

REVISTA

# CORPOCONSCIÊNCIA

---

Volume 25 - número 02 - maio/agosto de 2021



---

ISSN 1517-6096

ISSNe 2178-5945

---

Volume 25 - número 02 - maio/agosto de 2021

### Artigo originais

O tema saúde na educação física escolar: diálogos entre material didático e currículo.....	1
Corporeidades e masculinidades em construção: experiências de homens com a core energetics.....	17
Danças indígenas na educação física escolar: laboração de material didático em formato de aplicativo.....	35
Percurso de formação profissional de treinadores e treinadoras de basquetebol de jovens.....	53
Motivos para a prática de atividades circenses como atividade física.....	71

### Seção temática: Aplicações da biomecânica no contexto da saúde, treinamento e reabilitação

Biomecânica do movimento humano.....	87
Efeito residual do método FNP sobre o desempenho de resistência de força no supino horizontal.....	110
A estimativa da contribuição de pernas no nado de crawl.....	123
Método tradicional vs. Série pareada agonista-antagonista para membros inferiores.....	134
Atividade eletromiográfica de estabilizadores de tronco no exercício push-up isométrico com vibrações mecânicas.....	149
A influência do nível de flexibilidade e da mobilização articular nas variáveis biomecânicas da corrida....	162
Efeito agudo da corrida com os pés descalço sobre as componentes anteroposterior e mediolateral da força de reação do solo.....	175
Comparação eletromiográfica dos multifídeos no agachamento livre e elevação pélvica.....	186
Laboratório de biomecânica do Porto: ensino, investigação e serviços à comunidade.....	196
Caracterização de eléctrodos têxteis para medições EMG: impedância e morfologia do sinal.....	221
Controle postural e o envelhecimento.....	236
Comparação biomecânica da corrida entre indivíduos com diferentes níveis de força de membros inferiores.....	252

### Ensaaios

Maradona... e o mundo pensou o super-homem.....	269
---	-----

---

ISSN 1517-6096

ISSNe 2178-5945

---

**O TEMA SAÚDE NA EDUCAÇÃO FÍSICA ESCOLAR:  
DIÁLOGOS ENTRE MATERIAL DIDÁTICO E CURRÍCULO**

**THE HEALTH THEME IN SCHOOL PHYSICAL EDUCATION:  
DIALOGUES BETWEEN TEACHING MATERIAL AND CURRICULUM**

**EL TEMA DE SALUD EN LA EDUCACIÓN FÍSICA ESCOLAR:  
DIÁLOGOS ENTRE MATERIAL DIDÁCTICO Y CURRÍCULO**

**Laura Viana Fernandes**

<https://orcid.org/0000-0002-4819-0152> 

<http://lattes.cnpq.br/0253382496415736> 

Universidade Federal do Rio Grande do Norte (Natal, RN – Brasil)

[lauravfernad@gmail.com](mailto:lauravfernad@gmail.com)

**Lucas Rafael Pacheco de Melo**

<https://orcid.org/0000-0002-9654-9887> 

<http://lattes.cnpq.br/3339127848269830> 

Universidade Federal do Rio Grande do Norte (Natal, RN – Brasil)

[lucasrafael12@gmail.com](mailto:lucasrafael12@gmail.com)

**Fábio Batista de Fonseca**

<https://orcid.org/0000-0002-5992-2910> 

<http://lattes.cnpq.br/4723554220291882> 

Universidade Federal do Rio Grande do Norte (Natal, RN – Brasil)

[fabiobf08@gmail.com](mailto:fabiobf08@gmail.com)

**Sérgio Melo da Cunha**

<https://orcid.org/0000-0003-1913-0705> 

<http://lattes.cnpq.br/7073781749771295> 

Universidade Federal do Rio Grande do Norte (Natal, RN – Brasil)

[serginho.cunha.91@gmail.com](mailto:serginho.cunha.91@gmail.com)

**Nathalia Doria Oliveira**

<https://orcid.org/0000-0001-7813-2060> 

<http://lattes.cnpq.br/7046551470723230> 

Universidade Federal do Rio Grande do Norte (Natal, RN – Brasil)

[nathalia\\_doria@hotmail.com](mailto:nathalia_doria@hotmail.com)

**Allyson Carvalho de Araújo**

<https://orcid.org/0000-0003-0114-8122> 

<http://lattes.cnpq.br/3443942683481696> 

Universidade Federal do Rio Grande do Norte (Natal, RN – Brasil)

[allyssoncarvalho@hotmail.com](mailto:allyssoncarvalho@hotmail.com)

**Resumo**

A pesquisa teve o objetivo de analisar as formas de tematização da saúde na Educação Física na proposta curricular da rede pública municipal de Natal (RN) e no livro didático adotado por esta mesma rede. Utilizamos a pesquisa documental exploratória de abordagem qualitativa sob documentos orientadores da prática docente, sendo eles: o Referencial Curricular do Natal/RN e a coleção "Práticas corporais Educação Física: manual do professor". Dentro do



corpo de possibilidades apontado pelo método, foi selecionada a análise temática e organização de núcleos de sentido em torno das unidades de texto "saúde", "exercício físico", "qualidade de vida" e "bem-estar". Apontamos que há avanço histórico na utilização do material didático e desenvolvimento do currículo da Educação Física com a transversalização da temática saúde, porém carecem de debate mais amplo das várias concepções que envolvem saúde, bem como uma sequência pedagógica equitativa e gradual em todos os anos do Ensino Fundamental.

**Palavras-chave:** Saúde; Educação Física; Currículo; Material Didático.

#### Abstract

The research aimed to analyze forms of health thematization in Physical Education in curricular proposal of the municipal public school in Natal (RN) and in the textbook adopted by this same school. We used exploratory documentary research with a qualitative approach under guiding documents of teaching practice, which are: the Natal/RN Curriculum Reference and the collection "Physical practices Physical Education: teacher's manual". Under all possibilities pointed out by the method, thematic analysis and organization of meaning cores around the text units "health", "physical exercise", "quality of life" and "well-being" were selected. There is a historic advance in the use of didactic material and development of the Physical Education curriculum with the transversalization of the health theme, although it is need a broader debate on the various conceptions that involve health, as well as an equitable and gradual pedagogical sequence in all years of the program, Elementary School.

**Keywords:** Health; Physical Educatio; Curriculum; Educational Material.

#### Resumen

La pesquisa tuvo como objetivo analizar formas de tematización de la salud en Educación Física en la propuesta curricular de la escuela pública municipal de Natal (RN) y en el libro de texto adoptado por esta. Se utilizó investigación documental exploratoria con enfoque cualitativo bajo documentos rectores de la práctica docente, que son: la Referencia Curricular Natal/RN y la colección "Prácticas físicas Educación Física: manual del profesor". Se seleccionó el análisis temático y la organización de núcleos de significado en torno a las unidades del texto "salud", "ejercicio físico", "calidad de vida" y "bienestar". Existe un avance histórico en el uso de material didáctico y desarrollo del currículo de Educación Física con la transversalización del tema salud, aunque se necesita un debate más amplio sobre las diversas concepciones que involucran la salud, así como una secuencia pedagógica equitativa y gradual en todos los años del programa Escuela Primaria.

**Palabras clave:** Salud; Educación Física; Plan de Estudios; Material Educativo.

## INTRODUÇÃO

O espaço escolar tem organizado seus processos de ensino-aprendizagem em torno de documentos que norteiam suas práticas docentes, como as propostas pedagógicas das escolas, os currículos das redes de ensino, os livros didáticos, dentre outros. Tais documentos normalizam formas de abordagens de conteúdos, saberes e práticas socialmente aceitas e legitimadas para a educação formal. O livro didático, por exemplo, possui destaque e tem acompanhado as mudanças sociais, políticas e econômicas postas na sociedade.

Enquanto algumas áreas possuem tradição e histórico de incentivo político na utilização e elaboração do livro didático, a Educação Física convive com sua escassez até segunda década do século XXI (DARIDO et al., 2010, RODRIGUES; DARIDO, 2011, SOUZA JÚNIOR et al., 2015, CARLOS; MELO, 2018). É a partir da segunda década deste século que o debate do livro didático para a Educação Física ganhou relevância, partindo da premissa da necessidade deste na sistematização do ensino da Educação Física Escolar.



Concomitante à efervescência do livro didático na Educação Física, todo o campo educacional esteve envolto aos debates da Base Nacional Comum Curricular – BNCC, publicada em sua versão final em 2018, que se trata de um “normativo que define o conjunto orgânico e progressivo de aprendizagens essenciais” (BRASIL, 2018, p. 7), e que serve de eixo para que as redes de ensino organizem seus currículos escolares.

Assim, nos últimos anos, a prática docente escolar em Educação Física necessitou ser revisitada após necessidade de tais documentos orientadores de sua prática. As ampliações de conteúdos e conceitos do currículo escolar (MOREIRA; SILVA, 2001), com melhor delimitação da sistematização do conhecimento a ser ensinado, dentre outros pontos, têm gerado reverberações que ainda estão sendo compreendidas no fazer docente.

Outrossim, elegendo o tema saúde para compreender os impactos de tais documentos norteadores, observamos no estudo de revisão de Oliveira e colaboradores (2017, p. 122) que “no processo de seleção do conhecimento saúde, identificamos que são os documentos curriculares oficiais [...] e no livro didático, as principais fontes de informação [...] são utilizadas para justificar a relevância social do conteúdo nas aulas de Educação Física”.

Em um estudo mais recente sobre as reverberações do tema saúde em documentos curriculares (DESSBESELL; FRAGA, 2020), percebe-se que houve uma ordem discursiva culturalista dominante nas produções curriculares, desde os Parâmetros Curriculares Nacionais (BRASIL, 1997), em que elementos como exercício físico e atividade física não foram privilegiados. Contudo, a partir da BNCC, mesmo com resistência, a saúde e o exercício físico regressam ao espaço de debate pelo reconhecimento dos elos entre a vertente culturalista da Educação Física e a noção ampliada de promoção da saúde.

Neste sentido, o debate sobre a compreensão, adoção e uso de materiais didáticos vinculados aos conteúdos da Educação Física Escolar, e especificamente ao tema saúde, é uma urgência que responde às investidas de mercado, que nem sempre está preocupado com questões pedagógicas. Portanto, a pesquisa se justifica na medida em que se entende que o que se aborda no espaço escolar é mais do que um conteúdo curricular prescritivo, pois constitui a articulação entre os anseios das políticas públicas, das teorias pedagógicas e as orientações didático-pedagógicas dispostas. Em que é importante que o tema da saúde seja descrito e vivenciado de forma ampliada, incluindo debates sobre educação, meio ambiente, condições de acesso, lazer, transporte, variáveis psicológicas, entre outros aspectos que se implicam na formação de uma sociedade saudável.



Assim, a pesquisa teve o objetivo de analisar as formas de tematização da saúde na Educação Física na proposta curricular da rede pública municipal de ensino do Natal (RN) e no livro didático adotado por esta mesma rede.

## PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Trata-se de um estudo exploratório de abordagem qualitativa (MINAYO, 2007) sobre a realidade da tematização da saúde na Educação Física escolar pela rede municipal de ensino do Natal (RN).

Caracteriza-se por um estudo documental de material textual orientador da prática docente na rede pública do município de Natal (RN), sendo eles: (a) Referencial Curricular do Natal/RN e; (b) Livros didáticos da coleção "Práticas corporais Educação Física: manual do professor" (material selecionado e recebido pelos professores da rede por meio do Plano Nacional de Livro Didático – PNLD), com vistas de identificar as intenções pedagógicas e suporte didático para abordagem do tema saúde na Educação física escolar. Os dados foram examinados a partir da análise de conteúdo (BARDIN, 2011), entendida como conjunto de técnicas de sistematização, trato e análise para refletir criticamente o sentido das comunicações no documento analisado. Tal abordagem é organizada cronologicamente em três etapas: 1) Pré-análise; 2) Exploração do material e 3) Tratamento dos resultados, inferência e interpretação. Através da análise temática e organização de núcleos de sentido em torno da identificação/contextualização das unidades de texto "saúde", "exercício físico", "qualidade de vida" e "bem-estar" presentes nos documentos.

Após analisar a frequência das unidades de texto, buscou-se significar cada uma delas, decodificando-as antes de promover a organização em categorias específicas eleitas a priori partindo de suas matrizes epistêmicas: Ciências naturais; Ciências humanas; Imbricamento bio-cultural; Percepção genérica de saúde.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

À medida que observamos as modificações históricas envolvendo a Educação Física e a transformação de conceitos, como o de saúde ou de exercício físico, concluímos que se faz necessária uma constante atualização desses currículos. O discurso de disciplinar o corpo saudável, influenciado por ideias higienistas e médico-militares (GOIS JUNIOR, 2013) passou



por mudanças, onde a ordem discursiva ganha fôlego na década de 1980 a fim de estabelecer o sentido da Educação Física dentro da escola.

Nesse contexto os PCN, em 1997, apontam uma visão do corpo e saúde dentro de um contexto sociocultural, com “objetivos educacionais mais amplos (não apenas voltados para a formação de um físico que pudesse sustentar a atividade intelectual), conteúdos diversificados (não só exercícios e esportes) e pressupostos pedagógicos mais humanos (e não apenas adestramento)” (BRASIL, 1997, p. 21).

Percebendo as transformações que o tema saúde sofreu em sua articulação com as práticas corporais em espaço escolar, fica claro que, segundo as políticas públicas educacionais, este tema deixa de ser fim da Educação Física escolar para emergir como tema transversal aos conteúdos propostos neste componente curricular. Buscando exteriorizar o debate tributário a tais marcações históricas, exporemos os dois documentos supracitados que ilustram em âmbito local (Natal/RN) como a temática saúde tem sido acionada.

O primeiro texto, os Referenciais Curriculares de Educação Física - anos iniciais e finais do ensino fundamental, foi um documento elaborado pela Secretaria Municipal de Educação do município de Natal/RN. O escrito é conduzido a partir do entendimento do corpo, entrelaçando seus conceitos aos de saúde, cultura, movimento e inclusão, e com isso, adotando a Cultura de Movimento como noção norteadora à Educação Física na rede municipal de ensino da cidade. O material tem sua primeira publicação datada de 2008, no qual a principal referência era os PCNs e que necessitou de atualização tendo em vista a homologação da BNCC. A atualização do Referencial Curricular de Natal/RN foi fruto de uma construção coletiva dos professores de Natal através de um fórum de discussão, e culminou na versão preliminar. O material sobre o qual nos debruçamos é uma versão ainda não publicada e que foi atualizada a partir de consulta pública em 2019.

Já o segundo documento trata-se da coleção “Práticas corporais Educação Física: manual do Professor”; possui três volumes destinados ao Ensino Fundamental, são eles: 1º e 2º ano (2017); 3º a 5º ano (2017); 6º a 9º ano (2018), lançado pela Editora Moderna. O material tem a proposta de ensino-aprendizagem baseada na cultura corporal de movimento e está de acordo com a BNCC. Assim, apresenta nos três volumes um texto introdutório e uma organização anual por unidades temáticas: danças, ginásticas, esportes, brincadeiras e jogos, lutas e práticas corporais de aventura. Essa coleção em tela participou da seleção do Programa Nacional do Livro Didático (PNLD) em 2019, e sua escolha para compor os livros didáticos



utilizados pelos professores da rede de Natal se constituiu depois de debates e estudos nas reuniões de formação continuada dos professores.

No quadro 1 apresentamos brevemente como os dois documentos explicitam que níveis de ensino, conteúdos abordados e suas formas de apresentar o tema da saúde (tratado de maneira específica ou transversal). Consideramos importante este primeiro passo, dado que estes documentos são guias na ação docente na realidade investigada.

**Quadro 1** – Documentos analisados e suas relações com o tema saúde

Documento	Ano de publicação	Níveis/ anos de ensino abordados	Conteúdos/objetos de conhecimentos abordados	Saúde tema específico ou transversal
Referencial curricular de Natal/RN	2019	1º ao 9º ano	Brincadeiras e jogos; Esportes; Ginásticas; Danças; Lutas; Práticas corporais de aventura; Práticas aquáticas	Transversal
Coleção Práticas corporais Educação Física: manual do(a) Professor(a)	2017	1º ao 2º ano	Danças; Ginástica; Esportes; Brincadeiras e Jogos	Transversal
		3º ao 5º ano	Danças; Ginástica; Esportes; Brincadeiras e Jogos; Lutas	Transversal
	2018	6º a 9º ano	Danças; Ginástica; Esportes; Brincadeiras e Jogos (6º e 7º ano); Lutas; Práticas corporais de aventura	Transversal

**Fonte:** construção dos autores.

Como apresentado no quadro 1, os documentos dialogam com a saúde de maneira transversal, de forma que não há uma unidade temática ou linha de conteúdo específica que trata a saúde como fim para a Educação Física Escolar. Este modelo, apesar de não impedir que o professor aborde o tema à sua maneira, construindo significados condizentes com a realidade escolar, também não mobiliza explicitamente para a abordagem de tal tema.

Conquanto, há justificativas para isso. Assim como em outros temas e objetos de estudo, a história da Didática apresenta dicotomia entre o método tecnicista e humanista. De semelhante modo, essa tendência também é identificada e vivenciada na abordagem do tema saúde. Segundo Almeida, Oliveira e Bracht (2016), a vinculação histórica da Educação Física com a saúde tem como pilar o ponto de vista biológico-estatístico da medicina positivista, e seu surgimento nos programas governamentais se integrou com uma forte influência do pensamento médico-higienista, o que gerou o conceito de que “atividade física é saúde”.



A partir disso, gerou-se uma ordem discursiva sustentada na modernidade em que a Educação Física é colocada como centro e a promotora de saúde. Em contraposição, o “Movimento Renovador” ao final do século passado investe em uma crítica à visão biologicista, entendendo a necessidade da revisão do conceito de saúde para a área.

Neste ínterim, emerge uma nova percepção de saúde, sendo esta, por fim, compreendida pela EF como uma questão ampla/transversal.

O conceito de saúde se amplia e se complexifica, passando a ser entendido cada vez mais no meio acadêmico e nas instâncias governamentais como uma dimensão da vida que ultrapassa o corpo orgânico e a doença, exigindo para sua análise olhares múltiplos, transversais e a consideração da saúde como uma questão, sobretudo, política (ALMEIDA; OLIVEIRA; BRACHT, 2016, p. 92).

É a despeito dessa transversalidade da temática saúde que Knuth, Azevedo e Rigo (2007, p. 76) constatarem que “a tarefa de debater a saúde no campo escolar entra em choque uma série de tradições e de discursos muitas vezes conflitantes”. A tradição de acionamento do tema saúde como consequência das rotinas de exercícios físicos, que atendem a ordem discursiva pautada nas ciências naturais e tinham tradição estabelecida na Educação Física Escolar, entra em conflito com a postura transversal do tema como resultado de intercruzamentos de determinantes sociais que atende ordem discursiva culturalista e que tem respaldo nos documentos de orientação curricular atuais.

Assim, de acordo Freire, Wiggers e Barreto (2019, p. 1314), os documentos apresentados possuem influência das teorias críticas e pós-críticas, sendo esta uma tendência no campo da Educação Física em que “não existe neutralidade na ciência, mas relações de poder em que se sobressaem os interesses dos mais abastados. Portanto, o currículo pode ser um espaço em que os interesses dos menos favorecidos sejam contemplados, propiciando a emancipação humana”. Deste modo, os temas e conteúdos do currículo devem estar alinhados para potencializar a práxis do professor no contexto que está inserido.

Com o intuito de reconhecer as possibilidades de articulação das vertentes supracitadas, buscamos apresentar no quadro 2 o quantitativo de aparições de unidades de texto relativas ao tema saúde, a saber: “exercício físico”, “qualidade de vida”, “saúde” e “bem-estar”. A escolha de tais indicadores nos documentos se deu a partir da trivialidade histórica com que esses termos se assemelham com o tema saúde (ALLEYNE, 2001, BUSS, 2000).

