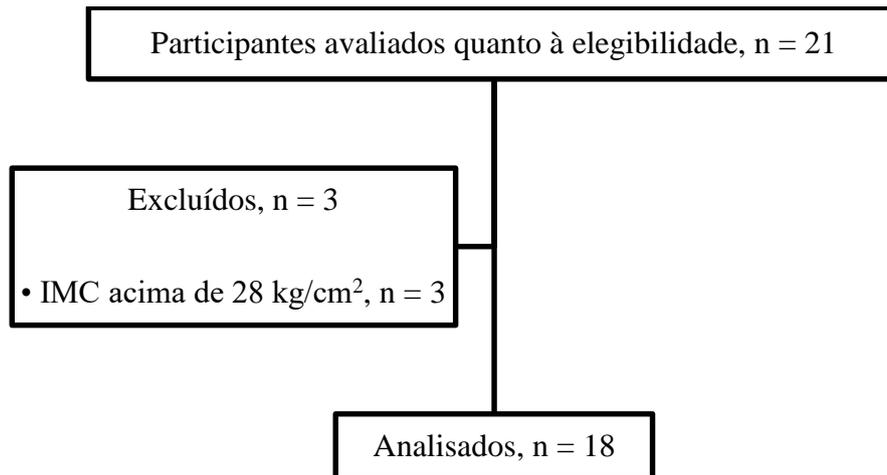
## **METODOLOGIA**

### Participantes

O tamanho do efeito considerado clinicamente relevante para a coordenação é de 0,1 em uma escala de 0 a 1 pontos (18). O desvio padrão dessa variável nos participantes pilotos deste estudo (n=10) foi de 0,1. Com um poder de 80% e um erro  $\alpha$ -probabilidade de 5%, o cálculo amostral resultou em 17 indivíduos.

Dessa forma, para a análise das tarefas funcionais foram selecionados 18 indivíduos, de ambos os sexos com idade entre 20 e 60 anos. A figura 1 apresenta um fluxograma indicando inscrição, alocação e análise dos indivíduos. Para o recrutamento de voluntários, o estudo foi divulgado em plataformas digitais (mídias sociais), em redes de comunicação da universidade e por intermédio de pessoas conhecidas. Os participantes compareceram ao laboratório de forma voluntária para a realização da pesquisa, com agendamento prévio.

A coleta dos dados foi realizada no Laboratório de Avaliação e Intervenção do Complexo do Ombro localizado no Departamento de Fisioterapia da Universidade Federal de São Carlos – UFSCar. Cada participante foi informado sobre os objetivos da pesquisa e, ao concordarem em participar, assinaram um termo de consentimento de forma livre esclarecida (ANEXO 1), de acordo com a resolução 466/2012 do Conselho Nacional de Saúde (CNS). Esse projeto foi submetido e aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da UFSCar nº 63256222.3.0000.5504.



**Figura 1.** Fluxograma dos participantes sem dor no ombro.

#### *Crítérios de Inclusão*

Foram selecionados indivíduos sem nenhuma história de dor no membro superior ou cervical durante mais de 3 meses.

#### *Crítérios de Exclusão*

Foram excluídos os indivíduos com qualquer uma das seguintes condições:

- diagnóstico de condição neurológica, sistêmica, reumática ou vascular, história de câncer ou outra doença crônica de saúde;
- índice de massa corporal acima de 28 kg/cm<sup>2</sup>, pois pode comprometer a qualidade dos dados visto que indivíduos com esta característica apresentam maior quantidade de tecido subcutâneo o que está associado a um aumento do artefato de tecido mole;
- amputação ou deformidade estrutural de um dos membros superiores;
- histórico de luxações recidivantes na articulação glenoumeral, capsulite adesiva;
- limitação de ADM e/ou deformidade estrutural pós fratura, trauma na articulação, intervenção cirúrgica e/ou presença de fixação metálica no membro superior;
- sinais de compressão neural com irradiação para os membros superiores avaliado pelo teste de Spurling.

## Procedimentos de Coleta

O indivíduo compareceu ao Laboratório do Ombro, localizado no Departamento de Fisioterapia, UFSCar, no dia e hora previamente agendados. Após a explanação sobre a pesquisa e procedimentos de coleta de dados, o indivíduo respondeu a um questionário sociodemográfico e ao questionário *Disabilities of the Arm, Shoulder and Hand* (DASH). Em seguida, foi submetido ao processo de avaliação cinemática do complexo articular do ombro. Os dados cinemáticos foram coletados no lado dominante. Inicialmente foi realizada uma coleta da posição de repouso para a conferência dos dados cinemáticos. Então foram solicitadas a realização de 4 tarefas: elevação máxima do membro superior em um plano auto-selecionado, colocar algo em uma prateleira, limpar uma janela e pentear o cabelo (Figura 4). A seleção das tarefas foi baseada em estudo anterior que indicou quais os itens do questionário DASH considerados como os mais difíceis de serem realizados que, através de uma distribuição hierárquica, destacam-se os itens 7 “Fazer tarefas domésticas pesadas” e 6 “Coloque um objeto em uma prateleira acima da cabeça” (11). Baseado em estudos anteriores (2,3), também foi selecionada a tarefa “Pentear o cabelo” que muito é analisada nos estudos cinemáticos. Foram realizadas 3 repetições de cada tarefa, sendo todas elas demonstradas antes do início. A ordem de coleta das tarefas foi aleatoriamente determinada por meio de um sorteio por envelopes selados e revelada ao avaliador imediatamente antes do início da coleta.

## Instrumentos de coleta de dados

### *Dados sociodemográficos*

Foram coletados dados sociodemográficos e de identificação do participante, tais como dados antropométricos e prática de atividade física.