#### **Quadro 2** – Visão geral das unidades de texto nos documentos

<b>Unidade de Texto/ Documento</b>	<b>Saúde</b>	<b>Exercício físico</b>	<b>Qualidade de vida</b>	<b>Bem- estar</b>	<b>Total</b>
--	--------------	-----------------------------	------------------------------	-----------------------	--------------



Referencial curricular do Natal/RN	36	4	4	5	49
Coleção Práticas corporais Educação Física: manual do(a) Professor(a)	33	39	5	4	81
<b>Total</b>	69	43	9	9	130

**Fonte:** construção dos autores.

Com o mapeamento dos documentos, percebemos no referencial a incidência da palavra saúde que domina o quantitativo geral, que é constatado devido à baixa ocorrência dos demais termos. No entanto, ao observar à forma em que o documento está organizado é compreensível tal proporção, dado que o conceito de saúde é um dos termos basilares da compreensão da área da Educação Física e que esta não estabelece causalidade com o exercício físico, mas antes com a consciência do corpo e cuidado de si via práticas corporais.

Outro elemento que justifica, em certa medida, é que o documento em tela é uma resposta da rede municipal de ensino do Natal à BNCC e, portanto, tem neste último seu ponto de partida. Novamente, os estudos de Dessbesell e Fraga (2020) apontam a problemática de que a BNCC em sua primeira versão pautava o termo exercício físico como categoria autônoma no currículo escolar, mas que, frente ao processo de consulta pública, as versões posteriores deste corpo de saberes foi abrigado como o subtema “ginástica de condicionamento físico”. Na visão dos autores supramencionados, este movimento atualiza “disputas de longa data sobre a pertinência da tematização das práticas fitness como uma manifestação da cultura corporal de movimento nos currículos de Educação Física na Educação Básica” (DESSBESELL; FRAGA, 2020, p. 2) em que prevaleceu uma ordem discursiva culturalista. Considerando que o documento do Referencial curricular do Natal/RN segue a linha discursiva da BNCC, é manifestada a menor evidência do exercício físico em sua proposição curricular.

Tal indicador de unidades textuais corrobora para o afastamento, cada vez mais acentuado, da Educação Física Escolar de uma perspectiva mais físico-sanitária, ao passo que anuncia o desenvolvimento do estudante enquanto ser humano e não apenas para aperfeiçoamento do corpo para determinada prática corporal, o que demonstra estar assumindo uma perspectiva mais culturalista de Educação Física. Este dado é mais perceptível à medida que nos dirigimos aos menores níveis de ensino do currículo escolar, já que não foi identificado nenhuma unidade textual prevista nas buscas em toda primeira fase do Ensino Fundamental (1º ao 5º ano).



Já na Coleção Práticas corporais Educação Física, (volumes de 1º e 2º ano; 3º a 5º ano; e 6º a 9º ano) foi contabilizado um total de 81 achados. Nos anos iniciais do Ensino Fundamental a incidência dessas palavras é baixa aparecendo em contexto mais geral, sem especificar intenções claras de ensino. A partir do 5º ano essa recorrência aumenta, principalmente no 6º ano (28 vezes).

Dentre eles, o termo “Bem-estar”, em apenas um dos casos, não vem acompanhado de “Saúde” ou “Qualidade de vida”, denotando uma relação de sinonímia entre essas palavras somadas a uma relação de causalidade das práticas corporais. Na citação sem relação de causalidade, o termo bem-estar se relaciona ao direito cidadão voltado a “saúde, lazer, trabalho, educação, transporte”, ampliando sua correlação com o tema de saúde a partir de determinantes sociais (BUSS; PELLEGRINI FILHO, 2007).

Quanto ao termo “exercício físico”, apesar da proposta de fruição da obra em sua concepção de saúde, notamos um traço majoritariamente biologicista de seu uso, muito ligado a unidade temática Ginástica, principalmente nos anos finais, em alinhamento à BNCC. Nesse sentido, é importante destacar que a unidade temática Ginástica tem classificação na BNCC, organizada em três manifestações: a ginástica geral, a ginástica de condicionamento físico e a ginástica de conscientização corporal, sendo estas duas últimas as categorias responsáveis pela maioria dos acionamentos do termo “exercício físico”.

O material aponta uma compreensão de saúde outrora inimaginável, como mostra os objetivos no debate entre saúde e estética que intenciona “Reconhecer e compreender as implicações das dimensões da saúde e da estética no bem-estar e na qualidade de vida das pessoas, bem como discutir os riscos associados aos exageros no cuidado com o corpo” (DARIDO, et al., 2018, p. 155). Outrossim, encontramos por toda coleção manifestações dos Determinantes Sociais de Saúde – DSS (BUSS; PELLEGRINI FILHO, 2007), incitando aos professores a gerar, nos alunos, reflexões sobre questões sociais no contexto das práticas corporais que interfiram no processo saúde-doença, por exemplo, questões inclusivas (Hip-hop e síndrome de down, 6º ano), culturais (o forró como manifestação cultural, 9º ano), sociais (relações histórico-social das danças circulares, 2º ano), econômicas (espetacularização do basquetebol na NBA, 9º ano), religiosas (pensamento filosóficos das lutas 8º ano), étnicas (jogos africanos e indígenas, 5º ano), entre outras.

O quadro 3 nos mostra de quais maneiras as unidades de texto eleitas e vinculadas ao tema da saúde, vistos em ambos os documentos, podem ser percebidos. As unidades de



texto previamente mapeadas foram aglutinadas, por pertinência temática, em quatro categorias analíticas com base em matrizes epistêmicas da percepção de saúde, a saber: 1) Saúde relacionada às Ciências naturais – quando o termo apresenta vertente biológica; 2) Saúde relacionada às Ciências humanas – nas aparições em que o foco é o desenvolvimento integral do aluno; 3) Saúde relacionada ao imbricamento bio-cultural – quando o termo abarca as duas demandas anteriores; e 4) Saúde relacionada à percepção genérica – quando o termo aparece como complemento de uma ideia, sem apresentar nenhum acréscimo conceitual.

Para enquadramento nas categorias, cada uma das 130 aparições das unidades de texto evidenciadas no quadro 2 foram isoladas para leitura contextual a fim de identificar como o uso do termo/unidade de registro opera frente às categorias previamente estabelecidas.

**Quadro 3** – Concepção de saúde, exercício físico, qualidade de vida e bem-estar relativas às matrizes epistêmicas

<b>Categoria de análise/Documento</b>	<b>Balizada nas Ciências Naturais</b>	<b>Balizada nas Ciências Humanas</b>	<b>Imbricamento bio-cultural</b>	<b>Percepção genérica</b>	<b>Total</b>
Referencial curricular do Natal/RN	15	12	16	6	49
Coleção Práticas corporais Educação Física: manual do(a) Professor(a)	35	6	35	5	81
<b>Total</b>	50	18	51	11	130

**Fonte:** construção dos autores.

Dentre os achados, percebe-se maior incidência da categoria de análise “Imbricamento bio-cultural”, totalizando cinquenta e uma (51) aparições, resultando em aproximadamente 45% dos dados obtidos. Tal achado da pesquisa está alinhado com o estudo de revisão de publicações entre 2008 e 2014 sobre os saberes escolares em saúde na educação física que indica que:

em relação à concepção de saúde, nota-se que há uma predominância da saúde numa perspectiva ampliada (pública e coletiva), em que os fatores sociais, econômicos, políticos são determinantes na forma do sujeito intervir e adquirir saúde. Apoiados nesses conceitos, os estudos impulsionam o surgimento de estratégias capazes de fortalecer a emergência de novos paradigmas com relação às práticas corporais e a saúde nas aulas de Educação Física. (OLIVEIRA et al., 2017, p. 122)

Contudo, é interessante notar que ao isolar as unidades de texto vinculadas à unidade temática “Ginástica” a categoria que apresenta maior predominância é a de “Ciências



Naturais”, a qual está majoritariamente atrelada a unidade de ensino “Exercícios Físicos”. Está registrado que historicamente o conteúdo ginástica, bem como esporte, vem compondo um corpo práticas que apontam a saúde como um conhecimento vinculado a um modelo conservador de aptidão física e na sequência desta tradição é possível observar propostas curriculares que reforçam tal postura. Os estudos de Paiva e colaboradores (2017, p. 13) registra, por exemplo, que “na Bahia, o eixo temático que aborda de forma direta a saúde é ‘Ginástica, Saúde e Estética’ contudo, dois outros eixos apontam a saúde”.

Retomando os estudos de Dessbesell e Fraga (2020), a partir da segunda versão da BNCC os exercícios físicos, com material de cunho ligado ao fitness, são apresentados na unidade temática de “ginástica de condicionamento físico”, depois de uma realocação, onde “exercícios físicos” era uma das unidades temáticas da primeira versão da BNCC, publicada em 2015. Para os autores, esse atrelamento ao fitness e à ginástica remete aos aspectos culturais físico-sanitário ainda presentes na Educação Física, herdado de um histórico conteudista baseado nos ensinamentos higienistas médico-militar, como já mencionamos anteriormente.

Já para categoria de análise “Ciências Humanas”, os achados apresentam certa timidez, totalizando dezoito (18) ocorrências, em ambos os documentos o resultado de maior expressão foi obtido na unidade temática danças, evidenciando a limitação de abordagens interdisciplinares com as humanidades, o que pode ser associado ao que é denominado por Knuth, Azevedo e Rigo (2007) de epistemologia da segregação, no que se refere a cisão de conteúdos, à medida que poderiam ser explorados dentro da perspectiva transversal e interdisciplinar. Abib, Silva e Damico (2019), ao analisarem o referencial curricular do Rio Grande do Sul, elucidam a necessidade do rompimento dessa abordagem na temática “saúde” estritamente biológica e pautada nas “Ciências Naturais”, carecendo de abordagens que ultrapassem as questões orgânicas, visto que a Educação Física busca relacionar o “saber-fazer” com o “saber-sobre”.

Os autores atentam para importância da democratização do acesso aos saberes que se relacionam com a saúde por parte de professores e alunos, entendendo o seu imbricamento bio-cultural. Ainda em alguns dos casos, o termo “saúde” aparece de maneira indistinta, havendo assim a necessidade de criação da categoria de análise “percepção genérica”.

Apesar da maior representatividade de percepções de saúde ancorada nas ciências humanas e no imbricamento bio-cultural, a existência de elementos balizados nas ciências



naturais ou em uma percepção genérica de saúde podem indicar que “existem incongruências entre os fundamentos conceituais e os conteúdos vinculados ao modelo anátomo-fisiológico, abordado isoladamente, distante do contexto das práticas corporais ou mesmo dos Determinantes sociais de Saúde” (PAIVA et al., 2017, p. 14), tal como encontrado nesse estudo ao analisar as incursões do tema saúde nas propostas curriculares para o ensino da educação física no Nordeste brasileiro.

No nosso último quadro de análise, trazemos em quais anos escolares e quais unidades temáticas se devem abordar o tema saúde, segundo os documentos investigados.

**Quadro 4** – Objetivos de aprendizagens ou aprendizagens em Educação Física relacionadas à saúde por documento

Documento	Ano escolar	Tema de Saúde	Unidades temáticas / Habilidades
Referencial curricular do Natal/RN	1º ano		
	2º ano		
	3º ano		
	4º ano		
	5º ano		
	6º ano	X	Ginástica, Esporte
	7º ano	X	Ginástica, Esporte
	8º ano	X	Ginástica, Lutas
	9º ano	X	Ginástica, Lutas
Coleção Práticas corporais Educação Física: manual do(a) Professor(a)	1º ano	X	Dança/ Jogos e brincadeiras
	2º ano		
	3º ano	X	Lutas
	4º ano	X	Esporte
	5º ano	X	Dança/ Ginástica/ Brincadeiras e jogos/ Lutas
	6º ano	X	Dança/ Ginástica/ Brincadeiras e jogos/ Esporte
	7º ano	X	Ginástica
	8º ano	X	Ginástica
	9º ano	X	Ginástica

**Fonte:** construção dos autores.

Assim, percebemos que no referencial curricular, o tema saúde só se apresenta a partir do 6º ano, ocasionando esvaziamento do debate sobre a temática nos anos iniciais. A falta desse debate gera conflito direto com a BNCC tanto nas competências gerais –em que o aluno deve conviver, brincar, jogar, participar, explorar, expressar-se, conhecer-se (BRASIL, p. 25, 2018), como nas específicas da EF, nas quais o estudante tem de analisar, compreender,



construir valores, refletir e fruir (BRASIL, 2018, p. 220). Ao nosso olhar, tais competências privilegiam dimensões do conhecimento manifestadas nas vivenciadas práticas corporais em que são possíveis transversalidade do tema saúde na Educação Física.

Tais achados podem ser dialogados com o estudo de propostas estaduais curriculares para o ensino da Educação Física no Nordeste brasileiro no que se refere ao tema saúde (PAIVA et al., 2017). Neste, a distribuição da temática saúde nos níveis e modalidades de ensino aponta que 33,3% das propostas analisadas abordam o tema saúde no Ensino Fundamental II, ao passo que apenas 28,6% destas mesmas propostas abordam o tema saúde no Ensino Fundamental I.

Destaca-se ainda que, mais uma vez, os resultados expõem a proximidade dos conceitos envolvidos ao termo saúde com as capacidades e objetivos do conteúdo ginástica, haja vista que é o único tema recorrente em todos os anos finais do Ensino Fundamental. Já na Coleção encontramos o termo saúde desde o primeiro ano, não estando presente no 2º ano e a partir do 7º ano encontra-se apenas na relação com a unidade temática da Ginástica. Sendo assim, apesar do documento ter avanços na concepção de saúde e trazer discussões contemporâneas em relação a qualidade de vida e bem-estar, é preciso um aprofundamento e exploração do tema de forma mais ampla e em diferentes unidades temáticas.

Por fim, não podemos perder de vista os aspectos gerais como: “as mudanças de cima para baixo (top-down); a falta de recursos e de materiais; as instalações inadequadas para as aulas; a necessidade da formação continuada e a melhor compreensão da proposta curricular; o importante papel do diretor para apoiar a mudança curricular e a necessidade de que os conteúdos sejam significativos para os alunos” (GODOI; BORGES, 2019, p. 384), pois é preciso que o material didático seja posto como um facilitador e auxiliador da prática pedagógica dos professores de Educação Física.

## **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Ao analisar as formas de tematização da saúde na Educação Física tanto na proposta curricular como no livro didático adotado pela rede pública municipal de ensino do Natal/RN, anunciou-se o reflexo do momento histórico da Educação Física escolar brasileira em organizar em sua estrutura as narrativas entre a tradição da ordem discursiva biológico-funcional e as propostas contemporâneas da ordem discursiva culturalista.



Verificamos que apesar do avanço histórico na utilização do material didático, antes inexistente na realidade da Educação Física escolar, e na organização currículo na Educação Física com a transversalização da temática saúde com o distanciamento da perspectiva higienista historicamente adotada em Educação Física Escolar, os documentos ainda carecem de um debate mais amplo das várias concepções que envolvem a saúde, o exercício físico, a qualidade de vida e o bem-estar. O indicador mais claro de tal percepção é ainda a existência de noções de saúde centradas na episteme das ciências naturais ou nas ciências humanas, a exemplo da unidade temática ginástica e unidade temática dança, respectivamente. Outro indicador importante é a não existência de proposta pedagógica equitativa e gradual em todos os anos do Ensino Fundamental para o tema saúde, com suas respectivas práticas corporais integradas às concepções e experiências corporais que dialoguem com o entendimento de saúde pelos alunos.

Entendemos que a pesquisa possui alguns limites no que tange aos termos apresentados, bem como a ampliação de outras discussões e documentos. Nesse sentido, para avançarmos no debate, indicamos investigações que indaguem como os professores fazem uso de tais documento de orientação da prática docente com fins a abordar a temática saúde. Tal investigação irá agregar ao complexo emaranhado de dispositivos que concorrem na operacionalização do ensino da Educação Física Escolar com foco na promoção da saúde.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABIB, Leonardo Trápaga; SILVA, Bruno de Oliveira e; DAMICO, José Geraldo Soares. A saúde como tema do componente curricular educação física no Referencial Curricular "Lições do Rio Grande". **Kinesis**, v. 37, p. 1-12, ago., 2019.

ALLEYNE, George. Health and the quality of life. **Pan Am J Public Health**, v. 9, n. 1, p. 1-6, 2001.

ALMEIDA, Ueberson Ribeiro; OLIVEIRA, Víctor José Machado de; BRACHT, Valter. Educação física escolar e o trato didático-pedagógico da saúde: desafios e perspectivas. In: WACHS, Felipe; ALMEIDA, Ueberson Ribeiro; BRANDÃO, Fabiana F. de Freitas (Orgs.). **Educação física e saúde coletiva: cenários, experiências e artefatos culturais**. Porto Alegre, RS: Rede Unida, 2016.

BARDIN, Laurence. **Análise de conteúdo**. São Paulo: Edições 70, 2011.

BRASIL. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Educação Física**. Secretaria de Educação Fundamental. Brasília, DF: MEC/SEF, 1997.



BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Disponível em: <basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC\_EI\_EF\_110518-versaofinal\_site.pdf>. Acesso em: 10 set. 2020

BUSS, Paulo Marchiori; PELLEGRINI FILHO, Alberto. A saúde e seus determinantes sociais. **Physis**, v. 17, p. 77-93, 2007.

BUSS, Paulo Marchiori. Promoção da saúde e qualidade de vida. **Ciência & saúde coletiva**, v. 5, n. 1, p. 163-177, 2000.

CARLOS, Camila Ursulla Batista; MELO, José Pereira de. Livro didático em educação física: as experiências públicas de João Pessoa e do Paraná. **Motricidade**, v. 14, SI, p. 72-77, 2018.

DARIDO, Suraya Cristina e colaboradores. Livro didático na educação física escolar: considerações iniciais. **Motriz**, v. 16, n. 2, p. 450-457, 2010.

DARIDO, Suraya Cristina e colaboradores. **Práticas corporais educação física: 1º e 2º anos: manual do professor**. São Paulo: Moderna, 2017.

DARIDO, Suraya Cristina e colaboradores. **Práticas corporais educação física: 3º a 5º anos: manual do professor**. São Paulo: Moderna, 2017.

DARIDO, Suraya Cristina e colaboradores. **Práticas corporais educação física: 6º a 9º anos: manual do professor**. São Paulo: Moderna, 2018.

DESSBESELL, Giliane; FRAGA, Alex Branco. Exercícios físicos na Base Nacional Comum Curricular: um estranho no nicho da cultura corporal de movimento. **Movimento** (ESEFID/UFRGS), Porto Alegre, v. 26, e26007, 2020.

FREIRE, Juliana de Oliveira; WIGGERS, Ingrid Dittrich; BARRETO, Aldecilene Cerqueira. O currículo em movimento: a educação física nos anos iniciais do ensino fundamental em Brasília. **Currículo sem fronteiras**, v. 19, n. 3, p. 1305-1323, set./ dez., 2019

GODOI, Marcos; BORGES, Cecília. A percepção dos professores sobre o currículo de educação física e a formação continuada em Cuiabá-MT, Brasil. **Currículo sem fronteiras**, v. 19, n. 1, p. 379-395, jan./ abr., 2019.

GOIS JUNIOR, Edivaldo. Ginástica, higiene e eugenia no projeto de nação brasileira: Rio de Janeiro, século XIX e início do século XX. **Movimento**, v. 19, n. 1, p. 139-159, jan./ mar., 2013.

KNUTH, Alan Goularte; AZEVEDO, Mario Renato; RIGO, Luiz Carlos. A inserção de temas transversais em saúde nas aulas de educação física. **Revista brasileira de atividade física & saúde**, v. 12, n. 3, p. 73-78, 2007.

MINAYO, Maria Cecília de Souza. **O desafio do conhecimento: pesquisa qualitativa em saúde**. 10. ed. São Paulo: Hucitec, 2007.



MOREIRA, Antônio Flávio Barbosa; SILVA, Tomaz Tadeu da. **Currículo, cultura e sociedade**. 9. ed. São Paulo: Cortez, 2001.

NATAL. **Referenciais Curriculares Educação Física**: anos finais e anos iniciais do ensino fundamental. Secretaria Municipal de Educação. Rio Grande do Norte, 2018.

OLIVEIRA, João Paulo e colaboradores. Os saberes escolares em saúde na educação física: um estudo de revisão. **Motricidade**, v. 13, SI, p. 113-126, 2017.

PAIVA, Andréa Carta de e colaboradores. A saúde nas propostas curriculares para o ensino da educação física no Nordeste brasileiro: o que ensinar? **Motricidade**, v. 13, SI, p. 2-16, 2017.

RODRIGUES, Heitor de Andrade; DARIDO, Suraya Cristina. O livro didático na educação física escolar: a visão dos professores. **Motriz**, v. 17, n. 1, p. 48-62, 2011.

SOUZA JÚNIOR, Marcílio Barbosa Mendonça de e colaboradores. Educação física e livro didático: entre o hiato e o despertar. **Movimento**, v. 21, n. 2, p. 479-493, out., 2015.

#### **Dados da primeira autora:**

Email: lauravfernad@gmail.com

Endereço: Avenida Senador Salgado Filho, 3000, Lagoa Nova, Campus Central UFRN – Departamento de Educação Física – Sala do LEFEM, Natal, RN, CEP 59072-970, Brasil.

Recebido em: 23/12/2020

Aprovado em: 30/03/2021

#### **Como citar este artigo:**

FERNANDES, Laura Viana e colaboradores. O tema saúde na educação física escolar: diálogos entre material didático e currículo. **Corpoconsciência**, v. 25, n. 2, p. 1-16, mai./ ago., 2021.

#### **Agradecimentos:**

À Secretaria de Educação do Município de Natal (RN) por disponibilizar os documentos analisados.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) pelo apoio financeiro - código de financiamento 001.

À Pró-Reitoria de Pesquisa da Universidade Federal do Rio Grande do Norte (PROPESQ/UFRN).

**CORPOREIDADES E MASCULINIDADES EM CONSTRUÇÃO:  
EXPERIÊNCIAS DE HOMENS COM A CORE ENERGETICS**

**EMBODIMENT AND MASCULINITIES UNDER CONSTRUCTION:  
MEN'S EXPERIENCES WITH CORE ENERGETICS**

**CORPOREIDAD Y MASCULINIDADES EN CONSTRUCCIÓN:  
EXPERIENCIAS DE HOMBRES CON ENERGÉTICA BÁSICA**

**Eugênia Lacerda**

<https://orcid.org/0000-0002-4586-000X> 

<http://lattes.cnpq.br/3668712912078259> 

Universidade de Brasília (Brasília, DF – Brasil)

eugenia\_lacerda@yahoo.com.br

**Francisca Islândia Cardoso da Silva**

<https://orcid.org/0000-0002-7952-6800> 

<http://lattes.cnpq.br/1750007181006734> 

Fundação Municipal de Saúde (Teresina, PI – Brasil)

islandiacardoso@hotmail.com

**Thiago Camargo Iwamoto**

<https://orcid.org/0000-0002-1509-6047> 

<http://lattes.cnpq.br/1180954428242134> 

Pontifícia Universidade Católica de Goiás (Goiânia, GO – Brasil)

thiagoiwamoto@outlook.com

**Júlia Nogueira**

<https://orcid.org/0000-0002-0318-1973> 

<http://lattes.cnpq.br/4100059268154953> 

Universidade de Brasília (Brasília, DF – Brasil)

julianogueira@unb.br

**Dulce Maria Filgueira de Almeida**

<https://orcid.org/0000-0003-2352-5478> 

<http://lattes.cnpq.br/6855246979033159> 

Universidade de Brasília (Brasília, DF – Brasil)

dulce.filgueira@gmail.com

**Resumo**

O artigo analisa experiências de corporeidades e masculinidades de homens praticantes da psicoterapia corporal denominada Core Energetics. A pesquisa de campo, com abordagem qualitativa, foi realizada com homens pertencentes a um grupo de psicoterapia corporal na cidade de Brasília/DF, Brasil. Os procedimentos de investigação adotados foram aplicação de questionário socioeconômico e entrevista individual. Para análise das informações coletadas, utilizou-se a técnica de análise narrativa. Verificou-se que padrões de masculinidades caracterizados, dentre outros, pela aversão à expressão de emoções e sentimentos, pela constante imposição de comprovação da heterossexualidade e pelo apreço à violência causam constrangimento aos participantes, que, em resposta às tentativas de interdição de suas subjetividades, adotam formas alternativas de masculinidades. Percebe-se que o trabalho psicoterapêutico favorece o questionamento e a reflexão acerca dos sentidos de masculinidades ao possibilitar a abertura de canais dialógicos entre as distintas formas existentes e seus impactos sobre os corpos.



**Palavras-chave:** Corpo. Masculinidade. Psicoterapia. *Core Energetics*.

#### **Abstract**

The paper analyzes experiences of embodiments and masculinities of men who practice body psychotherapy called Core Energetics. The field research, with a qualitative approach, was carried out with men belonging to a body psychotherapy group in the city of Brasília/DF, Brazil. The investigation procedures were a socioeconomic questionnaire and individual interview. For the analysis of data was used the technique of narrative analysis. It was found that patterns of masculinities characterized, among others, by aversion to the expression of emotions and feelings, by the constant imposition of proof of heterosexuality and by the appreciation of violence, cause embarrassment to the participants, who, in response to attempts to interdict their subjectivities, they adopt alternative forms of masculinities. It is noticed that psychotherapeutic work favors questioning and reflection about the meanings of masculinities by enabling the opening of dialogical channels between the different existing forms and their impacts on the bodies.

**Keywords:** Body. Masculinities. Psychotherapy. *Core Energetics*.

#### **Resumen**

El artículo analiza las experiencias de corporalidades y masculinidades de hombres que practican la psicoterapia corporal denominada Core Energetics. La investigación de campo, con abordaje cualitativo, se realizó con hombres pertenecientes a un grupo de psicoterapia corporal en la ciudad de Brasília/DF, Brasil. Los procedimientos de investigación adoptados fueron la aplicación de cuestionario socioeconómico y entrevista individual. Para el análisis de la información recolectada se utilizó la técnica de análisis narrativo. Se encontró que los patrones de masculinidades caracterizados, entre otros, por la aversión a la expresión de emociones y sentimientos, por la constante imposición de prueba de heterosexuality y por la apreciación de la violencia, provocan vergüenza a los participantes, quienes, en respuesta a los intentos de interceptar sus subjetividades, adoptan formas alternativas de masculinidades. Se advierte que el trabajo psicoterapéutico favorece el cuestionamiento y la reflexión sobre los significados de las masculinidades al posibilitar la apertura de canales dialógicos entre las diferentes formas existentes y sus impactos en los cuerpos.

**Palabras clave:** Cuerpo. Masculinidades. Psicoterapia. *Core Energetics*.

## **INTRODUÇÃO**

Homens e mulheres experimentam suas corporeidades de formas distintas. O gênero é uma das convenções sociais com fortes influências sobre o sujeito uma vez que institui determinadas condutas e ações como forma padrão esperada, sobretudo nos comportamentos masculinos e femininos (CONNELL; PEARSE, 2017). Na Educação Física, as pesquisas refletem a emergência dos estudos de gênero a partir da década de 90, com a publicação de livros, teses, dissertações e artigos, e considera-se que esta é uma área em construção. Há um número significativo de pesquisas, as quais, em sua maioria, no entanto, privilegiam o enfoque sobre questões relacionadas às mulheres, às representações sociais de gênero, às identidades de gênero e outras que não incluem especificidades das masculinidades (DEVIDE, 2011). Assim, consideramos a oportunidade deste estudo, tendo em vista contribuir com a lacuna de pesquisas no âmbito das masculinidades na Educação Física.

A masculinidade, segundo Connell (1995, p. 188), é uma “configuração de práticas em torno da posição dos homens na estrutura das relações de gênero”, o que significa dizer que se coloca ênfase naquilo que as pessoas realmente fazem, e não naquilo que é esperado



ou imaginado. Ou seja, a masculinidade não é uma categoria fixa, incorporada pelos sujeitos, mas construída, revelada e transformada ao longo do tempo. Quando impregnada de preceitos hegemônicos, a masculinidade conforma-se aos comportamentos aceitáveis pela sociedade vigente e se alinha com o entendimento de que quanto mais dentro de um padrão masculino, mais a homem/macho detém um poder e um status social respeitável. A estereotipação da masculinidade reforça a dominação masculina (BOURDIEU, 2017), desvaloriza aspectos considerados femininos, como o cuidado de si e dos outros e a sensibilidade, adotando, muitas vezes, o que atualmente se denomina de masculinidade tóxica (OLIVEIRA, 2004; SILVA; ALMEIDA, 2020; SILVA, 2020).

Discutir as marginalizações e as sensações (percepções/vivências) de homens sobre a masculinidade é fundamental para identificar o que é aceito ou não, as formas masculinas de se apresentar no mundo, as experiências de pessoas com comportamentos dissidentes dos instituídos e os impactos dessas vivências sobre a saúde integral e a qualidade de vida. Na perspectiva da saúde, quando contemplados a partir de um paradigma holístico, os processos de adoecimento podem advir de desequilíbrios “[...] dos aspectos físico, mental, emocional, volitivo, espiritual e social [...]” (SILVA, 2014, p. 34). Assim sendo, os processos de cura devem ser multidimensionais.

Com enfoque holístico, a Core Energetics é uma prática corporal de psicoterapia que tem como objetivo o autoconhecimento a partir da tomada de consciência e percepção de bloqueios e tensões crônicas musculares que contêm emoções reprimidas, os quais interferem na saúde emocional e na vitalidade do corpo. Neste sentido, o processo psicoterapêutico tem como propósito liberar estes bloqueios e integrar a energia das diferentes dimensões do ser: corpo, mente, emoções e espírito, o que, em última instância, significa promover o equilíbrio energético corporal dos princípios masculino e feminino. (PIERRAKOS, 2007).

Com ênfase nos processos de autotransformação, a prática, portanto, possibilita novos olhares sobre si mesmos e sobre o ambiente em que se está inserido. Assim, partindo do pressuposto de que as intervenções da Core Energetics sobre o corpo possibilitam uma percepção ampliada sobre as masculinidades e seus estereótipos, tivemos como objetivo analisar experiências de corporeidades e masculinidades de homens praticantes desta psicoterapia corporal.



## ASPECTOS METODOLÓGICOS

O presente estudo contou com aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade de Brasília (CAAE 28236819.0.0000.0030 n. do Parecer: 4.036.418). É uma pesquisa de campo com abordagem qualitativa que, em razão do contexto de pandemia do COVID-19, ocorreu de forma híbrida, tendo parte do trabalho de campo se desenvolvido na modalidade on-line.

Participaram da pesquisa homens praticantes da psicoterapia corporal Core Energetics que integram um grupo denominado Casa dos Homens, de Brasília-DF, o qual se constituiu como nosso campo empírico. O grupo é formado, exclusivamente, por pessoas que se autoidentificam como homens. Em 2019, contava com um total de 24 participantes, sendo que, destes, 9 aceitaram participar da pesquisa e assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE). O grupo realiza seus encontros em uma sede situada no setor de clubes, região central e economicamente privilegiada de Brasília-DF, e suas atividades são desenvolvidas mediante pagamento.

O grupo pesquisado realiza suas atividades semanalmente, com encontros de duas horas por sessão, estruturados, basicamente, em quatro momentos: 1) aquecimento com danças - para soltar o corpo, favorecer o contato entre os homens e liberar tensões; 2) *grounding* (enraizamento) – exercícios com pernas e pés que visam trazer atenção e consciência para o corpo, mobilizar a força e a firmeza para a sustentação do trabalho de aprofundamento das emoções; 3) vivências – atividades que faz uso de diferentes técnicas e exercícios expressivos para trabalhar conteúdos emocionais relacionados a temas específicos; e, 4) partilha – momento em que os homens sentam-se em pequenos grupos ou numa grande roda para compartilharem suas experiências no trabalho.

Como procedimentos de investigação foram utilizados: (a) questionário socioeconômico, cujo objetivo foi identificar o perfil do grupo pesquisado; e, (b) entrevistas individuais. O nome dos participantes foi omitido, sendo identificados como Entrevistados, seguidos por algarismos arábicos para diferenciá-los.

Após a aplicação dos questionários e de identificação do perfil socioeconômico, houve a catalogação desses dados e a segunda etapa da pesquisa começou a ser realizada. As entrevistas ocorreram no período de maio a agosto de 2020. As duas primeiras foram realizadas na forma presencial e as demais por meio da plataforma de Webconferência (Zoom). As entrevistas tiveram duração aproximada de uma hora e se basearam em um roteiro flexível,



visando exatamente à possibilidade de aprofundamento e à liberdade de fala do entrevistado (KAUFMANN, 2013), visto que buscávamos a compreensão de dimensões subjetivas e intersubjetivas.

Com relação às entrevistas com roteiro flexível, consideramos, apoiados em Bardin (2009), que a subjetividade está muito presente e que, além de deixar o sujeito de pesquisa à vontade para relatar sua experiência, possibilita o aprofundamento de eventos de fala importantes para a configuração dos sentidos expressos a partir da experiência dos entrevistados. Em consonância com a modalidade de entrevista com roteiro flexível, utilizamos como procedimento para interpretação das informações, a análise de narrativas. Segundo Flick (2007), as narrativas apresentam algumas vantagens em relação aos dados fornecidos por outras técnicas: o fato de as narrativas assumirem uma certa independência durante o relato, o fato de as pessoas saberem e serem capazes de apresentar muito mais sobre suas vidas e o fato de se presumir uma relação análoga entre a apresentação da narrativa e a experiência narrada. (FLICK, 2007)

As respostas, após transcritas, codificadas e catalogadas, foram analisadas e separadas por temas / conteúdos (BARDIN, 2009), tendo por base diálogos com autores/as das Ciências Sociais e da Educação Física, particularmente os voltados/as para a sociologia do corpo e do gênero.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

O perfil socioeconômico do grupo pesquisado corresponde à classe média e todos os entrevistados residem em regiões de poder aquisitivo alto na cidade de Brasília-DF, além de possuírem emprego e, em sua maior parte, serem servidores públicos. Todos eles se autoidentificam como homens, havendo no grupo 7 participantes que se autoidentificam como heterossexuais, 1 que se autoidentifica como homossexual e 1 que se autoidentifica como bissexual. Optamos aqui por seguir o critério de autoidentificação, dando aos sujeitos pesquisados seus lugares de fala.

As narrativas dos participantes revelam sentidos relacionados a aspectos como: (a) significado do ser homem: “homem não chora”; (b) identificação com “outras” masculinidades; e, (c) a construção de masculinidade e a experiência dos homens com a Core Energetics, que passaremos a analisar a seguir.



**(a) Significado do ser homem: “homem não chora”**

As manifestações a seguir evidenciam a maneira como os homens entrevistados dão sentido ao ser homem no contexto da sociedade contemporânea. Destacam, em suas afirmações, aspectos relacionados à construção de padrões estereotipados do masculino, como os apresentados nos excertos:

E a parte de ser homem é **não chora, não encosta, não toca, não demonstra carinho, provê**, seja provedor, seja forte, no sentido mais tradicional da palavra forte, dê conta de tudo, seja bem sucedido, modelo bem tradicional [...] O homem **é ser forte**, fisicamente forte, quanto mais fisicamente forte melhor, quanto mais ele... aquele termo de “macho alfa”, o homem que **faz tudo, fala grosso, xinga**. (Entrevistado 4)

Eu não me via fazendo certas coisas que os homens da minha idade na época faziam como ir no cabaré, como os meus colegas foram, ou puteiro, ou fazer rodinha no carnaval pra poder forçar uma mulher a dar um beijo neles. Eu não me via dessa forma, eu não gostava de futebol como homem tem que gostar, eu não gostava de cerveja na época, como homem é obrigado a gostar, na adolescência. Não gostava de filme de violência [...] O homem **não pode abraçar, ser carinhoso** e milhões de outras coisas por trás. (Entrevistado 5)

O estereótipo é você **beber cerveja e ficar contando vantagens**, pô, peguei aquela mulher, eu sou o bom, num sei quê. (Entrevistado 6)

Acho que homem não tem amigo, homem tem cúmplice de comportamento de risco, porque é isso, quem beber mais é o mais macho, quem fizer o racha é o mais macho, quem pegar mais, pegar geral, é o mais macho. É uma coisa o tempo inteiro se afirmando e isso dando a liga da identidade. Eu sou homem, me vejo homem, te vejo homem na medida em que você pode mais, que você se arrisca mais. É muito cansativo (...) A gente está tão talhado ou formado, formatado pra ‘eu falo muito performance’, mas é porque eu acho que é muita performance mesmo. O homem tem que **demonstrar comportamentos, atingir resultados**, ele é validado, ele é reconhecido entre si e entre os outros enquanto homem na medida em que ele atinge resultados. Tem certos marcos de masculinidade que eu acho que ainda são muito hegemônicos mesmo. Eu percebo que a gente fica muito organizado pra isso, ou conflitado na medida em que não estou gabaritando essa listinha aqui do ser homem [...] Você não tem esse lugar de existência gratuita, que me é permitido existir sem eu provar nada. ... sair dessa **tensão que já está latente no ser homem**. (Entrevistado 8)

**O lugar social do masculino está muito marcado.** Diferente pras mulheres que eu acho que tem uma coisa mais, talvez, espontânea, pros homens isso está muito estruturado. Então, **é só futebol, é o boteco**, enfim, você não tem muitos lugares onde você pode sair desse personagem. (Entrevistado 8)

O que mantém ele na vida que não seja esses comportamentos compulsivos, comportamentos de risco, comportamentos de desrespeito, uso abusivo de substância, essa coisa compulsiva das relações afetivas, porque parece que você busca, busca e aquilo nunca é suficiente. E a falta de amadurecimento,



parece que você está num lugar de poder, mas ao mesmo tempo infantilizado. (Entrevistado 8)

É aquele homem que tinha que ser homem, tinha que ser **rígido, que não podia chorar, que não podia beijar um outro homem, que não podia abraçar**, ele tinha que **ser tudo menos frágil, menos mulher**, vamos dizer assim. A fragilidade, a palavra sempre chama, relaciona, associa geralmente à mulher. (...) Você ia ter que beber, você ia **ter que ter relação com qualquer mulher, sem compromisso nenhum**, porque isso é que é coisa de homem, porque você tem que ser, você **tem que trair a sua namorada**, porque você tem que beber com a gente ali, **tem que ir na zona com a galera**. (...) Você vai ali, vai beber, todo mundo é seu amigo, mas só porque você está bebendo e se drogando. Quando aquilo acaba você percebe que eles não são seus amigos. Quando você não se droga, você fica sendo o cara careta, você fica sendo “o mulherzinha”. Aquele estereótipo que foi plantado pra mim lá atrás do homem **machão**, do homem **bruto**, do homem **agressivo**, do homem **que quanto mais forte melhor**... (Entrevistado 9)

As narrativas dos participantes da pesquisa apontam que, hegemonicamente, a sociedade percebe como principais características do ser homem: ser forte, agressivo, insensível, rígido, capaz de produzir resultados.