### *Incapacidade do membro superior*

A versão brasileira do questionário DASH (do inglês *Disabilities of the Arm, Shoulder and Hand*) foi utilizada para avaliar dor e incapacidade de membros superiores de todos os sujeitos e seu objetivo é produzir uma medida breve e autoadministrada dos sintomas e do estado funcional, com foco na função física (12,19). O questionário contém 30 questões que incluem itens relacionados à incapacidade física e social e aos sintomas. Cada questão apresenta

5 possíveis respostas que variam de “Não houve dificuldade” até “Não conseguiu fazer”, e é pontuada em uma escala de pontos de 1 a 5. A pontuação é calculada por uma fórmula previamente estabelecida na literatura (19) e varia de 0 a 100, na qual quanto mais alta a pontuação, mais severa é a incapacidade. Resultados anteriores demonstraram que a versão brasileira do questionário DASH é confiável (0,93) e internamente consistente (0,95) para avaliar dor e incapacidade em indivíduos com síndrome de dor subacromial (12).

#### *Avaliação cinemática e da coordenação intersegmentar*

Um dispositivo de rastreamento eletromagnético com seis graus de liberdade, o TrakSTAR (Ascension Technology Corporation, Burlington, VT) integrado ao software MotionMonitor® (Innovative Sports Training, Inc. Chicago, IL) foi utilizado para coletar os dados cinemáticos em 3-D (figura 3) (20).

O transmissor produz um campo eletromagnético que induz corrente nos sensores que possuem 3 bobinas ortogonais. A posição e orientação 3-D de cada sensor foram rastreadas simultaneamente, com frequência amostral de 100 Hz. Acurácia da raiz quadrada da média do sistema é de  $0,5^\circ$  para orientação e 0,18 cm para posição em ambiente livre de metal à 76 cm de distância do transmissor. Os sensores têm dimensões 1,8 x 0,8 x 0,8 cm, sendo um deles conectado a uma ponteira (stylus), para digitalização de pontos anatômicos e construção do sistema de coordenadas articulares.



Figura 3: Dispositivo de rastreamento eletromagnético TrakSTAR: 1- Transmissor , 2- Computador com o software MotionMonitor® e 3- Sensores eletromagnéticos de captação de movimento.

Um dos sensores estava conectado a uma ponteira para digitalizar os marcos anatômicos necessários para construir os sistemas de coordenadas articulares. Três sensores eletromagnéticos foram fixados com fita adesiva dupla face ao esterno, ao acrômio da escápula e a um manguito termoplástico fixado ao úmero distal para rastrear o movimento umeral, como em estudo anterior (21). Uma diferença de mais de 5° em mais de um movimento escapular na posição relaxada foi atribuída ao movimento do sensor, pois uma mudança de 5° seria maior do que qualquer erro de medida esperado, baseado em estudo anterior (22). A digitalização envolve trazer a ponteira para o local do ponto de referência palpado e gravar digitalmente os locais de coordenadas 3-D em relação ao respectivo sensor de segmento. Os pontos de referência do tórax incluíram a incisura esternal, o processo espinhoso C7, o processo espinhoso T8 e o processo xifóide. Os pontos de referência escapulares incluíram o acrômio posterolateral e o ângulo inferior da escápula. Os pontos de referência do úmero incluíram os epicôndilos lateral e medial. O centro da cabeça do úmero foi estimado movendo o braço passivamente através de arcos curtos (menos de 45°) para definir o ponto pivô (23). Sistemas de coordenadas locais foram estabelecidos para o tronco, escápula e úmero usando os pontos de referência digitalizados, seguindo o protocolo recomendado pela Sociedade Internacional de Biomecânica (24).

Os sujeitos foram posicionados em posição ortostática, com os braços relaxados ao lado do corpo. O transmissor foi posicionado diretamente atrás do ombro avaliado, no nível da espinha da escápula. Após a digitalização dos pontos anatômicos foi realizado um registro na posição de repouso por 3 segundos, com os braços relaxados ao lado do corpo.

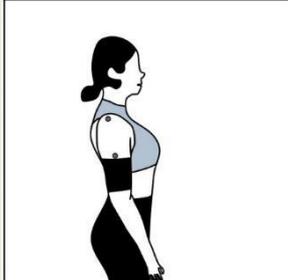
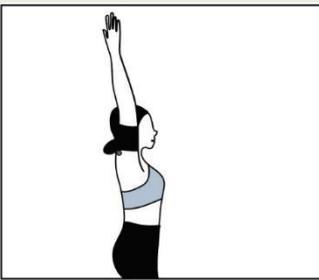
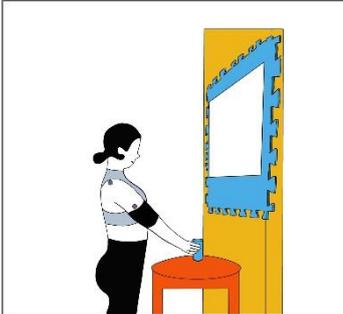
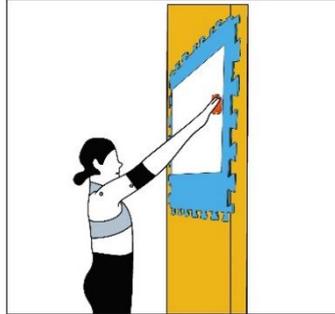
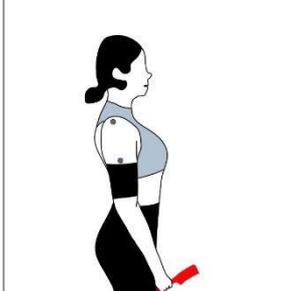
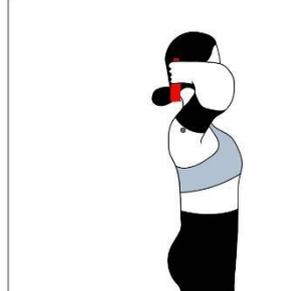
POSIÇÃO INICIAL	POSIÇÃO FINAL	COMANDO VERBAL	FOCO DO MOVIMENTO
<b>ELEVAÇÃO MÁXIMA NO PLANO AUTO-SELECIONADO</b>			
		<p>“Partindo com a mão ao lado do corpo, levante o braço o máximo que conseguir e volte.”</p>	<p>Interno</p>
<b>COLOCAR ALGO EM UMA PRATELEIRA</b>			
		<p>“Pegue o copo e, ao meu comando, grude-o no painel acima da faixa, sem soltá-lo”</p>	<p>Externo</p>
<b>LIMPAR UMA JANELA</b>			
		<p>“Limpe a janela com a bucha até o ponto mais alto que conseguir na direção para cima e para fora e retorne à posição inicial.”</p>	<p>Externo</p>
<b>PENTEAR O CABELO</b>			
		<p>“Pentear o cabelo levando o pente da testa até a nuca, como geralmente faz, e parar.”</p>	<p>Externo</p>

Figura 4. Características das tarefas do membro superior.

## Descrição das tarefas

### *Elevação máxima no plano auto-selecionado*

O participante foi posicionado em pé. O ponto inicial da tarefa foi com o membro superior solto ao longo do corpo. O participante recebeu a instrução para realizar uma elevação máxima do braço, com o antebraço em posição neutra e o cotovelo estendido. A instrução oferecida foi: “Partindo com a mão ao lado do corpo, levante o braço o máximo que conseguir e volte”.

### *Colocar algo em uma prateleira*

Um copo cilíndrico de plástico firme foi posicionado sobre uma superfície plana a 70 cm do chão em frente ao participante, que estava em pé. Um painel com velcro foi posicionado a uma distância de 80% do comprimento de seu braço (ABNT) e uma faixa preta foi grudada no velcro na altura de 20 cm acima da linha dos olhos do participante. A instrução oferecida foi: “Pegue o copo e, ao meu comando, grude-o no painel acima da faixa, sem soltá-lo”.

### *Limpar uma janela*

O participante recebeu uma bucha e foi posicionado em pé, em frente a um painel com velcro (para simulação do esforço da limpeza) a uma distância de 80% do comprimento de seu braço. O canto inferior esquerdo ou direito da janela coincidiu com a altura do esterno do participante, a depender do lado avaliado. O ponto inicial da tarefa foi com o polegar posicionado no canto inferior contralateral ao membro avaliado e a instrução oferecida foi: “Limpe a janela com a bucha até o ponto mais alto que conseguir na direção para cima e para fora e retorne à posição inicial”.

### *Pentear o cabelo*

Mantendo-se em pé, o participante recebeu um pente e foi instruído a “Pentear o cabelo levando o pente da testa até a nuca, como geralmente faz, e parar”. O ponto inicial da tarefa foi com o membro superior solto ao longo do corpo.

## Processamento e Análise dos dados

Sistemas de coordenadas locais foram estabelecidos para o tronco, escápula e úmero, utilizando os marcos anatômicos digitalizados e recomendados pelo protocolo da Sociedade

Internacional de Biomecânica (24). O eixo-z foi apontado lateralmente, o eixo-x anteriormente e o eixo-y superiormente, para análise dos dados do lado direito. A orientação dos eixos para o lado esquerdo foi alterada, o eixo-z foi apontado lateralmente, o eixo-x posteriormente e o eixo-y superiormente. Estes três eixos definiram os planos cardinais para o tronco. O eixo-y foi formado pelo vetor que se junta aos pontos médios, entre o processo espinhoso de C7 e o manúbrio do esterno e entre o processo espinhoso de T8 e o processo xifóide. O eixo-z foi dirigido, perpendicularmente, ao plano sagital e o eixo-x perpendicular aos eixos z e y.

Para definir os eixos da escápula, o eixo- z foi definido no plano da escápula, na raiz da espinha escapular ao ângulo acromial. O eixo-x foi direcionado perpendicular ao plano da escápula e o eixo-y perpendicular aos eixos x e z. A sequência YXZ foi usada, para descrever os movimentos escapulares em relação ao tronco. As rotações foram descritas na seguinte ordem: rotação interna/externa, rotação superior/inferior e inclinação posterior/anterior. A posição do úmero em relação ao tronco foi determinada utilizando a sequência YX'Y". O plano de elevação foi definido pela primeira rotação; a segunda definiu o ângulo de elevação umeral; e a terceira definiu as rotações interna/externa.

Os dados cinemáticos utilizados para a análise da coordenação e da variabilidade foram o valor angular mínimo e o valor angular máximo do úmero em relação ao tórax, o valor angular mínimo e o valor angular máximo da escápula em relação ao tórax e a amplitude angular total do úmero e da escápula também em relação ao tórax de acordo com o eixo de interesse para cada tarefa, conforme descrito a seguir.

Durante as tarefas funcionais, a coordenação intersegmentar foi analisada por meio do diagrama dos ângulos entre os movimentos característicos do úmero e da escápula em cada tarefa, tal como descritas as variáveis a seguir:

- “Elevação máxima no plano auto-selecionado”: elevação do úmero *versus* rotação superior/inferior da escápula;
- “Colocar algo em uma prateleira”: elevação do úmero *versus* rotação superior/inferior da escápula;
- “Limpar uma janela”: elevação do úmero *versus* rotação superior/inferior da escápula;
- “Pentear o cabelo”: elevação do úmero *versus* rotação superior/inferior da escápula;

Para quantificação do diagrama ângulo-ângulo e melhor representação da coordenação, foi utilizado o método proposto por Tepavac e Field-Fote (25). O cálculo foi realizado através da programação em visual basic em uma planilha do Excel. As etapas do cálculo estão a seguir.