Duas acepções são dispostas nas manifestações: a primeira e, mais preponderante delas, está colocada do ponto de vista da negação, ou seja: homem não chora e homem não tem sensibilidade, que aqui serão interpretadas como proibitivos sociais. Portanto, a capacidade de chorar, que é uma expressão obrigatória dos sentimentos, como diria Mauss (1979), e que apresenta uma relação direta com a sensibilidade humana, é ponderada e dimensionada socialmente como algo proibido para o universo masculino.

A segunda acepção está relacionada à afirmação, a tudo aquilo que é para ele estabelecido (*establishment*), e que recebe uma conotação positiva do ponto de vista social (ELIAS, 2000). Desse modo, o homem pode: beber, gostar de futebol, frequentar espaços onde ‘mulheres’, grosso modo, não podem frequentar. Também podem gozar de certa ‘liberdade’ sexual, que mulheres igualmente não podem dispor. Nessa segunda acepção, percebemos que os homens são socialmente identificados como “estabelecidos”, isto é, como possuidores de lugares determinados na sociedade. Eles são possuidores de “espaços sociais”, que, normalmente, são ou estão associados às noções de prestígio e poder. Isto é, espaços que não compreendem proibitivo social e que podem ser analisados como campos ou lugares de inclusão.

Aqui merece atenção o que nos afirma Dutra (2007, p. 363):

Quando Simone de Beauvoir afirmou que “não se nasce mulher, torna-se mulher”, abriu espaço para o surgimento de pesquisas chamando a atenção



para o caráter arbitrário, histórico e social de construção não só da feminilidade, mas da masculinidade. No momento em que os estudos sobre mulheres foram substituídos pelos de gênero, os homens tornaram-se objeto de interesse, sendo incorporados à pauta de pesquisas que visam o questionamento e à desconstrução da masculinidade”.

Com efeito, consoante o acima disposto por Dutra (2007) podemos compreender que as manifestações dos homens visibilizam a necessidade de se ter em conta que estudos sobre homens, não só ganham importância, mas podem nos ajudar na compreensão e redefinição de modelos de masculinidades presentes na sociedade contemporânea. Essa interpretação é possível, pois percebemos que as narrativas demonstram que os entrevistados se inquietam com os padrões de masculinidades para eles apresentados como referenciais. Esta conjunção de comportamentos pré-definidos e/ou esperados, determinados negativa ou positivamente forjam para esses homens um conjunto de papéis sociais que devem ser desempenhados.

Segundo Bourdieu (2017), a diferenciação de gênero é inscrita nos corpos através de um permanente trabalho social de formação que nele imprime esquemas de pensamento que contribuem para a naturalização e legitimação de uma relação de dominação masculina. Ao operar fundamentada na tomada do masculino como medida de todas as coisas, a dinâmica das relações de gênero se articula a formas de dominação e, por conseguinte, de exclusões e desigualdade. Para ser homem ou ser mulher há limites, cuja ultrapassagem produziria uma perturbação dos códigos de inteligibilidade. Os homens são, a todo instante, cobrados a provar sua virilidade e honra, não podendo, assim, vivenciar certas experiências sociais e afetivas demarcadas como inapropriadas para eles, como demonstra estudo realizado por Silva (2020) sobre homens praticantes do rugby. Segundo a autora, os homens vivenciam verdadeiros processos de castração que são construídos em campo e também fora dele no tocante à prática esportiva, como um mecanismo claro de vigilância (SILVA, 2020; SILVA; ALMEIDA, 2020; SILVA, 2020).

As masculinidades são construídas e reconstruídas ao longo da vida, sem um ponto cronológico de início e término, e em relação com o Outro; por isso, são sujeitas ao contexto social (CONNELL, 1995). Neste sentido, chama atenção a manifestação do Entrevistado 8, que traz a ideia de performance, associando-a à virilidade enquanto possibilidade de existência do homem, o que aponta para uma existência fortemente marcada pela ação, pelo ter que fazer coisas e não pelo ser alguém. Ser homem significa agir segundo padrões estabelecidos



externamente para atender a expectativas alheias e, como claramente ressaltou o Entrevistado 8, não há espaço para “uma existência gratuita”.

### **(b) Identificações com “outras masculinidades”**

Na construção de suas corporeidades, os homens pesquisados apresentam em suas manifestações as dificuldades por eles vivenciadas acerca da aceitação do sentido de masculino, sobretudo quando este sentido está associado a um padrão sexualmente determinado do ser macho. Destacam-se situações relacionadas à esfera da sexualidade e, principalmente, à expressão das emoções e da sensibilidade. A interdição do sentir e do expressar os sentimentos impacta significativamente a experiência do ser homem, como poderemos ver nas manifestações da maioria dos participantes da pesquisa.

[...] esse padrão normal que a sociedade impõe ao homem. Quando você não encaixa nesse padrão você tem algum problema. Eu vim com esse chip instalado em mim. ... Não me encaixava. Eu cresci **excluído** do mundo masculino. ... Enquanto criança **era sensível**, [...] que **não jogava bola**, que era excluído, que **era xingado**, que **era isolado**. Enquanto adulto eu consegui contornar isso, mas a memória da infância continua presente. ... No aspecto da sexualidade, da bissexualidade, vamos dizer assim, de você não pertencer ao normal, sentir excluído. (Entrevistado 1)

[...] que eu sempre tinha uma dificuldade com homens. [...] uma **dificuldade de comunicação, de estreitar vínculos com outros homens**. (Entrevistado 3)

Esse modelo tradicional não funcionava pra mim, eu não me sentia bem, eu **não era feliz e a vida não fazia sentido nenhum**. [...] Eu lembro de ser **uma criança muito sensível, emotiva**, mas com o passar do tempo eu não consegui dar sustentação a isso, continuar com isso e aí **eu me fechei**. Então eu já não chorava, não me emocionava, eu já não era sensível. [...] **Eu ia pra parte lógica, racional e objetiva** e o feminino, que é o detalhe, o cuidado e a beleza, o acolhimento, ficava muito em segundo plano. Quando eu era menor, eu tive **medo de ser gay**. Eu tinha um lado sensível e que ele não tinha espaço. Então, eu tinha um constrangimento de ter esse lado sensível e eu não sabia que era isso. (Entrevistado 4)

[...] e não podia me ver como um homem, eu não me via fazendo certas coisas que os homens da minha idade da época faziam... Então, **eu não me via homem e isso me machucava** muito porque eu queria ser homem, mas não aquele homem. Quando eu **me descobri um homem gay**, eu não tinha referências, então eu não tinha um futuro, **eu não me via vivo no futuro** [...] Eu não via um futuro pra mim porque eu não podia ser uma pessoa adulta sendo quem eu era. [...] Eu pensei em suicídio algumas vezes, mas eu não podia me matar porque era pecado, então eu pedia a Deus uma doença pra eu morrer. E não aconteceu, graças a Deus, enfim. **É um abafamento de sentimentos**, é um abafamento de emoções, e tudo **isso traz dor** e aí a gente



sabe expressar a dor é gritando, é agredindo, é se violentando com bebidas, com drogas, etc. ... **a sua dor que você não pode nem sentir** porque homem não pode chorar, homem não pode ter dor, homem não pode isso, homem não pode aquilo. Até pra mim que sou homem gay, eu não me permitia sentir. [...] **Eu me recriminava** se eu sentisse algumas coisas porque era mais uma vez eu me afirmando que não era homem. **Eu tinha que ser homem.** (Entrevistado 5)

Eu acho que um pouco de vergonha. Eu acho que pela minha história eu assumia muito ser homem com uma **posição de poder**, com a **posição de abuso**. Então, no grupo eu pude ver que **vários homens não se sentiam também assim, felizes com esse estereótipo do homem.** [...] eu nunca gostei de falar de futebol, não me encaixava muito bem, de um certo modo. Eu tinha uma certa **vergonha de ser muito identificado com as mulheres e de ter um lado muito sensível.** (Entrevistado 6)

Eu tinha muita **cumplicidade com o materno, com o feminino** e por outras questões, por vivências anteriores, dificuldades, traumas [...] enfim, **o masculino era um lugar de acesso muito tenso pra mim.** Eu vivi experiência de abuso de infância e eu percebo que isso é uma coisa que me deixou muito travado com relação a essa convivência com outros homens, nunca foi uma convivência muito tranquila pra mim. A sensação que eu tenho é que na narrativa social **esse lugar homem branco heterossexual se tornou um lugar de crime quase.** [...] Mas é **muita opressão, é muito peso, é muito sofrimento também ter que sustentar isso.** Os índices de suicídios dos homens são altíssimos, índices de uso abusivo de álcool e de outras coisas também são altíssimos, o índice de violência, o índice de morte entre homens é muito grande. **Os homens estão sofrendo do jeito que eles estão vivendo.** E aí, socialmente ainda é visto como isto, é opressor, é num sei quê, que nada, é porque está repetindo, está escravo daquilo, ele não sabe ser de outro jeito. (Entrevistado 8)

Nas manifestações dos entrevistados podemos destacar palavras como exclusão, vergonha, dor, medo, sofrimento, isto é, expressões que nos remetem a um sofrimento pessoal por se verem como sujeitos que, ainda que sejam estabelecidos por serem homens, não atendem às expectativas sociais e se veem como deslocados socialmente. Notamos nas narrativas apresentadas acima, que a sensibilidade e a predisposição para sentir aparecem como o principal fator causador das dificuldades dos homens com suas masculinidades. Ou seja, homens sensíveis se sentem desconfortáveis ou excluídos do universo masculino em razão da interdição à expressão dos sentimentos colocada pelas expectativas sociais em relação às masculinidades, conforme vimos mais acima. Tais manifestações acabam por reforçar a perspectiva já defendida por Trevisan (1998), de que a masculinidade é um gênero sob vigilância. Nesse contexto, a manutenção do disciplinamento dos corpos aparece como peremptório na sociedade em que vivemos.



A sexualidade também é posta na manifestação do Entrevistado 4, partindo de uma aproximação entre a questão de gênero e sexualidade, isto é, associando que a divergência com determinados comportamentos ditos masculinos caracterizaria a pessoa como homossexual e/ou que as pessoas homossexuais não seriam masculinas. Socialmente, há uma ideia sobre a masculinidade relacionada com virilidade, força e poder, assim como, também, há uma associação de que homens homossexuais são frágeis, delicados e submissos. Essa situação é paradoxal visto que é lugar comum para os estudiosos do gênero (CONNELL; PEARSE, 2017; DUTRA, 2007; GOELLNER, 2001; DEVIDE et al., 2011) que os comportamentos masculinos ou femininos não possuem relação direta com a orientação sexual.

À primeira vista, pode-se pensar que a supremacia masculina nas sociedades ocidentais não traga nenhum ônus aos homens. Porém, o status de superioridade masculina, perseguido por parte dos homens, apresenta duas faces. Segundo Bourdieu (2017), o exame de masculinidade gera uma eterna vigilância sobre as emoções, os gestos e o corpo do homem, acentuando a ideia de concorrência entre eles. Por um lado, essa posição concede ao homem privilégios sociais, como, por exemplo, exercer influência sobre o comportamento de outras pessoas, homens e mulheres. Por outro lado, ocorre um processo de normalização generalizado para que a ordem masculina seja plenamente estabelecida: as mulheres devem se fixar no espaço privado física e emocionalmente (até mesmo sua sexualidade é reprimida), já os homens são, a todo instante, cobrados a cumprir um código de masculinidade: provar perante seus iguais, para legitimação de sua inserção no grupo de “verdadeiros homens”, sua virilidade, atributo mais importante aos homens e que caracterizaria sua capacidade reprodutiva, sexual e social, e não vivenciando experiências demarcadas como inapropriadas para eles.

Outra manifestação, que destacamos a seguir, suscita-nos reflexão sobre o significado de “outras masculinidades”, que se fazem presentes entre os participantes da pesquisa. O sentido de “outras masculinidades” remete à noção de masculinidade hegemônica, que, segundo Connell, normalmente é operada juntamente com outros tipos de masculinidades em um dado contexto e pode se tornar sinônimo de um tipo de homem rígido, dominador, sexista e “macho”. (CONNELL, 2013) Ou seja, apesar de haver um padrão determinado de masculinidade, existem, no contexto do universo masculino, homens que fogem ao padrão hegemônico. Vejamos:



Talvez eu tenha tido uma dificuldade na minha vida, como é que eu vou dizer, em expressar meu desejo masculino, talvez até com uma certa crítica em relação ao masculino, à **masculinidade tóxica**. [...] algo como se eu tivesse **vergonha do meu desejo masculino**, assim de que... não vou colocar isso pra essa pessoa porque o que ela vai achar de mim? Como se fosse algo de alguma maneira feia, de alguma maneira que devesse ser escondido. Eu não posso mostrar sentimentos porque **os homens são todos uns babacas**, então **eu vou ser um babaca igual a eles**. Então, **eu tenho que esconder a masculinidade** porque isso é uma coisa que não é legal, os homens são todos uns babacas, então se eu for homem eu estou sendo babaca também. Eu tinha bem trabalhada a minha feminilidade. A **minha feminilidade era bem trabalhada, mas a minha masculinidade não, ela era envergonhada**. (Entrevistado 3)

Neste caso específico, não há efetivamente uma atuação do que o entrevistado chama “masculinidade tóxica”, que é compreendida como tipos de comportamentos sociais (sociogênese) que engendram lugares simbólicos valorizados como uma espécie de “[...] bússola de orientação para a construção de identidades em diversos segmentos sociais.” (OLIVEIRA, 2004, p. 285). Ao contrário do esperado, o participante apresenta certa insegurança com sua masculinidade devido a influências de comportamentos socialmente esperados que compõem seu entendimento de masculinidade tóxica, a qual é alimentada e reforçada pela sociedade, como destacado em estudo realizado por Silva (2020). O homem em questão é um homem sensível, com sua feminilidade bem trabalhada e dificuldades para estabelecer vínculos com outros homens. Diante disso, e das vivências e experiências do participante, fica claro que o fato de ser enfrentado por outros homens e questionar o que denominou de “masculinidade tóxica” lhe produz sofrimento pela exclusão do universo masculino.

Ao lado da sensibilidade, questões com a sexualidade despontam também com relevância na configuração das dificuldades dos homens com suas masculinidades. Ou seja, homens que mantêm uma orientação sexual diferente do padrão normativo heterossexual se sentem excluídos do mundo masculino. Com efeito, para que um sujeito do sexo masculino seja considerado homem pela sociedade contemporânea ocidental é necessário que apresente honra evidente, ou seja, fixa, aceitável e invariável diante dos outros homens e em oposição à feminilidade, sob pena de ser excluído do mundo masculino.

A virilidade, como se vê, é uma noção eminentemente relacional, construída diante dos outros homens, para os outros homens e contra a feminilidade, por uma espécie de medo do feminino, e construída, primeiramente, dentro de si mesmo. (BOURDIEU, 2017, p. 67)

No processo de obsessão por anular ou, ao menos, esconder qualquer traço do que se entende socialmente como feminino, como medo, angústia, passividade, ternura e



vulnerabilidade, por exemplo, e, assim, ser reconhecido por si mesmo e pelos outros como verdadeiramente homem, configuram-se os constantes jogos de honra, como a violência e o crime, que, cumpridos, concederão aos homens senso de honra e virilidade, características vistas como dignas de um homem. Entende-se, aqui, o cruzamento entre um *habitus* construído segundo a divisão entre masculino e feminino, e um espaço social organizado segundo essa divisão (BOURDIEU, 2017).

À luz da relação de gênero nas sociedades ocidentais, em que predomina a dominação do masculino sobre o feminino, afirma o autor:

Ser homem, no sentido de vir, implica um dever-ser, uma *virtus*, que se impõe sob a forma do “é evidente por si mesma”, sem discussão. Semelhante à nobreza, a honra – que se inscreveu no corpo sob forma de um conjunto de disposições aparentemente naturais, muitas vezes visíveis na maneira peculiar de se manter de pé, de aprumar o corpo, de erguer a cabeça, de uma atitude, uma postura, às quais corresponde uma maneira de pensar e de agir, um *ethos*, uma crença etc. – governa o homem de honra, independentemente de qualquer pressão externa. Ela dirige (no duplo sentido do termo) seus pensamentos e suas práticas, tal como uma força (“é mais forte que ele”) mas sem o obrigar automaticamente (ele pode furtrar-se e não estar à altura da exigência); ela guia sua ação tal qual uma necessidade lógica (“ele não pode agir de outro modo”, sob pena de renegar-se), mas sem se impor a ele como uma regra ou como o implacável veredicto lógico de uma espécie de cálculo racional. (BOURDIEU, 2017, p. 73)

A virilidade, como principal qualidade definidora das disposições que permeiam o universo masculino, é entendida por Bourdieu (2017) tanto como capacidade reprodutiva, sexual e social quanto como capacidade de combate e de exercício da violência. A virilidade significa uma carga, uma vez que, ao contrário da mulher, cujo elemento de honra é essencialmente negativo e oposto à virilidade masculina, “o homem ‘verdadeiramente homem’ é aquele que se sente obrigado a estar à altura da possibilidade que lhe é oferecida de fazer crescer sua honra buscando a glória e a distinção na esfera pública” (BOURDIEU, 2017, p. 76).

### **(c) A construção de masculinidade e a experiência dos homens com a Core Energetics**

Neste item apresentaremos algumas ideias dos participantes da pesquisa sobre as possibilidades de mudanças em relação aos sentidos de masculinidades por eles desconstruídos e construídos e o impacto social dessas mudanças. De modo geral, eles estão de acordo que as experiências do grupo têm algum nível de impacto social, embora tenham clareza de que se trata de um processo de mudança a médio e longo prazos.

**Cada homem que passa por lá se transforma**, então os relatos são sempre muito parecidos. [...] Cada homem que vai lá **ele acaba transformando**



**outros homens**, outras pessoas pelo **exemplo**, isso eu percebo muito claro. ... **traz o homem que ainda não está trabalhado para uma reflexão**, à medida que tu não dá continuidade pra uma piada machista ou pra comportamentos que tu vê que não cabem mais. [...] Acho que as novas gerações têm muito a ganhar com isto e a sociedade como um todo à medida que tu **começas a cortar alguns fluxos de ideias, pensamentos e sentimentos** e a não dar vazão pra isto. [...] Eu acho que **é uma mudança muito forte** que está acontecendo e que **vai ter muito impacto nas próximas décadas**, na sociedade e no mundo. (Entrevistado 4)

Eu tenho sentimentos, eu tenho emoções, eu choro, eu tenho uma história de vida. Então, quando eu me mostro e vejo o outro em mim e me vejo no outro, **porque isso mexe com a sociedade como um todo? Porque você ajuda o homem a ser mais pessoa**. E como pessoa ele pode **sentir, chorar, abraçar o outro**. (Entrevistado 5)

Às vezes eu sinto que a gente está numa certa **vanguarda**, porque está trabalhando coisas, **está se redescobrimo**. [...] As mulheres se transformaram, se empoderaram e os homens não, os homens estão cada vez mais acuados. Eu penso isso, eu tenho filha, quem vai ficar com essas mulheres empoderadas? Qual homem vai dar conta, né? [...] A gente está tendo que se mexer, a gente não tem mais aquele privilégio. E eu vi isso na minha relação, está muito difícil a relação de casamento. As mulheres não aceitam mais certas coisas, como não tem que aceitar, mas eu sinto que elas também não sabem exatamente qual esse novo lugar. Eu sinto uma, pelo menos no meu casamento foi um embate pra ver quem ia liderar, eu sentia que a minha mulher estava disputando o espaço de homem comigo. Mas, então, **eu sinto que esse trabalho nosso mexe em muita coisa**, e esse movimento dos homens em Brasília me surpreendeu e me surpreende muito porque eu não vi em outros lugares tão forte assim. (Entrevistado 6)

As narrativas construídas pelos entrevistados acima (Entrevistados 4, 5 e 6) mostram que a participação em um grupo exclusivamente masculino de Core Energetics promove um movimento que favorece o questionamento e a reflexão acerca do sentido de masculinidade, notadamente, aquele que se remete ao que é hegemonicamente determinado. Os participantes afirmam haver uma forma mais saudável de viver as masculinidades e estão buscando isto quando se propõem a participar de um movimento que lhes permite um trabalho psicoterapêutico corporal associado às possibilidades de canais dialógicos, fazendo-se escoar emoções, sentimentos, sensações e pensamentos. Aqui se interpenetram questões em nível individual, como a expressão dos sentimentos, e aspectos que transcendem as individualidades, pois remetem à relação com o outro.

A estrutura das relações sociais não define mecanicamente as atitudes e comportamentos das pessoas e dos grupos, mas certamente condiciona a prática, estabelecendo possibilidades para a ação e suas consequências. Em uma ordem patriarcal, por exemplo, "as mulheres podem ser impedidas de ter acesso à educação e às liberdades pessoais,



enquanto os homens podem ser excluídos de estabelecer conexões emocionais com crianças” (CONNELL; PEARSE, 2017, p. 157).

Encontrar uma sensibilidade, desbloquear-se emocionalmente e tornar-se mais humano a partir da possibilidade de se abrir para os sentimentos são importantes indicações de como os homens podem alcançar uma masculinidade saudável. Os participantes da pesquisa acreditam na mudança e se arriscam a traçar um novo perfil para o homem contemporâneo, que não dicotomize, mas, ao contrário, articule masculino e feminino como diferentes dimensões da subjetividade. A narrativa a seguir traz uma ideia do que deve ser o novo homem:

Acho que **equilibrando o masculino e o feminino** e um trabalho bom de sombras a gente consegue chegar na conclusão de um **novo homem**, de um **homem inteiro**, de um homem que vai sofrer, que inclusive vai errar e sentir coisas ruins, ... mas que vai ter energia, vai ter força vital pra fazer, vai ter concretude... porque ele não vai ter questões inconscientes tirando a energia dele, medos, raiva. E ele não vai nem pra sombra do tirano, pra esse masculino bem distorcido, que é **machista**, nem pra sombra do **covarde**, que é esse que tem tanto medo da própria força que vai pro outro extremo e fica na sombra do feminino. Integra os dois, ele pega o que tem de melhor no feminino e no masculino e vai fluindo com isso. (Entrevistado 4)

A manifestação do Entrevistado 4 coloca em evidência um princípio da Core Energetics, qual seja, a integração entre masculino e feminino, que é entendido como um princípio energético, fonte de equilíbrio, harmonia, saúde, para homens e mulheres. Para os homens, considera-se a necessidade de integrarem em suas subjetividades as qualidades do feminino como, por exemplo, sensibilidade, afeto, acolhimento, beleza, receptividade, e para as mulheres, a necessidade de integrarem qualidades do masculino como, por exemplo, racionalidade, objetividade, assertividade. (PIERRAKOS, 2007)

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Nosso objetivo foi analisar experiências de corporeidades e masculinidades de homens praticantes da psicoterapia corporal denominada Core Energetics. Assim, a partir da análise apresentada, podemos concluir que os homens, ao se questionarem em relação aos padrões socialmente determinados, os reafirmam como formas de controle e vigilância social e colocam em xeque retóricas negativas como ‘homem não chora’ e ‘homem não tem sensibilidade’, interpretadas como proibitivos sociais. De outro lado, questionam aspectos que, em princípio, seriam vistos como positivos e que se remetem a tudo que lhes é permitido socialmente, como: beber, gostar de futebol, frequentar espaços onde ‘mulheres’ não



frequentam, gozar de certa 'liberdade' sexual. Lugares sociais onde os homens podem ser identificados como "estabelecidos" e que estão associados às noções de prestígio e poder.

Daí podemos interpretar que estamos diante de narrativas que apresentam sentidos sobre masculinidades, simultaneamente, de exclusão/negação e inclusão/aceitação. Exclusão/negação de suas capacidades ou expressões de sentimentos, aspecto que se coloca do ponto de vista individual. Inclusão/aceitação pela possibilidade de acesso a espaços sociais que as mulheres, em tese, não podem estar. As narrativas demonstram que os entrevistados se inquietam com os padrões de masculinidades para eles apresentados como referenciais.

Os homens investigados acreditam na possibilidade de constituição de masculinidades distintas daquela tradicionalmente valorizada pela sociedade. O processo de ressignificação das masculinidades a partir da prática corporal de Core Energetics, neste sentido, tem como principal vetor a busca do equilíbrio entre as qualidades do masculino e do feminino. É a partir desta integração que os participantes da pesquisa projetam novas possibilidades para a construção de masculinidades na contemporaneidade e a acolhida de todas as formas de expressão identitária.

A ressignificação das masculinidades, por sua vez, retroage sobre as corporeidades destes homens, suavizando a rigidez imposta a seus corpos pela ação orientada pelos determinantes do papel masculino como condição para suas existências sociais. Ou seja, estabelece-se uma relação dialética por meio da qual o trabalho no corpo, com o corpo promove o questionamento dos sentidos de masculinidades operados pelos homens e as mudanças alavancadas por estas reflexões retroagem sobre as corporeidades no sentido de promover maior vitalidade e mobilidade corporal.

Adicionalmente, as evidências empíricas indicam que o processo de desconstrução das masculinidades, e em especial da masculinidade tóxica, é facilitado pelo trabalho coletivo. O grupo desempenha importante papel no desafiar os homens tanto em relação às suas crenças quanto em relação à forma como se relacionam com seus corpos, ou seja, a presença de outros homens no trabalho psicoterapêutico de Core Energetics atua como importante elemento na reconstrução das subjetividades, oferecendo não apenas desafios, mas, também, suporte e segurança para que os homens possam realizar seus processos de autotransformação ou, talvez possamos dizer, auto-eco-transformação, na medida em que as mudanças no nível individual impactam, de alguma maneira, o ambiente social.



## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BARDIN, Laurence. **Análise de conteúdo**. São Paulo: Edições 70, 2009.
- BOURDIEU, Pierre. **A dominação masculina**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2017.
- CONNELL, Raewyn. Políticas da masculinidade. **Educação e realidade**, v. 20, n. 2, p. 185-206. 1995.
- CONNELL, Raewyn; PEARSE, Rebecca. **Gênero, uma perspectiva global: compreendendo o gênero – da esfera pessoal à política – no mundo contemporâneo**. 3. ed. 1. reimp. São Paulo: nVersos, 2017.
- DEVIDE, Fabiano e colaboradores. Estudos de gênero na educação física Brasileira. **Motriz**, v. 17, n. 1, p. 93-103, jan./ mar., 2011.
- DUTRA, José Luiz. Onde você comprou essa roupa tinha para homem? In: GOLDEMBERG, Miriam (Org.). **Nu e vestido**. Rio de Janeiro/São Paulo: Record, 2007.
- ELIAS, Nobert. **Estabelecidos e outsiders**. Rio de Janeiro: Jorge Zahar, 2000.
- FLICK, Uwe. **Uma introdução à pesquisa qualitativa**. Porto Alegre, RS: Bookman, 2007.
- GOELLNER, Silvana Vilodre. Gênero, educação física e esportes. In: VOTRE, Sebastião Josué (Org.). **Imaginário e representações sociais em educação física, esporte e lazer**. Rio de Janeiro: UGF, 2001.
- KAUFMANN, Jean-Claude. **A entrevista compreensiva: um guia para pesquisa de campo**. Petrópolis, RJ: Vozes; Maceió, AL: EdUfal, 2013.
- MAUSS, Marcel. A expressão obrigatória dos sentimentos. In: OLIVEIRA, Roberto Cardoso de (Org.). **Marcel Mauss: antropologia**. São Paulo: Ática, 1979.
- OLIVEIRA, Pedro Paulo de. **A construção social da masculinidade**. Belo Horizonte, MG: Editora UFMG/Rio de Janeiro: Instituto Universitário de Pesquisas do Rio de Janeiro, 2004.
- PIERRAKOS, John C. **Energética da essência: desenvolvendo a capacidade de amar e de curar**. São Paulo: Pensamento, 2007.
- SILVA, Francisca Islândia Cardoso da; ALMEIDA, Dulce Filgueira. Masculinities in sport: the case of rugby. **Movimento**, v. 26, e26041, 2020.
- SILVA, Francisca Islândia Cardoso da. **Espelho, espelho meu, existe alguém mais macho do que eu?** 2020. 346f. Tese (Doutorado em Educação Física). Universidade de Brasília, Brasília, DF, 2020.



SILVA, Thais de Queiroz. **Práticas corporais e as experiências extraordinárias em Core Energetics**. 2014. 144f. Dissertação (Mestrado em Educação Física). Universidade de Brasília, Brasília, DF, 2014.

TREVISAN, João Silvério. **Seis balas num buraco: a crise do masculino**. Rio de Janeiro: Record, 1998.

**Dados da primeira autora:**

Email: eugenia\_lacerda@yahoo.com.br

Endereço: Núcleo de Estudos do Corpo e Natureza / NECON - Faculdade de Educação Física, Universidade de Brasília, Campus Universitário Darcy Ribeiro, S/N, Asa Norte, Brasília, DF, CEP 70910-900, Brasil.

Recebido em: 29/12/2020

Aprovado em: 30/03/2021

**Como citar este artigo:**

LACERDA, Eugênia e colaboradores. Corporeidades e masculinidades em construção: experiências de homens com a Core Energetics. **Corpoconsciência**, v. 25, n. 2, p. 17-34, mai./ago., 2021.

**DANÇAS INDÍGENAS NA EDUCAÇÃO FÍSICA ESCOLAR:  
ELABORAÇÃO DE MATERIAL DIDÁTICO EM FORMATO DE  
APLICATIVO**

**INDIGENOUS DANCES IN SCHOOL PHYSICAL EDUCATION:  
ELABORATION OF TEACHING MATERIAL IN APPLICATION FORMAT**

**DANZAS INDÍGENAS EN EDUCACIÓN FÍSICA ESCOLAR:  
ELABORACIÓN DE MATERIAL DIDÁCTICO EN FORMATO DE  
APLICACIÓN**

**Denise Guimarães**

<https://orcid.org/0000-0003-0160-831X> 

<http://lattes.cnpq.br/6767559065699495> 

Universidade Estadual Paulista (Rio Claro, SP – Brasil)  
guimaraes-denise@hotmail.com

**Fernanda Moreto Impolcetto**

<https://orcid.org/0000-0003-0463-0125> 

<http://lattes.cnpq.br/8235194832537824> 

Universidade Estadual Paulista (Rio Claro, SP – Brasil)  
fe\_moreto@yahoo.com.br

**Resumo:** O objetivo deste estudo foi descrever e analisar o processo de construção de um material didático em forma de aplicativos para dispositivos móveis sobre danças indígenas para o segundo ciclo do Ensino Fundamental. De natureza qualitativa, utilizou-se o método da pesquisa descritiva de caráter bibliográfico, realizada em três etapas: Trajetória e seleção das Danças Indígenas; Escolha da plataforma para produção do material didático em forma de aplicativos; e Seleção dos conteúdos dos aplicativos. Os resultados apresentam quatro danças indígenas de diferentes regiões do Brasil, que foram selecionadas e passaram por um extenso processo de análise e transposição didática além da adequação às tecnologias, para se cumprir com objetivos educacionais nas aulas de Educação Física escolar. Aponta-se para a necessidade de estudos sobre esse tema, que contribuam para seu ensino na escola e que estabeleçam relação com um contexto de uso competente das tecnologias no campo educacional.

**Palavras-Chave:** Aplicativos; Danças Indígenas; Educação Física Escolar; Material Didático; Tecnologias.

**Abstract:** The objective of this study was to describe and analyze the process of building a didactic material in the form of applications for mobile devices on indigenous dances for the second cycle of Elementary Education. Of a qualitative nature, the method of descriptive research of bibliographic character was used, carried out in three stages: Trajectory and selection of Indigenous Dances; Choice of platform for the production of educational material in the form of applications; and Selection of application content. The results show four indigenous dances from different regions of Brazil, which were selected and underwent an extensive process of analysis and didactic transposition in addition to adapting to technologies, in order to meet educational objectives in school Physical Education classes. It points to the need for studies on this topic that contribute to its teaching at school and that establish a relationship with a context of competent use of technologies in the educational field.

**Keywords:** Applications; Indigenous Dances; School Physical Education; Didactic Material; Technologies.

**Resumen:** El objetivo de este estudio fue describir y analizar el proceso de construcción de un material didático en forma de aplicaciones para dispositivos móviles sobre danzas indígenas para el segundo ciclo de Educación Primaria. De carácter cualitativo, se utilizó el método de investigación descriptiva de carácter bibliográfico, realizado en tres etapas: Trayectoria y selección de Danzas Indígenas; Elección de la plataforma para la producción de material educativo en forma de aplicaciones; y Selección del contenido de la aplicación. Los resultados muestran cuatro



danzas indígenas de diferentes regiones de Brasil, que fueron seleccionadas y sometidas a un extenso proceso de análisis y transposición didáctica además de la adaptación a tecnologías, con el fin de cumplir con los objetivos educativos en las clases de Educación Física escolar. Señala la necesidad de estudios sobre este tema que contribuyan a su enseñanza en la escuela y que establezcan una relación con un contexto de uso competente de las tecnologías en el ámbito educativo.

**Palabras clave:** Aplicaciones; Danzas Indígenas; Educación Física Escolar; Material Didáctico; Tecnologías.

## INTRODUÇÃO

A dança está presente na vida do homem desde os tempos remotos e pode ser definida como uma linguagem não verbal que comunica através do corpo experiências observadas e vividas. As diferentes danças presentes na cultura popular brasileira diferenciam-se através dos seus modos de serem, pensarem e produzirem a vida. De igual modo, as danças indígenas no Brasil englobam saberes múltiplos tão diversos quanto são os povos indígenas que aqui vivem. Tais danças dialogam com os momentos de suas vidas no presente ou com o resgate do passado, desvelando seus valores e crenças para produzirem, transferirem e transformarem sua cultura.

Ao considerar as danças conteúdo nas aulas de Educação Física, em específico, as danças indígenas, nota-se uma desvalorização deste campo de atuação que têm, sobretudo, o corpo e o movimento como protagonistas em sua ação. Além desta lacuna, o desafio do ensino das danças indígenas se amplia diante da atual situação em que os povos indígenas vivem ao resistirem pela sobrevivência de sua cultura, em sua origem e espaço, o que são de direito.

Neste sentido, elaborar um material didático sobre as danças indígenas torna-se um desafio complexo para qualquer professor da Educação Física escolar. Isto porque a relevância de abordar o resgate da cultura indígena no Brasil a partir da construção de um material didático sobre suas danças torna-se algo atual para a área e por isso, inclui dúvidas quanto à utilização deste material, decorrentes, sobretudo da falta de tradição no uso destes (DARIDO et al., 2010; DINIZ; DARIDO, 2012), e também, em manter a atenção, no cuidado, no respeito, e na valorização necessária à cultura indígena no Brasil.

Compreende-se que os materiais didáticos não devem ser tratados como livro de "receitas" a serem seguidas. Ao contrário, são instrumentos pedagógicos de apoio didático ao professor, que podem ser acionados para aprofundamento do conteúdo e investigação de novas possibilidades pertinentes ao processo de ensino e aprendizagem em momentos como planejamento, execução e avaliação (ZABALA, 1998; DARIDO et al., 2010; DINIZ; DARIDO, 2012; BARROSO; DARIDO, 2016).



Nessa perspectiva, os materiais didáticos podem auxiliar professores de Educação Física que justificam a falta de tempo durante sua rotina escolar, ou com dificuldades advindas de uma formação inicial e continuada insuficiente para elaborar seu próprio material didático, selecionar e organizar os conteúdos curriculares (IMPOLCETTO, 2012).

Apesar de os ambientes educacionais ainda se apropriarem de materiais didáticos tradicionais como a lousa, giz, caderno, caneta, lápis e borracha, livros-texto, entre outros, a sociedade contemporânea vinculada às Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC) evoluiu ao pensar outras possibilidades de materiais didáticos com acesso às redes sociais, *softwares*, *blogs*, jogos digitais, dispositivos móveis (*smartphones*, *iPads*, etc.), entre outras tecnologias (TAHARA; DARIDO; BAHIA, 2017).

Diante desse cenário, observa-se na pesquisa de Diniz (2014) que o uso de materiais didáticos sobre a dança na Educação Física foi avaliado favoravelmente por professores, principalmente por estarem associados às TIC. A autora elaborou um *blog* educacional sobre danças folclóricas para o 7º ano do Ensino Fundamental. Os resultados demonstram que o *blog* se tornou um recurso virtual enriquecedor para a inserção da dança na escola, pois, contemplou a inclusão de imagens, som, vídeos, o que facilitou o acesso e a compreensão dos professores.

Sobre o ensino das danças indígenas nas aulas de Educação Física, a partir da atual orientação da Base Nacional Comum Curricular (BNCC), este conteúdo está direcionado ao 2º ciclo do Ensino Fundamental, o qual corresponde ao 3º, 4º e 5º ano (BRASIL, 2017). Anterior à referência da BNCC, o estudo da História e Cultura Africana, Afro-brasileira e Indígena nas disciplinas escolares de Artes, Literatura e História, já era indicado como obrigatório desde a reforma no artigo 26 da Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (Lei nº. 9394/1996), realizada pela Lei nº 11.645 de 2008 (BRASIL, 2008), no âmbito de todo o currículo escolar do Ensino Fundamental e Médio, público e privado (BRASIL, 1996).

A respeito de materiais didáticos que contemplem o ensino das danças indígenas na Educação Física, encontra-se na coleção de livros didáticos da editora Moderna "Práticas corporais: educação física: 3º a 5º ano anos: manual do professor" a descrição de duas aulas para o 3º ano do Ensino Fundamental (DARIDO et al., 2017). Também, na coleção da FTD Educação, "Encontros com a educação física, 3º, 4º e 5º ano: manual do professor de educação física" observou-se a sugestão de uma sequência didática para o trabalho em quatro aulas com a temática dança de matriz indígena (FTD, 2018). Ambos os materiais dialogam com as



habilidades da BNCC (BRASIL, 2017) e foram aprovados pelo Programa Nacional do Livro e do Material Didático (PNLD) que disponibiliza diferentes obras para o apoio à prática docente da educação básica no setor público (BRASIL, 2018).

Diante disso, entende-se que produzir um material didático sobre as danças indígenas com uso das TIC pode contribuir com a Educação Física escolar, para servir de apoio aos professores no desenvolvimento desse conteúdo ao resgatar, comunicar, refletir e valorizar a cultura indígena no Brasil.

Algumas das tecnologias recentes incluem os aplicativos para dispositivos móveis como parte cada vez mais integrante do campo educacional. Os aplicativos são projetados para armazenar e coletar dados, realizar pesquisas, gravar, editar, imagens, vídeos, textos, entre outros aspectos. Estão tornando-se uma parte importante da aprendizagem móvel e de fontes inovadoras da produção de conhecimento que diminui barreiras de tempo, espaço e cultura (UNESCO, 2014ab).

Justifica-se, portanto, a importância deste estudo que se desafia a olhar para os povos indígenas no Brasil, que resistem para manter viva sua cultura e contribuir com esta luta ao resgatar a cultura através de das danças como um conteúdo vivo a ser experienciado, dialogado e refletido nas aulas de Educação Física escolar, a partir do uso das tecnologias.

Neste contexto, as inquietações que conduziram o desenvolvimento dessa pesquisa surgiram de questões como: O que se deve ensinar sobre as danças indígenas brasileiras nas aulas de Educação Física escolar? Como construir um material didático sobre as danças indígenas com uso da tecnologia? O objetivo do presente estudo está pautado em descrever e analisar o processo de elaboração de um material didático em forma de aplicativos para dispositivos móveis sobre danças indígenas para o segundo ciclo do ensino fundamental.