Os cálculos se iniciaram com a obtenção do seno e do cosseno do ângulo formado pela linha entre dois pontos do diagrama ângulo-ângulo e uma linha horizontal. Cada par de pontos tiveram o seu seno e cosseno calculados. Esse processo foi realizado para cada uma das três tentativas dos participantes.

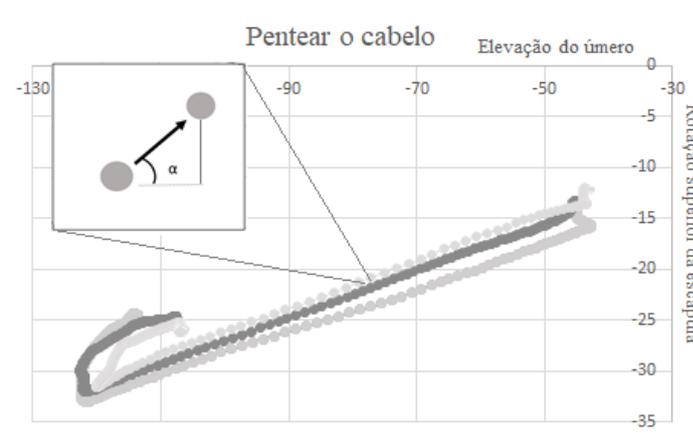


Figura 5: Exemplo de codificação de vetores em um ciclograma de úmero e escápula para demonstração do cálculo dos vetores para a análise de coordenação. Ângulo  $\Theta$  formado pela linha entre dois pontos do diagrama ângulo-ângulo e uma linha horizontal.

Em seguida, sem o processo de normalização, foram feitas as médias dos valores de seno e cosseno de cada um dos ângulos do diagrama de fase e elevadas ao quadrado. Na próxima etapa foi realizada a raiz quadrada da soma das médias do seno e cosseno de cada ângulo e está representada pela fórmula abaixo:

$$a_{1,2} = \sqrt{(\cos\Theta)^2 + (\sin\Theta)^2}$$

Então, foram somadas todas as médias e divididas pelo número de pontos. Esse valor é o coeficiente de correlação ACC representado pela média de  $\bar{a}$  na fórmula a seguir:

$$\bar{a} = \frac{1}{N}(a_{1,2} + a_{2,3} + \dots + a_{N-1,N})$$

Nesta fórmula N é o número de quadros por ciclo e o  $\bar{\alpha}$  é o componente angular do ACC, que indica o formato da curva do diagrama ângulo-ângulo. Portanto, o valor de ACC é a variável que representa a coordenação do movimento.

Em seguida, calculou-se a média e desvio padrão dos vetores em cada intervalo de quadro a quadro. O desvio de magnitude média para todos os vetores quadro a quadro foi determinado através da fórmula:

$$\bar{m} = \frac{1}{N} (m_{1,2} + m_{2,3} \dots + m_{N-1,N})$$

Quanto maior o valor de m, mais o vetor úmero/escápula tem distâncias similares entre quadros consecutivos. A fórmula que combina os dois parâmetros a e m determina o r (26). O r pode assumir valores entre 0 e 1. Um valor de 1 significa que todos os ciclos são idênticos, enquanto um valor próximo de 0 significa que os pontos de todos os ciclos têm natureza quase aleatória, representando assim a variabilidade da coordenação:

$$\bar{r} = \frac{1}{N} (a_{1,2} \cdot m_{1,2} + a_{2,3} \cdot m_{2,3} \dots + a_{N-1,N} \cdot m_{N-1,N})$$

## ANÁLISE ESTATÍSTICA

O processamento de dados foi realizado pelo Matlab (MATLAB versão 2016b, The Mathwork, Natick, MA) e a análise estatística foi realizada pelo Statistical Package for the Social Sciences versão 24.0 (SPSS Inc, Chicago, IL). Valores de média  $\pm$  desvio padrão (DP) e intervalo de confiança de 95% (IC) foram calculados para dados contínuos.

## RESULTADOS

### Dados demográficos

Dezoito indivíduos assintomáticos foram selecionados quanto à elegibilidade para participar do estudo. As características demográficas e clínicas dos participantes são apresentadas na Tabela 1.

**Tabela 1**  
Características dos participantes.

<b>IDADE (anos)</b>	25 ± 2,57
<b>PESO (kg)</b>	67,6 ± 10,66
<b>ALTURA (m)</b>	1,68 ± 0,08
Sexo	6 homens/12 mulheres
<b>Prática de atividade física</b>	44,4% ativos
<b>LADO COLETADO</b>	18 direito
<b>DASH (0-100)</b>	1,85 ± 4,27

Média ± desvio padrão.

DASH: *Questionário Disabilities of the Arm, Shoulder and Hand.*

Os dados angulares do úmero e da escápula durante as diferentes tarefas encontram-se anexo ao final do texto como Material Complementar. A coordenação intersegmentar entre úmero e escápula durante as diferentes tarefas encontra-se na Tabela 2. Os resultados não mostram diferença significativa na variabilidade em nenhuma tarefa.