## MÉTODO

Trata-se de um estudo de abordagem qualitativa descritiva, de caráter bibliográfico, o qual implica entender e interpretar os significados e as características de um determinado fenômeno a partir de informações disponíveis na tentativa de explicar suas razões (LUDKE; ANDRÉ, 1986). A técnica da pesquisa bibliográfica utilizada buscou localizar toda a literatura já tornada pública em relação ao tema, com a finalidade de obter contato direto com o que foi escrito, dito ou filmado, incluindo livros, teses, dissertações, monografias, revistas,



meios de comunicação oral, filmes, vídeos, televisão, entre outros (LAKATOS; MARCONI, 2003). Ela é orientada pelo objetivo e problema referente ao estudo.

O resultado final não é mera repetição do que já foi dito ou escrito sobre a temática, mas sim, a exposição da situação investigada sobre um novo enfoque com conclusões inovadoras que contribuem para a ciência ou área de atuação (LAKATOS; MARCONI, 2003; GARCIA, 2016). Para tanto, três etapas nortearam o percurso metodológico e serão descritas a seguir, sendo: Seleção das danças indígenas; Plataforma, material didático e aplicativos; e Elaboração dos conteúdos nos aplicativos. Os dados obtidos receberam uma análise qualitativa descritiva na qual foram classificados e interpretados sem, no entanto, serem modificados (THOMAS; NELSON; SILVERMAN, 2012).

## **SELEÇÃO DAS DANÇAS INDÍGENAS**

As danças indígenas constituem-se em expressões culturais genuínas de diferentes povos que se instalaram no Brasil advindos de diversas épocas e lugares. Elas possuem caráter místico, ritualístico, retratam a história, a origem, as lutas, os enfrentamentos e o cotidiano dos indígenas, estão vinculadas a atos de guerra, colheitas, morte, alegria, festejos e iniciações. Dependendo da finalidade, participam apenas homens ou mulheres, adultos e crianças, sendo passadas de geração a geração.

Nesta primeira etapa metodológica havia uma única dança indígena que já era conhecida através de discussões e orientações acadêmicas - a dança do Cariçu - que está presente no norte do Brasil, da etnia indígena Dessana. Por isso, essa dança foi selecionada para representar a região norte, no entanto, ainda seria necessário descobrir outras danças para as demais regiões brasileiras.

Sabe-se que os povos indígenas estão presentes em todas as regiões brasileiras (IBGE, 2010b), no entanto, foi necessário olhar para a cultura e buscar responder a outro questionamento eminente: Quais etnias estão presentes em cada região do Brasil? Segundo o censo demográfico existem 305 etnias indígenas no país. Esses grupos são definidos como comunidades que se reúnem por afinidades linguísticas, culturais e sociais com uma lógica própria de funcionamento dentro de seu sistema cultural (ALMEIDA; ALMEIDA, GRANDO, 2010; IBGE, 2010a).

Assim, para responder à questão foram analisados dois documentos do IBGE sendo eles: "População indígena com indicação das 15 etnias com maior número de indígenas, por



localização do domicílio” (IBGE, 2010a), e “Etnias ou povos indígenas em terras indígenas, segundo as Unidades da Federação (UF) e as terras indígenas” (IBGE, 2010c).

Nos dois documentos foram selecionadas as etnias com maior população no Brasil e posteriormente buscadas as suas localizações a partir do site Povos indígenas no Brasil (PIB), apoiado pelo Instituto Sócio Ambiental (ISA). O ISA é uma organização da sociedade civil brasileira, sem fins lucrativos que soluciona e defende as questões sociais relativas ao meio ambiente, patrimônio cultural, direitos humanos e dos povos (ISA, 2017). Após identificar a localização das etnias, as mesmas foram organizadas por ordem de colocação segundo a classificação já definida pelo IBGE (2010a) e distribuídas nas regiões do Brasil.

A seguir, há uma síntese da progressão do percurso realizado para identificar as etnias de cada região brasileira. Para definir a seleção final por região estabeleceu-se o critério de no mínimo duas e no máximo três etnias. Essa flexibilidade na quantidade final de etnias foi necessária, pois possibilitou a inserção do critério de exclusão de qualquer uma delas e inclusão de outra dentro de uma mesma região mediante a escassez de conteúdos sobre a dança indígena.

**Quadro 1** – Progressão da seleção das etnias indígenas

IBGE (2010a)	Regiões	Etnias	1ª seleção (IBGE, 2010a) - Localização (ISA, 2017)	2ª seleção em TIs (IBGE, 2010c)	Seleção final
1. Tikuna 2. Guarani – Kaiowá 3. Kaingang 4. Makuxi 5. Terena 6. Tenetehara 7. Yanomami 8. Potiguara 9. Xavante 10. Pataxó 11. Sataré-Mawé 12. Mundurukú 13. Murá 14. Xucuru 15. Baré	Norte	<i>Dessana</i>	1. Tikuna / 4. Makuxi / 6. Tenetehara / 7. Yanomami / 11. Sataré-Mawé / 12. Munduruku / 13. Murá / 15. Baré	13. Murá	- <i>Dessana</i> - Tikuna - Makuxi - Murá
	Nordeste	?	6. Tenetehara / 8. Potiguara / 10. Pataxó / 14. Xuxuru	10. Pataxó	- Tenetehara - Potiguara - Pataxó
	Centro-Oeste	?	2. Guarani-Kaiowá / 5. Terena / 9. Xavante	9. Xavante	- Guarani - Kaiowá - Terena - Xavante
	Sudeste	?	3. Kaingang / 5. Terena / 10. Pataxó	? Guarani Mbya	- Kaingang - Terena - Guarani Mbya
	Sul	?	3. Kaingang	? Guarani Nhandeva	- Kaingang - Guarani Nhandeva

**Fonte:** construção das autoras



Verificou-se que outras etnias apareceram no documento do IBGE (2010d), as quais não estão na relação das 15 etnias mais populosas (IBGE, 2010a), como a Guarani Mbya e Guarani Nhandeva, o que se tornou relevante visto a necessidade de encontrar mais de uma etnia por região, principalmente no sul do Brasil. Constatou-se também, que algumas etnias são comuns em mais de uma região, como por exemplo, na região centro-oeste e sudeste a Terena e na região sudeste e sul a Kaingang. A partir desses resultados iniciaram-se as pesquisas sobre as danças indígenas.

Dois caminhos nortearam de modo simultâneo a descoberta das danças, sendo: 1) investigação da etnia por estudos sobre sua origem, cultura, e conseqüentemente algum tipo de dança, e, logo após os achados, a busca pela existência de vídeos na internet sobre a mesma; ou ao contrário, 2) buscas por vídeos de danças indígenas na internet a partir do nome da etnia, e posteriormente por estudos. Ambos os percursos realizados conduziram ao encontro das danças. Ao final dessa etapa, localizaram-se as seguintes etnias e danças em cada região:

**Quadro 2** – Etnias e danças indígenas por região do Brasil

Regiões	Seleção final da etnia	Danças Indígenas
<b>Norte</b>	- Dessana; - Tikuna; - Makuxi	- Dança do Cariçu; - Ritual da Moça Nova; - Parixara macuxi
<b>Nordeste</b>	- Potiguara / - Pataxó	- Dança do Toré
<b>Centro-Oeste</b>	- Terena	- Dança da Ema; - Dança Siputrena
<b>Sudeste</b>	- Guarani Mbya	- Dança do Xondaro
<b>Sul</b>	- Guarani Nhandeva	

**Fonte:** construção das autoras

Apesar dos resultados terem levado ao encontro de outras danças da região norte, prevaleceu à decisão inicial de se desenvolver a Dança do Cariçu, pois nas demais danças os materiais teóricos e o recurso audiovisual era insuficiente para uma descrição adequada. Nas outras regiões brasileiras selecionaram-se: Norte - Dança do Toré; Centro-oeste - Dança da Ema e na região Sudeste/Sul - Dança do Xondaro. Essas foram a etapas que conduziram à seleção das danças indígenas, na sequência procedeu-se com a escolha da plataforma que alojou o material didático.

## PLATAFORMA, MATERIAL DIDÁTICO E APLICATIVOS



A escolha da plataforma “Fábrica de Aplicativos” ocorreu por ser um ambiente virtual, em língua portuguesa, para produção gratuita de aplicativos sem exigência de programação, que incluem tutoriais e vídeo aulas que facilitam o acesso quando comparada a outras plataformas (PEREIRA et al., 2018). De origem brasileira foi lançada em 2012 e disponibiliza a construção de aplicativos na versão *web app* visualizados em *smartphones Android* e *iOS/iPhone*. Essa versão é como um site, ou seja, uma página na internet, mas com *design* e *performance* otimizadas para dispositivos móveis. Esse tipo de aplicativo não utiliza funcionalidades do dispositivo móvel como câmera e GPS, e não ocupa espaço na memória do aparelho, pois precisam ser utilizados *online*. O acesso à *web app* se faz por um endereço virtual, uma URL (*Uniform Resource Locator*), nos navegadores *Chrome*, *Safari* e outros. O usuário tem a opção de instalar o *app* na tela inicial do aparelho ao criar um atalho para acessá-lo (SILVA; PIRES; CARVALHO NETO, 2015; YANG, 2017).

A plataforma orienta a construção dos aplicativos em três etapas: o *design* (cores, imagens do tema, *layouts* do menu); a inserção do conteúdo (abas e funcionalidades) e as configurações (nome do *app*, *link*, ícone, descrição, categoria). Na versão gratuita é possível utilizar até 10 abas em cada *app* (FÁBRICA DE APLICATIVO, 2018).

Por fim, configuraram-se individualmente quatro aplicativos na plataforma com um endereço virtual para cada dança indígena encontrada. Eles foram registrados, na categoria Educação, subcategoria Projetos Educacionais e podem ser acessados através dos seguintes *links* e/ou *QR Code*:

### Quadro 3 – Acesso aos aplicativos das Danças indígenas

 Dança do Cariçu - <a href="https://app.vc/danca_do_caricu">https://app.vc/danca_do_caricu</a>	 Dança do Toré - <a href="https://app.vc/danca_do_tore">https://app.vc/danca_do_tore</a>
 Dança do Xondaro - <a href="https://app.vc/danca_do_xondaro">https://app.vc/danca_do_xondaro</a>	 Dança da Ema - <a href="https://app.vc/danca_indigena_da_ema">https://app.vc/danca_indigena_da_ema</a>

**Fonte:** construção das autoras



Compreendeu-se que esta etapa de instrumentalização da tecnologia só foi possível a partir da disponibilidade em “aprender a conhecer” e “aprender a fazer” as quais atuam na aquisição de conhecimentos e competências que regem o modo contemporâneo do processo de ensino e aprendizagem que é múltiplo e evolui infinitamente (DELORS, 1996). Na sequência será analisada a distribuição dos conteúdos coletados sobre as danças indígenas para a organização do material didático em forma de aplicativos.

## **ELABORAÇÃO DO CONTEÚDO DOS APLICATIVOS**

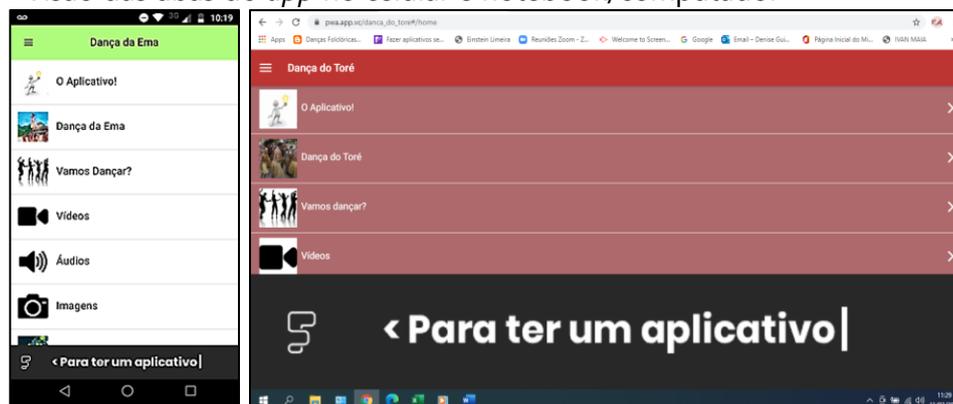
Os conteúdos do material didático foram construídos a partir da análise de outras experiências de naturezas semelhantes (SILVA, 2012; DINIZ, 2014; KIOURANIS, 2017), assim como, da necessidade de adequar os textos, imagens e material audiovisual coletados das danças indígenas à plataforma de produção de aplicativos para dispositivos móveis.

Diniz (2014), por exemplo, elaborou um *blog* educacional para o ensino das danças folclóricas na escola, a autora investigou cinco tipos de danças em correspondência às regiões do Brasil: Xaxado/Norte, Carimbó/Nordeste, Siriri/Centro-Oeste, Catira/Sudeste e Chula/Sul. Os conteúdos dessas danças foram organizados no blog de modo didático, em: 1. Origem; 2. Dança e Passos; 3. Música e letras; 4. Vestimenta; 5. Como é atualmente; 6. Sugestões de atividades (cinco propostas de aulas); 7. Sugestões de vídeos; 8. Referências; e 9. Referências das imagens.

Nessa mesma direção, os conteúdos do material didático do presente estudo sobre as danças indígenas foram organizados em oito temas (abas) dentro de cada aplicativo, sendo: 1. O Aplicativo; 2. Dança (nome da dança indígena); 3. Vamos dançar?; 4. Vídeos; 5. Áudios; 6. Imagens; 7. Quer saber mais?; 8. Referências.



**Figura 1** – Visão das abas do *app* no celular e notebook/computador



**Fonte:** Prints da tela do celular e notebook/computador

A seguir serão apresentadas, de modo sucinto, as principais informações dos conteúdos coletados sobre as danças indígenas em cada uma das oito abas. Para aprofundamento da temática, orienta-se o acesso aos *apps* a partir dos endereços eletrônicos mencionados anteriormente.

### **Aba 1 - O Aplicativo**

Dentro dessa aba foram criados dois itens que abordam respectivamente a "Apresentação" e o "Contato". Na "Apresentação" optou-se por um esclarecimento sobre a organização da dança indígena considerando as especificidades com que a mesma poderá ser encontrada em diferentes aldeias ou povos indígenas, como por exemplo, mudança no ritmo da música, tipo de vestimenta, entre outros. O intuito não foi fornecer "receitas" (STRAZZACAPPA, 2001), mas orientações e possíveis caminhos para o professor organizar sua aula mediante cada realidade escolar. Não são "fórmulas pré-fabricadas", ao contrário os professores devem "[...] erguer as mangas, pôr a mão na massa e se sujar para aprender fazendo" (STRAZZACAPPA, 2001, p. 76).

No item "Contato" acrescentou-se nos quatro aplicativos o e-mail <apps\_educacaofisica@hotmail.com> para dúvidas, sugestões e reclamações sobre o conteúdo do aplicativo.

### **Aba 2 – Dança Indígena**

Um longo período de tempo foi necessário para reunir, selecionar e sintetizar informações coletadas na pesquisa bibliográfica (LAKATOS; MARCONI, 2003) para contemplar



um acervo coerente para a descrição das danças. Depois de reunido esse extenso conteúdo, o mesmo foi organizado em cinco itens, os quais foram alocados dentro da aba principal denominada “Dança”, sendo: Características gerais da Dança; Movimentos da Dança; Descrição dos movimentos; Instrumentos musicais; Vestimenta. De modo sintetizado, abaixo segue uma apresentação de cada dança indígena contida nos aplicativos.

#### Quadro 4 – Danças indígenas

<b>Dança Indígena</b>	<b>Características</b>
<b>Dança do Cariçu</b> Norte/ Dessana	- Dança para recepção de boas-vindas aos visitantes da aldeia; - Participam homens, mulheres e crianças nativos e não indígenas; - Realizada em pares; marcação rítmica do pé; diferentes percursos em filas e em roda; - Instrumentos: flauta de cariçu, chocalho no tornozelo e tambor; - Vestimenta: cocares, saias de palha e de tecido, colares, pinturas corporais.
<b>Dança do Toré</b> Nordeste/ Potiguara, Kiriri, Tupinambá, outros.	- Dança de celebração a vida; - Participam homens, mulheres e crianças nativos e não indígenas; - Realizada em roda; acompanha o ritmo dos cantos com batidas dos pés no chão; - Instrumentos: cantos específicos de cada aldeia, maracá, tambor, zabumba, gaitas, apitos, viola, rabeca, entre outros; - Vestimentas: saias de jangada, cocares, colares, brincos, pinturas corporais de jenipapo e urucum.
<b>Dança da Ema</b> Centro-oeste/ Terena	- Dança guerreira (popularizada como dança do bate pau); - Participam apenas homens, adultos ou crianças; - Realizada em duplas e fila, cada dançarino carrega uma taquara para executar diferentes batidas rítmicas durante a dança; - Instrumentos: flauta, tambor; - Vestimenta: saias com penas da ema; saias de fibra de buriti, palhas de bananeira ou palmeira; pintura corporal.
<b>Dança do Xondaro</b> Sudeste/Sul/ Guarani	- Dança de pertencimento social e cultural (jogo, ginástica; um exercício corporal de vitalidade); - Participam apenas homens, adultos ou crianças; - Em algumas regiões há a presença das mulheres; - Realizada em círculos no sentido anti-horário; o condutor orienta diferentes movimentos (saltos, giros, esquivas, entre outros); - Instrumentos: maracá, tambor, borduna, rabeca, violão; - Vestimenta: a própria roupa do cotidiano (camiseta, calça etc.).

**Fonte:** construção das autoras

#### Aba 3 - Vamos dançar?

Propôs-se na aba “Vamos dançar” em cada *app*, a organização de quatro sequências didáticas para o ensino das danças indígenas de modo articulado com as habilidades da BNCC e as dimensões do conhecimento (BRASIL, 2017; ZABALA, 1998). Selecionou-se uma dança para cada ano escolar do 2º ciclo do Ensino Fundamental (BRASIL, 2017). O critério de escolha foi determinado em virtude da faixa etária dos alunos do 2º ciclo comparada às exigências dos movimentos corporais de cada dança, da presença do canto e do uso de materiais que envolvem a prática, considerando-se o aumento do nível de complexidade na combinação desses elementos, sendo: Dança do Cariçu (3º ano); Dança do Toré (4º ano); Dança do Xondaro (4º ano); Dança da Ema (5º ano). Assim, essa proposta foi



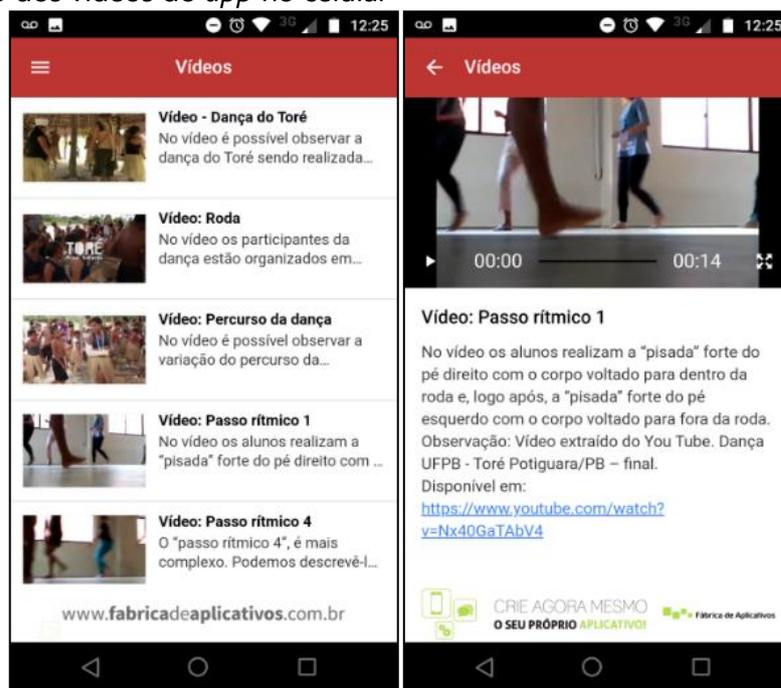
estabelecida para o presente estudo, o que poderá ser alterado mediante cada realidade escolar.