**Tabela 2.** Coordenação intersegmentar entre úmero e escápula durante diferentes tarefas.

<b>TAREFA</b>	<b>ACC</b>	<b>Variabilidade</b>
<b>Elevação máxima no plano auto-selecionado</b>		
Rotação superior da escápula/ elevação umerotorácica	0,76 ± 0,07	2,91 ± 4,56
<b>Colocar algo em uma prateleira</b>		
Rotação superior da escápula/ elevação umerotorácica	0,76 ± 0,14	19,44 ± 24,59
<b>Limpar uma janela</b>	0,76 ± 0,08	2,85 ± 4,81

Rotação superior da escápula/  
elevação umerotorácica

**Pentear o cabelo**

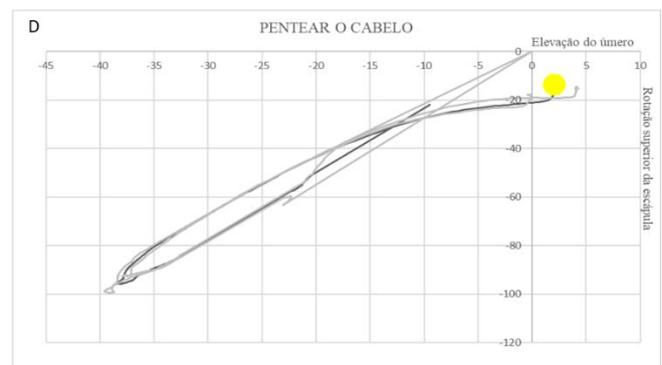
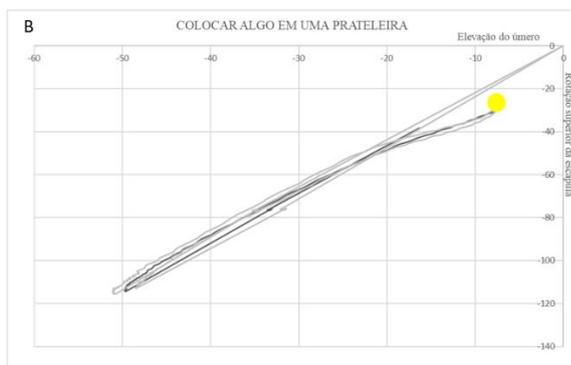
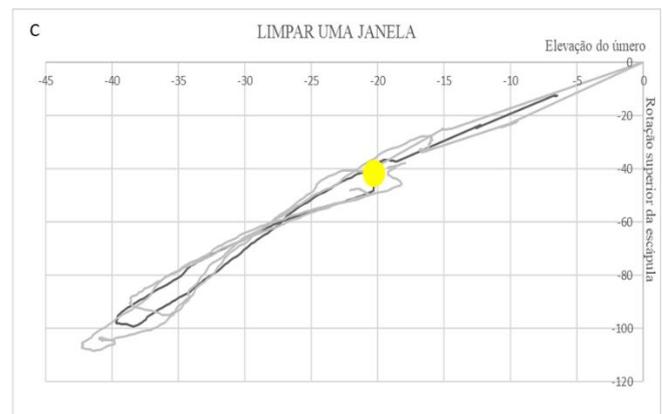
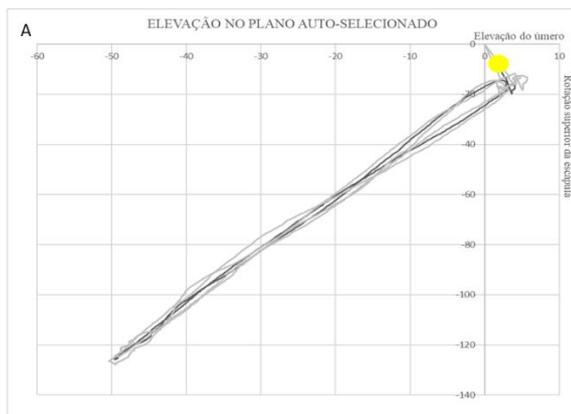
0,75 ± 0,07

2,90 ± 7,39

Rotação superior da escápula/  
elevação umerotorácica

Média ± desvio padrão.

Os gráficos abaixo (Figura 6) representam os ciclogramas dos participantes que melhor representam a média durante a realização das tarefas: elevação máxima no plano auto-selecionado, colocar algo em uma prateleira, limpar uma janela e pentear o cabelo. Nas imagens, as linhas escuras representam a média das repetições. As linhas cinzas representam o desvio padrão para cima e para baixo. O círculo amarelo indica o início do movimento.



**Figura 6.** Ciclogramas dos participantes que melhor representam a média durante a realização de cada tarefa: (A) elevação no plano auto-selecionado, (B) colocar algo em uma prateleira, (C) limpar uma janela e (D) pentear o cabelo.

## DISCUSSÃO

Este estudo caracterizou a coordenação intersegmentar do complexo do ombro durante a realização de tarefas funcionais e não funcionais relacionando a incoordenação intersegmentar com o grau de incapacidade autorrelatada do membro superior. Os resultados demonstraram que o desempenho, quando observados na cinemática, foi semelhante entre os voluntários assintomáticos para as diferentes tarefas, porém, com variações no padrão entre suas próprias tentativas.

Dessa forma, identificamos que analisar maneiras diferentes pelo qual um indivíduo executa o movimento nos indica que, embora os pontos inicial e final da tarefa sejam os mesmos, a cinemática e a dinâmica no padrão do movimento são diferentes. Algumas articulações podem ser utilizadas para compensar uma diminuição na amplitude de movimento de outras que são necessárias para se concluir o objetivo final. Assim como em estudo anterior, este resultado sugere que as estruturas podem ser utilizadas de maneiras diferentes pelos indivíduos devido às alterações individuais e específicas em relação à amplitude de movimento de uma articulação ou à tarefa executada (27).

Fatores individuais, tanto da tarefa quanto do ambiente interagem para definir a maioria das estratégias de controle motor, isso justifica a importância de se analisar diferentes tarefas que envolvam foco interno ou externo de atenção (28). Gordon e colaboradores (29) identificaram que as localizações dos alvos surgem como um fator significativo que afeta a cinemática em atividades de alcance do braço, por exemplo. Nessas tarefas direcionadas a um objetivo, os indivíduos exibem características cinemáticas distintas de alcance, como aceleração inicial e variabilidade do ponto final que são dependentes da direção do alvo e influenciadas por diferentes resistências inerciais dos membros. Uma diferença na velocidade de execução foi observada de acordo com o tamanho do objeto, por exemplo. Além disso, estudos destacaram a influência da dificuldade da tarefa na coordenação multiarticular (30).

Resultados anteriores já sustentam que diferentes condições de tarefa impactam a cinemática do alcance do braço direcionado a um objetivo em adultos jovens saudáveis,

sugerindo diversas maneiras de se realizar o movimento indicado. Isso apoia o fato de que os participantes utilizam diferentes mecanismos de controle direcionados a objetivos quando realizam diferentes tarefas (28).

Este estudo possui algumas limitações. Os resultados deste estudo só são generalizáveis para uma população adulto jovem. Investigações futuras devem explorar faixas etárias mais elevadas. O estudo utiliza de apenas uma variável da escápula com a elevação úmerotorácica. Seria importante utilizar de outras variáveis para análise. Estudos futuros também podem comparar tarefas com e sem foco externo considerando que a realização da tarefa de colocar algo em uma prateleira assemelha-se biomecanicamente ao movimento de elevação máxima no plano auto-selecionado e difere-se dela pela existência de um foco externo. Tal diferença pode ser responsável pelo direcionamento do comando que o indivíduo recebe para concluir seu objetivo, alterando o foco do movimento e conseqüentemente a maneira como esta pessoa irá realizá-lo. Além disso, a análise do desempenho de cada indivíduo individualmente pode ser interessante para identificar e quantificar déficits ou alterações específicas no padrão de movimento.

## **CONCLUSÃO**

Este estudo caracterizou a coordenação intersegmentar do complexo do ombro durante a realização de tarefas funcionais com diferentes focos de atenção do movimento, executadas por adultos jovens assintomáticos. Essa caracterização requer uma compreensão profunda da cinemática e da dinâmica do membro superior e os resultados indicam que o padrão de coordenação intersegmentar pode se alterar com base na natureza da tarefa, ou seja, no foco de atenção do movimento. O estudo ressalta a importância de se considerar o foco do movimento na avaliação e intervenção da função motora do membro superior levando em conta que considerar o contexto ou a busca de objetivos pode ser mais eficaz, aumentando assim a consciência das pessoas sobre seus objetivos pessoais.

## REFERÊNCIAS

1. Marquardt B, Garmann S, Hurschler C, Pötzl W, Steens W, Witt KA, et al. The influence of arthroscopic subscapularis tendon and anterior capsular release on glenohumeral translation: A biomechanical model. *J Shoulder Elbow Surg.* 2006 Jul;15(4):502–8.
2. Roren A, Lefevre-Colau MM, Roby-Brami A, Revel M, Fermanian J, Gautheron V, et al. Modified 3D scapular kinematic patterns for activities of daily living in painful shoulders with restricted mobility: A comparison with contralateral unaffected shoulders. *J Biomech.* 2012 Apr 30;45(7):1305–11.
3. Rundquist PJ, Obrecht C, Woodruff L. Three-Dimensional Shoulder Kinematics to Complete Activities of Daily Living. *Am J Phys Med Rehabil.* 2009 Aug;88(8):623–9.
4. Pearl ML, Harris SL, Lippitt SB, Sidles JA, Harryman DT, Matsen FA. A system for describing positions of the humerus relative to the thorax and its use in the presentation of several functionally important arm positions. *J Shoulder Elbow Surg.* 1992 Mar;1(2):113–8.
5. Luime J, Koes B, Hendriksen I, Burdorf A, Verhagen A, Miedema H, et al. Prevalence and incidence of shoulder pain in the general population; a systematic review. *Scand J Rheumatol.* 2004 Mar 12;33(2):73–81.
6. Roe Y, Bautz-Holter E, Juel N, Soberg H. Identification of relevant International Classification of Functioning, Disability and Health categories in patients with shoulder pain: A cross-sectional study. *J Rehabil Med.* 2013;45(7):662–9.
7. Røe Y, Rysstad T, Tveter AT, Sandbakk TB, Jæger M, Grotle M. What Are the Most Important Problems in Functioning Among Patients With Shoulder Pain? An Analysis of the Patient-Specific Functional Scale. *Phys Ther.* 2021 Sep 1;101(9).
8. Shafizadeh M, Crowther R, Wheat J, Davids K. Effects of personal and task constraints on limb coordination during walking: A systematic review and meta-analysis. *Clinical Biomechanics.* 2019 Jan;61:1–10.

9. Rundquist PJ, Ludewig PM. Correlation of 3-dimensional shoulder kinematics to function in subjects with idiopathic loss of shoulder range of motion. *Phys Ther.* 2005 Jul;85(7):636–47.
10. Ludewig PM, Cook TM, Nawoczenski DA. Three-Dimensional Scapular Orientation and Muscle Activity at Selected Positions of Humeral Elevation. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy.* 1996 Aug;24(2):57–65.
11. Almeida RF, Pereira ND, Ribeiro LP, Barreto RPG, Kamonseki DH, Haik MN, et al. Is the Disabilities of the Arm, Shoulder and Hand (DASH) Questionnaire Adequate to Assess Individuals With Subacromial Pain Syndrome? Rasch Model and International Classification of Functioning, Disability and Health. *Phys Ther.* 2021 May 4;101(5).
12. Orfale AG, Araújo PMP, Ferraz MB, Natour J. Translation into Brazilian Portuguese, cultural adaptation and evaluation of the reliability of the Disabilities of the Arm, Shoulder and Hand Questionnaire. *Brazilian Journal of Medical and Biological Research.* 2005 Feb;38(2):293–302.
13. Beaton DE, Katz JN, Fossel AH, Wright JG, Tarasuk V, Bombardier C. Measuring the whole or the parts? Validity, reliability, and responsiveness of the Disabilities of the Arm, Shoulder and Hand outcome measure in different regions of the upper extremity. *J Hand Ther.* 2001;14(2):128–46.
14. Kelso JA. Phase transitions and critical behavior in human bimanual coordination. *American Journal of Physiology-Regulatory, Integrative and Comparative Physiology.* 1984 Jun 1;246(6):R1000–4.
15. Fonseca ST, Faria CDCM, Ocarino JM, Mancini MC. Ecological approach to perception and action: Fundaments for motor behavior. *Brazilian Journal of Motor Behavior.* 2007 Mar 23;2(1):1–10.
16. Sowards T V, Sowards MA. The medial pain system: Neural representations of the motivational aspect of pain. *Brain Res Bull.* 2002 Nov;59(3):163–80.
17. Buckley MA, Yardley A, Johnson GR, Cams DA. Dynamics of the Upper Limb during Performance of the Tasks of Everyday Living—A Review of the Current Knowledge Base. *Proc Inst Mech Eng H.* 1996 Dec 5;210(4):241–7.