As aulas foram estruturadas a partir dos seguintes tópicos: Objetivos específicos - habilidades da BNCC (BRASIL, 2017); Dimensão do conhecimento da BNCC; Número de aulas; Materiais; Metodologia - 1. Roda inicial/2. Vivências/3. Roda final (DARIDO, 2012).

#### Aba 4 – Vídeos

Os vídeos são uma importante estratégia pedagógica, considerando-se a falta de segurança que os professores apresentam ao ensinar dança (GERMANO, 2015), por esse motivo, em cada aplicativo foi incluído vários vídeos sobre as danças indígenas. O intuito principal foi oferecer um contato audiovisual com as características procedimentais (ZABALA, 1998) do conteúdo, ou seja, o saber fazer.

**Figura 2** – Visão dos vídeos do *app* no celular



**Fonte:** Print da tela do celular *app* Dança do Toré (2018).

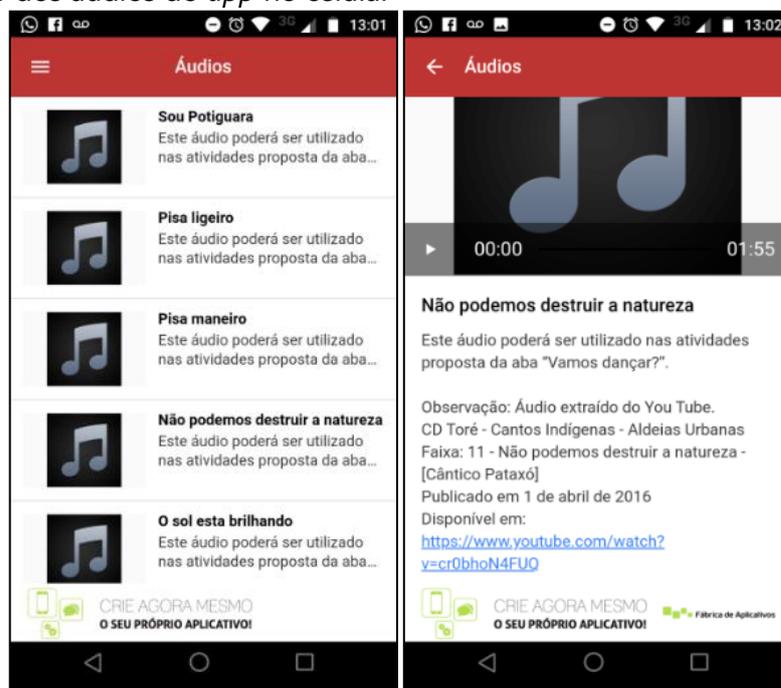
Todos os vídeos originais das danças foram coletados no *youtube*, baixados no computador, editados em diferentes aplicativos para corresponderem ao tamanho de 12mb e disponibilizado nos aplicativos com cópia do *link* de acesso ao original. Além disso, eles também podem ser baixados dos aplicativos no celular, notebook ou computador ao clicar em *download*.



## Aba 5 – Áudios

A música é um recurso bastante utilizado no ensino das danças, nas danças indígenas ela é tocada ao vivo por diferentes instrumentos musicais produzidos quase sempre pelos próprios indígenas. Para compor o material didático, as músicas das referidas danças foram baixadas de vídeos da dança original presente no *youtube* através do site <[www.flvto.com.br](http://www.flvto.com.br)> no formato mp3 e editadas no computador no editor Nero7 no tamanho de até 12mb, suportado pela plataforma. Todos os áudios nos aplicativos possuem o *link* para acesso da fonte original da música.

**Figura 3** – Visão dos áudios do *app* no celular



**Fonte:** Print da tela do celular *app* Dança do Toré (2018).

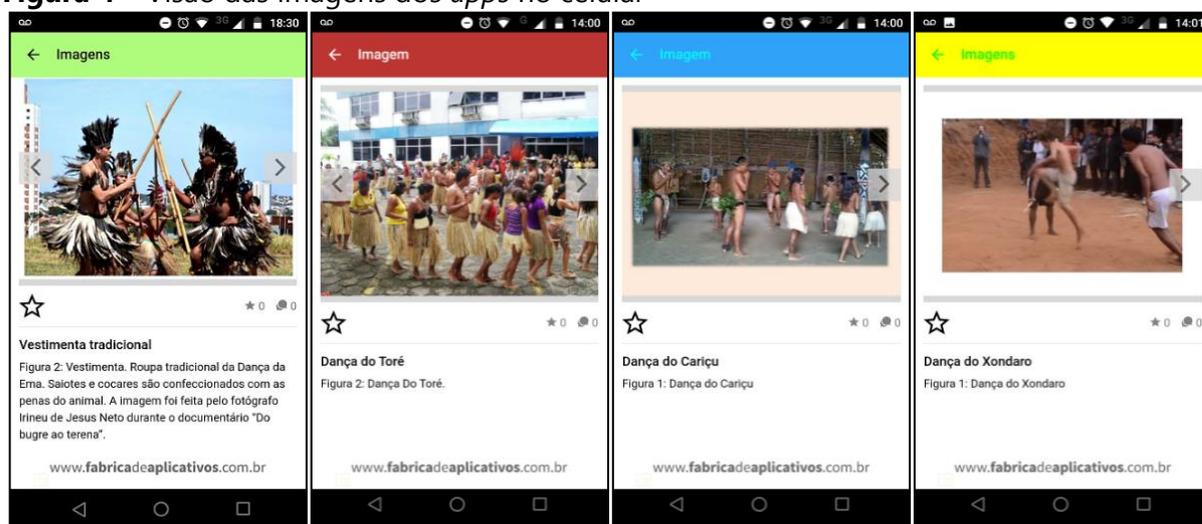
Nas Danças do Cariçu, do Xondaro e da Ema, as músicas são realizadas apenas por instrumentos musicais e não possuem acompanhamento da voz. Já na Dança do Toré foi possível incluir um total de sete músicas. Diferentes das demais danças, o Toré é cantado, e por isso, acrescentaram-se duas canções que têm forte representação política e social para esta dança “Sou Potiguara e Pisa Ligeiro” (COLETIVO FOQUE, 2015; KISHIMOTO, 2015) e outras quatro músicas selecionadas da coletânea do CD Toré Cantos indígenas Aldeias Urbanas a qual possui um total de 31 áudios (CAPARELLI, 2016).



## Aba 6 – Imagens

Nessa aba incluíram-se diversas imagens correspondentes a cada dança em questão. Devido à escassez desse tipo de material, algumas são *prints* dos vídeos pesquisados nas danças. Nos aplicativos, elas possuem uma breve descrição. As imagens de cada *app* incluem em seu visual momentos das danças, instrumentos musicais, vestimenta, pinturas corporais, entre outros. Elas dialogam com a aba “Vamos dançar?”, pois podem ser utilizadas durante as aulas como apoio visual do ensino conceitual (ZABALA, 1998).

**Figura 4** – Visão das imagens dos *apps* no celular



**Fonte:** *Print* da tela do celular (2018).

## Aba 7 - Quer saber mais?

Essa aba reuniu informações para contribuir no aprofundamento sobre as temáticas envolvidas. De modo semelhante, Silva (2012) e Kiouranis (2017) acrescentam em seu material didático um item com indicações de vídeos, textos, artigos, entre outros, para uma imersão no conteúdo.

## Aba 8 - Referências

Todas as referências utilizadas na pesquisa das danças indígenas estão disponíveis e organizadas em dois itens nos aplicativos: Referências (textos, artigos, pesquisas); e Referências de imagens (todas as imagens coletadas).

## CONSIDERAÇÕES FINAIS



A partir do objetivo proposto, de descrever e analisar o processo de elaboração de aplicativos para dispositivos móveis sobre danças indígenas percebeu-se a variabilidade de estratégias que puderam ser utilizadas para adequar os conteúdos coletados à plataforma, sobretudo, alinhá-los às necessidades de ensino e aprendizagem tendo em vista contribuir com as demandas educacionais prevista na Lei (BRASIL, 1998), na BNCC (BRASIL, 2017) e ao uso das tecnologias na escola.

Descobrir que os povos indígenas estão presente em todo o território brasileiro e que as danças indígenas encontradas refletem o saber cultural destes povos através do movimento corporal, das músicas, das vestimentas, é, sobretudo, um rico material a ser valorizado nas aulas de Educação Física.

Sobre o uso da plataforma Fábrica de Aplicativos constatou – se que a mesma se tornou um ambiente virtual de aprendizagem de fácil manejo para a produção dos aplicativos, apesar do limite de dez abas na versão gratuita, a qual foi utilizada. Outra ressalva se faz, por ela ser *online* e permitir o acesso aos *apps das danças indígenas* quando se está conectado à *internet* de forma grátis.

Espera-se que este estudo e seu produto possa contribuir para amenizar a escassez de materiais sobre o tema nas aulas de Educação Física. Contudo, aponta-se para a necessidade de novos estudos que contribuam com a temática em questão e que façam relação com um contexto de uso competente das tecnologias no campo educacional.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA; Artur José Medeiros de; ALMEIDA, Dulce Maria Filgueira de; GRANDO, Beleni Salette. As práticas corporais e a Educação do corpo indígena: A contribuição do esporte nos jogos dos povos indígenas. **Revista brasileira de ciências do esporte**, v. 32, n. 2-4, p. 59-74, dez., 2010.

BARROSO, André Luiz Ruggiero; DARIDO, Suraya Cristina. O livro didático como instrumento pedagógico para o ensino de um modelo de classificação do esporte na educação física escolar. **Movimento**, v. 22, n. 4, p. 1309-1324, out./ dez., 2016.

BRASIL. Lei nº 11.645, de 10 de março de 2008. Altera a Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996, modificada pela Lei nº 10.639, de 9 de janeiro de 2003, que estabelece as diretrizes e bases da educação nacional, para incluir no currículo oficial da rede de ensino a obrigatoriedade da temática "História e Cultura Afro-Brasileira e Indígena". **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 11 mar. 2008, seção 1, p. 1.



\_\_\_\_\_. **Lei nº 9.394 de 20 de dezembro de 1996.** Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/secad/arquivos/pdf/lbd.pdf>>. Acesso em: 10 jul. 2017.

\_\_\_\_\_. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular:** educação é a base. Terceira versão revista. Brasília, DF: MEC, 2017.

\_\_\_\_\_. **PNLD.** Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/component/content/article?id=12391:pnld>>. Acesso em: 10 ago. 2018.

CAPARELLI, Emerson Pantaleo. **CD Toré - Cantos Indígenas - Aldeias Urbanas.** CD produzido entre setembro de 2012 e agosto de 2013. Publicado em 1 de abr. de 2016.

COLETIVO FOQUE. **Toré Potiguara da aldeia Katu.** Rio Grande do Norte. Publicado em 21 de abr. de 2015.

DARIDO, Suraya Cristina e colaboradores. Livro didático na educação física escolar: considerações iniciais. **Motriz**, v. 16, n. 2, p. 450-457, abr./ jun., 2010.

DARIDO, Suraya Cristina e colaboradores. **Práticas corporais:** educação física: 3º a 5º ano anos: manual do professor. São Paulo: Moderna, 2017.

DELORS, Jacques. **Educação um tesouro a descobrir.** Relatório para a UNESCO da Comissão Internacional sobre Educação para o século XXI. São Paulo: Cortez, 1996.

DINIZ, Irla Karla dos Santos. **Blog Educacional para o ensino das danças folclóricas a partir do currículo de educação física do estado de São Paulo.** 2014. 214f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Humano e Tecnologias). Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Rio Claro, SP, 2014.

DINIZ, Irla Karla dos Santos; DARIDO, Suraya Cristina. Livro didático: uma ferramenta possível de trabalho com a dança na educação física escolar. **Motriz**, v. 18, n. 1, p. 176-85, jan./ mar., 2012.

FÁBRICA DE APLICATIVOS. **Como criar seu aplicativo.** Disponível em: <https://suporte.fabricadeaplicativos.com.br/hc/pt-br/articles/201441525-Como-criar-seu-aplicativo>. Acesso em: 20 nov. 2018.

FTD. **Encontros com a educação física, 3º, 4º e 5º ano:** manual do professor de educação física: componente curricular educação física: ensino fundamental, anos iniciais. São Paulo: FTD, 2018.

GARCIA, Elias. Pesquisa bibliográfica versus revisão bibliográfica - uma discussão necessária. **Revista línguas e letras**, v. 17, n. 35, p. 291-294, 2016.

GERMANO, Vitor Abdias Cabót. **Educação física escolar e currículo do estado de São Paulo:** possibilidades dos usos do celular como recurso pedagógico no ensino do hip hop e street



dance. 2015. 158f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Humano e Tecnologias). Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Rio Claro, SP, 2015.

IBGE. **Censo 2010**: população indígena é de 896,9 mil, tem 305 etnias e fala 274 idiomas. Disponível em: <http://censo2010.ibge.gov.br/noticias-censo.html?view=noticia&id=3&idnoticia=2194&busca=1&t=censo-2010-populacao-indigena-896-9-mil-tem-305-etnias-fala-274>. Acesso em: 10 jul. 2017a.

IBGE. **Mapas**. Disponível em: <http://indigenas.ibge.gov.br/mapas-indigenas-2.html>. Acesso em: 10 jun. 2017cb.

IBGE. **Etnias ou povos indígenas em terras indígenas, segundo as Unidades da Federação e as terras indígenas**. Disponível em: [https://ww2.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/censo2010/caracteristicas\\_gerais\\_indigenas/default\\_quadros\\_ods.shtm](https://ww2.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/censo2010/caracteristicas_gerais_indigenas/default_quadros_ods.shtm). Acesso em: 10 jul. 2017dc.

IMPOLCETTO, Fernanda Moretto. **Livro didático como tecnologia educacional**: Uma proposta de construção coletiva para a organização curricular do conteúdo voleibol. 2012. 321f. Tese (Doutorado em Desenvolvimento Humano e Tecnologias). Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Rio Claro, SP, 2012.

ISA. **O ISA**. Disponível em: <https://www.socioambiental.org/pt-br/o-isa>. Acesso em: 10 jul. 2017.

KIOURANIS, Taiza Daniela Seron. Dança. In: GONZÁLEZ, Fernando Jaime; DARIDO, Suraya Cristina; OLIVEIRA, Amauri Aparecido Bássoli de (Orgs.). **Ginástica, dança e atividades circenses**. 2 ed. Maringá, PR: Eduem, 2017.

KISHIMOTO, Alexandre. **Pisa manero** (Juvenal Lopes/Dilson Dória). Publicado em 14 de mar de 2015.

LAKATOS, Eva Maria; MARCONI, Marina de Andrade. **Metodologia do trabalho científico**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2003.

LUDKE, Menga; ANDRÉ, Marli Eliza Dalmazo Afonso de. **Pesquisa em educação**: abordagens qualitativas. São Paulo: Editora Pedagógica e Universitária, 1986.

PEREIRA, Andréia Gualberto e colaboradores. Estudo comparativo de ferramentas para facilitar o desenvolvimento de aplicativos móveis. In: CONGRESSO SUL BRASILEIRO DE COMPUTAÇÃO, 9., 2018, Criciúma, SC. **Anais...** Criciúma, SC: UNESC, 2018.

SILVA, Leandro Luquetti B. da; PIRES, Daniel Facciolo; CARVALHO NETO, Silvio. Desenvolvimento de aplicações para dispositivos móveis: tipos e exemplo de aplicação na plataforma iOS. In: WORKSHOP DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA EM SISTEMAS DE INFORMAÇÃO, 2., 2015, Goiânia. **Anais...** Goiânia, GO, 2015.



SILVA, Luciana Maria Fernandes. **O ensino da capoeira na educação física escolar: blog como apoio pedagógico**. 2012. 178f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Humano e Tecnologias). Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, SP, 2012.

STRAZZACAPPA, Márcia. A educação e a fábrica de corpos: a dança na escola. **Cadernos Cedex**, v. 21, n. 53, p. 1-11, 2001.

TAHARA, Alexander Klein; DARIDO, Suraya Cristina; BAHIA, Cristiano de Sant' Anna. Materiais didáticos e a educação física escolar. **Conexões**, v. 15, n. 1, p. 368-379, jul./ set., 2017.

THOMAS, Jerry R.; NELSON, Jack K.; SILVERMAN, Stephen J. **Métodos de pesquisa em atividade física**. 6. ed. Porto Alegre, RS: Artmed, 2012.

UNESCO. **Diretrizes de políticas da UNESCO para a aprendizagem móvel**. UNESCO, 2014a.

UNESCO. **O futuro da aprendizagem móvel: implicações para planejadores e gestores de políticas**. Brasília: UNESCO, 2014b.

YANG, Hugo. **Qual a diferença entre web app, app nativo e app híbrido?** 2017. Disponível em: <<https://blog.fabricadeaplicativos.com.br/fabrica/qual-diferenca-entre-web-app-app-nativo-e-aplicativo-hibrido/#:~:text=Diferentemente%20do%20app%20nativo%20e,se%20estiver%20conectado%20%C3%A0%20internet>>. Acesso em: 25 jan. 2017.

ZABALA, Antoni. **A prática educativa: como ensinar**. Porto Alegre, RS: Artmed, 1998.

#### **Dados da primeira autora:**

Email: guimaraes-denise@hotmail.com

Endereço: Rua Domingos de Felice, 88, apto. 84, Torre A, Jardim Santo André, Limeira, SP, CEP: 13484-115, Brasil.

Recebido em: 26/01/2021

Aprovado em: 30/03/2021

#### **Como citar este artigo:**

GUIMARÃES, Denise; IMPOLCETTO, Fernanda Moreto. Danças indígenas na educação física escolar: elaboração de material didático em formato de aplicativo. **Corpoconsciência**, v. 25, n. 2, p. 35-52, mai./ ago., 2021.

**PERCURSO DE FORMAÇÃO PROFISSIONAL DE TREINADORES E  
TREINADORAS DE BASQUETEBOL DE JOVENS**

**YOUTH BASKETBALL COACHES' EDUCATIONAL PATHWAY**

**PERCURSO DE FORMACIÓN PROFISIONAL DE ENTRENADORES(AS)  
DE BALONCESTO DE JÓVENES**

**Kaique Bueno de Camargo Favari**

<https://orcid.org/0000-0003-4091-9786> 

<http://lattes.cnpq.br/1327042325503850> 

Universidade Estadual de Campinas (Campinas, SP – Brasil)  
kaiquefavari975@gmail.com

**Luis Felipe Nogueira Silva**

<https://orcid.org/0000-0003-0583-4445> 

<http://lattes.cnpq.br/0793380850491870> 

Universidade Estadual de Campinas (Campinas, SP – Brasil)  
luisfelipenogu@gmail.com

**Mairin Del Corto Motta**

<https://orcid.org/0000-0002-7917-530X> 

<http://lattes.cnpq.br/7807960880509816> 

Universidade Estadual de Campinas (Campinas, SP – Brasil)  
mottamairin@gmail.com

**Luiza Darido da Cunha**

<https://orcid.org/0000-0001-7692-8858> 

<http://lattes.cnpq.br/9830668781971740> 

Universidade Federal de São Paulo (Santos, SP – Brasil)  
luizadarido@gmail.com

**Larissa Rafaela Galatti**

<https://orcid.org/0000-0003-1743-6356> 

<http://lattes.cnpq.br/3409947437523352> 

Universidade Estadual de Campinas (Campinas, SP – Brasil)  
larissa.galatti@fca.unicamp.br

**Resumo**

O estudo primou por verificar o percurso de formação profissional de treinadores e treinadoras de basquetebol de diferentes idades, que atuam em categorias de base, descrevendo aprendizagens identificadas em contextos formais, não formais e informais. Para tanto, foram realizadas entrevistas semiestruturadas, cujas respostas foram submetidas à Análise Temática. Os resultados evidenciaram a importância dos três referidos contextos formativos nos processos de aprendizagem profissional entre homens e mulheres, ainda que tenham sido registradas diferenças relevantes entre os dois grupos; para atuarem no mesmo cargo, as mulheres apresentaram maior qualificação formal; treinadores e treinadoras mais jovens tiveram maior número de oportunidades em estágios internacionais em relação aos/às mais experientes. De todo modo, o estudo permitiu evocar, a partir dos relatos obtidos, a assertiva contribuição dos contextos de aprendizagem formais, não formais e informais na formação profissional de treinadores e treinadoras em uma modalidade esportiva coletiva.