18. Celestino ML, van Emmerik R, Barela JA, Gama GL, Barela AMF. Intralimb gait coordination of individuals with stroke using vector coding. *Hum Mov Sci.* 2019 Dec;68:102522.
19. Hudak PL, Amadio PC, Bombardier C, Beaton D, Cole D, Davis A, et al. Development of an upper extremity outcome measure: The DASH (disabilities of the arm, shoulder, and hand). *Am J Ind Med.* 1996 Jun;29(6):602–8.
20. Meskers CGM, Fraterman H, van der Helm FCT, Vermeulen HM, Rozing PM. Calibration of the “Flock of Birds” electromagnetic tracking device and its application in shoulder motion studies. *J Biomech.* 1999 Jun;32(6):629–33.
21. Haik MN, Albuquerque-Sendín F, Camargo PR. Reliability and Minimal Detectable Change of 3-Dimensional Scapular Orientation in Individuals With and Without Shoulder Impingement. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy.* 2014 May;44(5):341–9.
22. Ludewig PM, Cook TM. Alterations in shoulder kinematics and associated muscle activity in people with symptoms of shoulder impingement. *Phys Ther.* 2000 Mar;80(3):276–91.
23. An KN, Korinek SL, Kilpela T, Edis S. Kinematic and kinetic analysis of push-up exercise. *Biomed Sci Instrum.* 1990;26:53–7.
24. Wu G, van der Helm FCT, (DirkJan) Veeger HEJ, Makhsous M, Van Roy P, Anglin C, et al. ISB recommendation on definitions of joint coordinate systems of various joints for the reporting of human joint motion—Part II: shoulder, elbow, wrist and hand. *J Biomech.* 2005 May;38(5):981–92.
25. Tepavac D, Field-Fote EC. Vector Coding: A Technique for Quantification of Intersegmental Coupling in Multicyclic Behaviors. *J Appl Biomech.* 2001 Aug;17(3):259–70.
26. Van Ryckeghem DML, Noel M, Sharpe L, Pincus T, Van Damme S. Cognitive biases in pain: an integrated functional–contextual framework. *Pain.* 2019 Jul 29;160(7):1489–93.

27. Rosen J, Perry JC, Manning N, Burns S, Hannaford B. The human arm kinematics and dynamics during daily activities - toward a 7 DOF upper limb powered exoskeleton. In: ICAR '05 Proceedings, 12th International Conference on Advanced Robotics, 2005. IEEE; p. 532–9.
28. Kim B, Giris J, Sweet V, Nobiling T, Agag T, Neville C. Impact of motor task conditions on end-point kinematics and trunk movements during goal-directed arm reach. Sci Rep. 2024 Feb 24;14(1):4520.
29. Gordon J, Ghilardi MF, Cooper SE, Ghez C. Accuracy of planar reaching movements. Exp Brain Res. 1994 May;99(1):112–30.
30. Tseng YW, Scholz JP, Schöner G, Hotchkiss L. Effect of accuracy constraint on joint coordination during pointing movements. Exp Brain Res. 2003 Apr 31;149(3):276–88.

## **ANEXO 1**

### **TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO PARA INDIVÍDUOS**

#### **SAUDÁVEIS**

**(Resolução CNS 466/2012)**

### **AVALIAÇÃO CINEMÁTICA DO COMPORTAMENTO MOTOR DE INDIVÍDUOS COM E SEM DOR NO OMBRO**

O (a) Senhor (a) está sendo convidado (a) para participar da pesquisa “Avaliação cinemática do comportamento motor de indivíduos com e sem dor no ombro”.

O objetivo deste estudo é identificar se existem alterações na cinemática e na coordenação intersegmentar do complexo do ombro durante a realização de atividades funcionais relacionando as alterações com o grau de incapacidade do membro. O (a) senhor (a) foi selecionado (a) por ter entre 20 e 70 anos, por meio de testes clínicos, por apresentar elevação do braço próxima de 150° e por não possuir nenhuma história de dor no ombro ou cervical durante mais de 3 meses. Sua participação é voluntária, isto é, a qualquer momento o (a) senhor (a) pode desistir de participar e retirar seu consentimento. A sua recusa não trará nenhum prejuízo na sua relação com o pesquisador ou com a instituição que forneceu os dados.

A coleta de dados será composta por (1) uma entrevista com o pesquisador para avaliar se você preenche os requisitos previstos nos critérios de inclusão do estudo, (2) fornecer informações tais como: idade, peso, altura, histórico da dor no ombro, ocupação, (3) preencher um questionário sobre dor e função do ombro, (4) ter 2 sensores (1,8x0,8x0,8 cm cada) fixados à pele na escápula e manúbrio do esterno com fita dupla face, e um manguito que será fixado no braço, logo acima do cotovelo, com velcro, (5) elevar o braço no plano da escápula de modo ativo na máxima amplitude possível para registro das variáveis estudadas em uma tarefa

simulada, (6) elevar o braço de maneira auto selecionada de modo ativo na máxima amplitude possível para registro das variáveis estudadas em uma tarefa simulada. Os sensores serão retirados no final da coleta dos dados. A sessão para coleta dos dados pode ter duração de até 1 hora.

Suas respostas serão tratadas de forma anônima e confidencial, ou seja, em nenhum momento será divulgado seu nome em qualquer fase do estudo. Quando for necessário exemplificar determinada situação, sua privacidade será assegurada. Os dados coletados poderão ter seus resultados divulgados em eventos, revistas e/ou trabalhos científicos.

O procedimento não tem caráter invasivo. Os riscos de sua participação são mínimos pois pode haver uma pequena irritação (vermelhidão) da pele após a remoção da fita dupla face para retirada dos sensores. Esse desconforto será similar a quando se retira um band-aid da pele. A avaliação poderá causar um desconforto muscular mínimo devido às atividades propostas. Durante a maior parte da avaliação você ficará em pé, o que poderá causar cansaço ou uma sensação de tontura. No entanto, se necessário, você terá permissão para se sentar para evitar esses riscos. As avaliações serão realizadas por um profissional da engenharia de segurança e um profissional da fisioterapia.

O senhor (a) não terá nenhum custo ou compensação financeira ao participar do estudo. Entretanto, todas as despesas com o transporte e a alimentação decorrentes da sua participação na pesquisa, quando for o caso, serão ressarcidas no dia da coleta. Você terá direito a indenização por qualquer tipo de dano resultante da sua participação na pesquisa.

Também o (a) senhor (a) não terá nenhum benefício direto. Entretanto, este trabalho poderá contribuir de forma indireta para ajudar o profissional clínico a compreender o comportamento motor em determinadas atividades funcionais e laborais.

O (a) senhor (a) receberá uma via deste termo, rubricada em todas as páginas por você e pelo pesquisador, onde consta o telefone e o endereço do pesquisador principal com quem você poderá tirar suas dúvidas sobre a pesquisa e sua participação agora ou a qualquer momento.

Este projeto de pesquisa foi aprovado por um Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) que é um órgão que protege o bem-estar dos participantes de pesquisas. O CEP é responsável pela avaliação e acompanhamento dos aspectos éticos de todas as pesquisas envolvendo seres humanos, visando garantir a dignidade, os direitos, a segurança e o bem-estar dos participantes de pesquisas. Caso você tenha dúvidas e/ou perguntas sobre seus direitos como participante deste estudo, entre em contato com o **Comitê de Ética em Pesquisa em Seres Humanos (CEP)** da UFSCar que está vinculado à Pró-Reitoria de Pesquisa da universidade, localizado no prédio da reitoria (área sul do campus São Carlos). Endereço: Rodovia Washington Luís km 235 - CEP: 13.565-905 - São Carlos-SP. Telefone: (16) 3351-9685. E-mail: cephumanos@ufscar.br. Horário de atendimento: das 08:30 às 11:30.

O CEP está vinculado à **Comissão Nacional de Ética em Pesquisa (CONEP)** do Conselho Nacional de Saúde (CNS), e o seu funcionamento e atuação são regidos pelas normativas do CNS/Conep. A CONEP tem a função de implementar as normas e diretrizes regulamentadoras de pesquisas envolvendo seres humanos, aprovadas pelo CNS, também atuando conjuntamente com uma rede de Comitês de Ética em Pesquisa (CEP) organizados nas instituições onde as pesquisas se realizam. Endereço: SRTV 701, Via W 5 Norte, lote D - Edifício PO 700, 3º andar - Asa Norte - CEP: 70719-040 - Brasília-DF. Telefone: (61) 3315-5877 E-mail: conep@saude.gov.br.

**Dados para contato (24 horas por dia e sete dias por semana):**

Pesquisador Responsável: Ana Sophia Gaio Meireles Rosado

Endereço: Rua Marcolino Lopes Barreto, 2282 – Centreville (São Carlos – SP).

Contato telefônico: (49) 99810-5737 E-mail: anasgmr@yahoo.com.br

**Declaro que entendi os objetivos, riscos e benefícios de minha participação na pesquisa e concordo em participar.**

Local e data:

---

Nome do Pesquisador

---

Nome do Participante

**Material complementar.** Dados angulares do úmero e da escápula durante as diferentes tarefas.

	Valor mínimo do úmero	Valor mínimo da escápula	Valor máximo do úmero	Valor máximo da escápula	ADM do úmero	ADM da escápula
<b>Elevação máxima no plano auto-selecionado</b>	-2,05 ± 11,42	-2,62 ± 12,21	-97,66 ± 51,58	-87,85 ± 52,29	95,60 ± 41,40	85,22 ± 43,24
<b>Pentear o cabelo</b>	-5,24 ± 11,96	-5 ± 13,53	-67,16 ± 37	-61,11 ± 39,93	61,92 ± 26,44	56,10 ± 30,49
<b>Limpar uma janela</b>	-25,09 ± 20,44	-27,22 ± 27,97	-73,72 ± 41,65	-67,56 ± 42,60	48,63 ± 24,34	40,34 ± 19,35
<b>Colocar algo em uma prateleira</b>	-4,51 ± 12,87	-4,80 ± 12,79	-72,96 ± 39,63	-66,29 ± 39,84	68,44 ± 28,04	61,48 ± 29,39

Média angular ± desvio padrão.

ADM: amplitude de movimento.