**Palavras-chave:** Treinador(a) esportivo; Esporte; Pedagogia do Esporte; Aprendizagem.

**Abstract**

The study focused on verifying the youth basketball coaches's learnings, regarding different ages and sex, considering the formal, non-formal and informal contexts. For that, semi-structured interviews were carried out, whose answers were submitted to Thematic Analysis. The results showed that the three contexts were important in the professional learning processes between men and women, although relevant differences have been registered; in order to act in the same position, women needed a higher formal qualification; younger coaches have more opportunities for international internships. As a conclusion, we identified a wide range of learning acquired throughout different contexts, been the coaching practice a lifelong journey.

**Keywords:** Sport Coach; Sport; Woman; Sport Pedagogy; Learning.

**Resumen**

El estudio se centró en verificar la trayectoria de formación profesional de entrenadores y entrenadoras de baloncesto de diferentes edades, que laboran en categorías de base, describiendo los aprendizajes identificados por hombres y mujeres en contextos formales, no formales e informales. Para ello se realizaron entrevistas semiestructuradas, cuyas respuestas fueron sometidas a Análisis Temático. Los resultados evidenciaron la importancia de los tres contextos formativos referidos en los procesos de aprendizaje profesional entre hombres y mujeres, aunque se han registrado diferencias relevantes entre los dos grupos; para trabajar en el mismo puesto, las mujeres tenían calificaciones formales más altas; los entrenadores más jóvenes tienen más oportunidades en pasantías internacionales que los más experimentados. En cualquier caso, el estudio permitió evocar, a partir de los informes obtenidos, la contribución asertiva de los contextos de aprendizaje formal, no formal e informal en la formación profesional de entrenadores y entrenadoras en una modalidad deportiva colectiva.

**Palabras clave:** Entrenador(a) Deportivo; Pedagogía del Deporte; Aprendizaje.

**INTRODUÇÃO**

Treinadores e treinadoras, ao assumirem o papel pedagógico de mediação do ensino e aprendizagem do esporte, podem otimizar a performance individual e coletiva e influenciar positivamente o desenvolvimento integral de jovens atletas (LEONARDI et al., 2014; GALATTI et al., 2016b). Responsáveis por oferecer experiências formativas, devem se atentar à própria formação profissional, experienciando situações de aprendizagem derivadas de múltiplos cenários e contextos, como o formal, não-formal e informal (NELSON; CUSHION; POTRAC, 2006).

Uma das manifestações da pluralidade de cenários de aprendizagem e desenvolvimento profissional de treinadores e treinadoras de esportes se dá pelos chamados processos de "aquisição", instante em que estes profissionais absorvem conteúdos de forma passiva, como ocorre, por exemplo, nos cursos de formação em ambientes formais, espaços institucionalizados providos de currículos costumeiramente padronizados, focados na transmissão unilateral de conteúdo; e também em ambientes não-formais, como palestras em congressos científicos e cursos de curta duração, promovidos por organizações esportivas (TRUDEL; GILBERT, 2006; NELSON et al., 2006;). Tal pluralidade pode, também, ser expressada por modelos educativos mais ativos e participativos nestes mesmos cenários, em consonância do que defendem abordagens pedagógicas centradas no aprendiz (MILISTED et al., 2018;



GALATTI; SANTOS; KORSKAS, 2019) ou em outros cenários, através de situações espontâneas, não mediadas, na internação com outros profissionais ou reflexões sobre a própria prática (RODRIGUES et al., 2016; TOZETTO; GALATTI; MILISTETD, 2018).

Logo, os contextos formais, não-formais e informais apresentam rotas distintas e relacionáveis de aprendizagem, que podem proporcionar conhecimentos e competências variados à treinadoras e treinadores esportivos, levando em conta suas histórias pessoais, crenças, valores, locais de inserção social e atuação profissional (RODRIGUES et al., 2016; NASH et al., 2018). Galatti e colaboradores (2016) identificou que o desenvolvimento de carreiras de treinadores ocupa apenas a terceira posição dentre as cinco categorias mais investigadas pela comunidade científica brasileira. O fato chama a atenção, dentre outros fatores, porque o Brasil é uma das poucas nações em que a conclusão do ensino superior é exigência obrigatória para atuação profissional como treinador ou treinadora.

Por outro lado, pesquisas com foco no desenvolvimento de carreira e formação de treinadores e treinadoras tem ganhado, nos últimos anos, espaço em modalidades como ginástica (BARROS et al., 2017), futebol (TOZETTO et al., 2017), tênis (CÔRREA et al., 2019) e esportes paralímpicos (FACUNDO et al., 2019), bem como outros ambientes de atuação profissional, como prefeituras, clubes e programas socioesportivos (VIRGÍLIO et al., 2017; TOZETTO et al., 2019; REVERDITO et al., 2020).

No basquetebol, modalidade alvo deste estudo, também é possível verificar importantes evidências científicas no que diz respeito aos processos de formação profissional de treinadores e treinadoras: Rodrigues e colaboradores (2017) e Moletta e colaboradores (2019) descrevem que estes profissionais possuem, em sua maioria, ensino superior completo em Educação Física e carregam aprendizados constituídos em suas trajetórias de vida, seja nos contextos formais, não-formais ou informais. Os autores verificaram, ainda, tendência de maior valorização aos contextos informais e contribuições menos impactantes provindas dos contextos formais, em especial as oriundas do ambiente acadêmico.

Apesar da imposição da graduação completa em Educação Física como condição elementar para a atuação profissional legal no Brasil desde 1998, não são poucos os questionamentos, provenientes do próprio contexto universitário, quanto às garantias que o ensino superior oferece à capacitação profissional específica de treinadores e treinadoras de uma modalidade específica, dado seu caráter generalista (CUNHA, 2017; MILISTETD et al., 2017; GALATTI; SANTOS; KORSKAS, 2019). Assim, profissionais tendem a adquirir amplos



conhecimentos conceituais sobre Educação Física e o fenômeno esporte, mas tem contato pouco com conteúdos específicos de modalidades esportivas, como o basquetebol. Neste caso, vale ressaltar a escassez de espaços formativos voltados à formação específica, dado o pouco interesse, inclusive, da Confederação Brasileira de Basquetebol (CBB) ao oferecimento de cursos para treinadores e treinadoras da modalidade (MILISTETD et al., 2016)<sup>1</sup>.

Desse modo, é possível atestar que treinadores e treinadoras de basquetebol começaram a ter suas trajetórias profissionais e formativas investigadas pela ciência. Há, contudo, um vácuo no que tange as pesquisas que tenham diferenciado e classificado etapas das aprendizagens ao longo da vida destes profissionais ou entre aqueles e aquelas com menor ou maior faixa etária. Assim, com o intuito de contribuir para a consolidação de investigações científicas sobre as aprendizagens profissionais de treinadores e treinadoras, o estudo teve como objetivo verificar o percurso de formação profissional de treinadores e treinadoras de basquetebol de diferentes idades, que atuam em categorias de base, descrevendo as aprendizagens identificadas por homens e mulheres nos contextos formais, não formais e informais.

## **METODOLOGIA**

### **Caracterização do estudo**

Trata-se de um estudo de cunho qualitativo e caráter retrospectivo, a fim de auxiliar os participantes a relatarem memórias e fenômenos pessoais, tidos como fundamentais para o desenvolvimento como treinadores e treinadoras de basquetebol (TOZETTO et al., 2017; NASH et al., 2018).

### **Participantes**

A amostra foi intencional e teve como critérios gerais de inclusão: a obrigatoriedade de ter idade superior a 18 anos, concordar em participar da pesquisa e possuir experiência mínima de 18 meses de atuação como treinador ou treinadora de basquetebol no ambiente de iniciação esportiva ou em categorias de base. A partir destes critérios, foi determinado um

---

<sup>1</sup> Em março de 2021 a CBB lançou, juntamente com a FIBA América, um curso online voltado para profissionais interessados no basquetebol feminino, denominado " Projeto Adelante", com cerca de 60h de duração. O curso aparece na aba de notícias da entidade, visto que não há uma aba específica para cursos ou formações.



conjunto de 12 participantes, propositalmente divididos em três faixas etárias, a fim de conhecer a trajetória de homens e mulheres, mais jovens e mais velhos, como treinadores ou treinadoras de basquetebol de jovens:

- Dois treinadores e duas treinadoras com menos de 30 anos de idade;
- Dois treinadores e duas treinadoras com idade entre 30 e 50 anos;
- Dois treinadores e duas treinadoras com mais de 50 anos de idade.

## **Instrumentos**

Foram realizadas entrevistas semiestruturadas, providas de roteiros previamente estabelecidos e com o propósito de direcionar e aprofundar a coleta de dados, garantindo, contudo, dada flexibilização que viabilizasse o acesso de informações relacionadas ao processo de formação ao longo da carreira dos treinadores e treinadoras, a partir de seus próprios relatos (TOZETTO et al., 2017; 2019).

O roteiro das entrevistas foi composto por 23 perguntas, divididas em oito grupos, para que o máximo de informações sobre as trajetórias dos participantes fossem coletadas, sendo os grupos: biografia, experiências como atletas, educação, experiências como treinador ou treinadora, experiências no atual clube, ambiente competitivo, reflexão e temas gerais.

De maneira adicional, antes de dar início às perguntas, uma linha do tempo da vida dos participantes foi feita como “ativador de memória”, a exemplo dos procedimentos adotados por Tozetto e colaboradores (2017; 2019). Na linha do tempo foram incluídas, à esquerda de uma folha em branco, o ano de nascimento do participante; e do lado direito da folha, o ano de realização da pesquisa (NASH et al., 2018). De forma livre, cada um dos participantes foi convidado a anotar datas, fatos e nomes de pessoas marcantes em suas trajetórias, que contribuíram para que se tornassem treinadores ou treinadoras de basquetebol de jovens.

## **Análise de Dados**

As entrevistas foram gravadas em áudio, com duração média de 36 minutos cada, e posteriormente transcritas. Os dados obtidos foram analisados por meio da Análise Temática, que oferece a possibilidade de identificação de padrões (temas) de determinado conjunto de informações, e auxilia descrições e interpretações do significado e importância de um



fenômeno investigado. A Análise Temática é dividida em seis etapas (BRAUN; CLARK; WEATE, 2016):

- A etapa 1 é caracterizada pela familiarização com os dados. A etapa 2, de determinação de códigos a partir de uma leitura mais aprofundada dos dados. Foram três, os códigos assumidos a priori: aprendizagem formal, não-formal e informal. Outros códigos emergiram ao longo da análise, como um quarto, referente ao relato de treinadores e treinadoras de ausência ou não aprendizagem em dado contexto.

- Durante as etapas de 3 a 5, descritas, respectivamente, pelo desenvolvimento temático, refinamento e nomeação, foram realizados agrupamentos dos códigos em temas, de modo que, a partir do refinamento dos dados codificados e inteiros, houvesse verificação da execução das análises e se elas, de fato, representavam o problema do estudo. Em seguida, deu-se a definição dos temas, esclarecendo e refinando escopo e foco de cada um para que, assim, fosse construída uma narrativa analítica. A análise foi feita de maneira dedutiva, buscando códigos que fizessem referência aos contextos de aprendizagem formais, não formais e informais ao longo das trajetórias descritas pelos participantes, seguindo a classificação de Nelson, Cushion e Potrac (2006). Este processo foi realizado pelo primeiro autor da pesquisa, que também foi o entrevistador de cada participante. Posteriormente, ao lado da última autora, foi executada uma checagem entre pares da adequação dos temas estabelecidos pela análise dedutiva. Deste processo, de modo indutivo, a dupla de análise identificou um quarto tema, denominado "aprendizagens frágeis", que faz referência ao que os participantes sentiram falta ou classificaram como insuficientes ao longo de sua trajetória de aprendizagem no mesmo conjunto de contextos.

- Por fim, na etapa 6, a da escrita, se desenvolveu o processo de redação e edição do estudo atendendo às exigências de formatação do periódico. A categoria 'artigo original' foi escolhida, tendo em vista a apresentação dos dados em dois formatos: no primeiro, por meio de uma tabela síntese, que expressa as aprendizagens relatadas pelo conjunto de treinadores e treinadoras de até 30 anos, entre 30 e 50 anos e acima de 50 anos de idade; no segundo, por meio de apresentação de trechos das entrevistas, evidenciando depoimentos emblemáticos da discussão do artigo.

## Procedimentos Éticos



O contato inicial com cada participante informou os objetivos da pesquisa, seus procedimentos, os possíveis riscos, bem como o esclarecimento de dúvidas sobre o estudo. Após a assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), foram realizadas, de forma presencial, as entrevistas semiestruturadas, em dia e local marcados de acordo com a preferência do treinador ou treinadora. O projeto foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa – CEP com seres humanos da Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP (CAAE: 79823217.3.0000.5404.).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para expressar os resultados (ver quadros 1, 2 e 3), foi seguida a divisão inicialmente proposta: três grupos etários e entre mulheres e homens. Os temas foram descritos para cada contexto de aprendizagem, sendo tratados por: aprendizagens no contexto formal, aprendizagens no contexto não formal, aprendizagens no contexto informal e aprendizagens “frágeis”. As experiências de aprendizagem expressas no quadro foram citadas por, ao menos, um ou uma participante do grupo.

**Quadro 1** – Temas e subtemas dos treinadores e treinadoras com idade inferior a 30 anos

<b>Aprendizagens</b>	<b>Mulheres</b>	<b>Homens</b>
Formal	<ul style="list-style-type: none"><li>- Graduação em Educação Física</li><li>- Estratégias de ensino com aulas na faculdade</li><li>- Monitoria de disciplinas na faculdade</li><li>- Pós-graduação em Educação</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Graduação em Educação Física</li><li>- Faculdade ensina a buscar soluções</li><li>- Melhor referência de treino foi na faculdade</li><li>- Vivências na faculdade auxiliam a virar um profissional</li><li>- Matérias na faculdade</li><li>- Estágio de treinador</li></ul>
Não formal	<ul style="list-style-type: none"><li>- Coordena grupo de estudos</li><li>- Frequenta fóruns e congressos</li><li>- Extensão de esportes coletivos</li><li>- Cursos da federação</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Clínicas de Basquete em São Paulo</li><li>- Cursos de formação de treinadores desde 2015</li></ul>
Informal	<ul style="list-style-type: none"><li>- Competiu basquete até a faculdade</li><li>- Reflexão</li><li>- Assiste jogos e vídeos na internet</li><li>- Influência de professores antigos</li><li>- Camping na Argentina</li><li>- Leitura de textos</li><li>- Consolidou o que aprendeu na teoria na prática</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Competiu basquete até a faculdade</li><li>- Intercâmbios internacionais para outros clubes</li><li>- Experiências vividas no dia a dia</li><li>- Ensinava basquete para amigos na rua</li><li>- Referências dos professores de base</li></ul>



Frágeis	<ul style="list-style-type: none"><li>- A graduação é muito pincelada, é necessário se especializar depois</li><li>- Não fez workshops e clínicas</li><li>- Não teve nenhum aprendizado tático em basquete</li><li>- Não fez estágio em treinamento</li><li>- Sente falta de troca de experiências entre técnicos</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Muito distante o meio acadêmico da prática</li><li>- Ensinamentos da faculdade muito básicos</li><li>- Não tem contato com nenhuma equipe adulta</li><li>- Não fez nada de basquete na faculdade</li><li>- A faculdade não dá conceitos de liderança de grupo</li></ul>
---------	---	---

**Fonte:** construção dos autores

Treinadores e treinadoras com idade inferior a 30 anos detinham graduação em Educação Física e relataram a importância do contexto universitário à atuação profissional, ressaltando, porém, limitações quanto à absorção de conhecimentos específicos da profissão neste ambiente. No referido grupo, apenas mulheres fizeram pós-graduação, monitoria, coordenadoria e frequentaram congressos para se aperfeiçoarem, embora não tenham relatado participações em workshops e clínicas. Os diferenciais marcantes dos participantes dessa faixa etária foram a realização de intercâmbios internacionais e o fato de que nenhum deles jogou basquetebol profissionalmente.

**Quadro 2** – Temas e subtemas dos treinadores e treinadoras com idade entre 30 e 50 anos

<b>Aprendizagens</b>	<b>Mulheres</b>	<b>Homens</b>
Formal	<ul style="list-style-type: none"><li>- Graduação em Educação Física</li><li>- Pós-graduação em Educação Física</li><li>- Estágio como treinadora</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Graduação em Educação Física</li><li>- Mestre em Educação Física</li><li>- Conhecimentos variados adquiridos nas aulas de graduação</li><li>- Estágio como treinador</li><li>- Professor de universidade, ajuda no planejamento</li></ul>
Não formal	<ul style="list-style-type: none"><li>- Cursos variados dentro da faculdade</li><li>- Duas especializações</li><li>- Cursos variados fora da faculdade</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Cursos da Confederação de Basquete</li><li>- Clínicas e cursos variados</li><li>- Curso de arbitragem</li></ul>
Informal	<ul style="list-style-type: none"><li>- Trabalho do dia a dia como treinadora</li><li>- Experiências de treinos que já tiveram</li><li>- Busca informações em livros, internet e vendo jogos</li><li>- Jogou basquete profissional (seleção)</li><li>- Treinou diversos esportes até a faculdade</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Jogador de basquete</li><li>- Conversa entre técnicos</li><li>- Intercâmbios para clubes nacionais</li><li>- Experiências como técnico no dia a dia</li><li>- Trabalhos como auxiliar técnico.</li><li>- Ser juiz de jogos ajuda a adquirir conhecimentos</li></ul>



Frágeis	<ul style="list-style-type: none"><li>- Conhecimento na faculdade é muito pincelado</li><li>- É difícil achar cursos e Pós-graduação em basquete</li><li>- Nunca tinha montado um treino na vida</li><li>- Não teve experiência com time adulto</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>- A faculdade não forma treinadores</li><li>- Queria ter participado de um time de alto rendimento tanto como jogador quanto técnico</li></ul>
---------	---	--

**Fonte:** construção dos autores

Treinadores e treinadoras com idade entre 30 e 50 anos, de ambos os gêneros, destacaram os estágios e os cursos pós-graduação como relevantes à prática profissional, além de terem atuado como atletas de alto rendimento no basquetebol. Os participantes dessa faixa etária demonstraram forte engajamento com contextos não formais de aprendizagem, como clínicas, cursos e *workshops*. Por fim, não foram observadas divergências significativas entre as trajetórias de homens e mulheres.

**Quadro 3** – Temas e subtemas dos treinadores e treinadoras com idade superior a 50 anos

<b>Aprendizagens</b>	<b>Mulheres</b>	<b>Homens</b>
Formal	<ul style="list-style-type: none"><li>- Graduação em Educação Física</li><li>- Graduação em Serviço Social</li><li>- Mestre</li><li>- Monitora de basquete na faculdade</li><li>- Estágios pela faculdade</li><li>- A faculdade melhorou os critérios de ensino</li><li>- Especialização de basquetebol</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Graduação em Educação Física</li><li>- Especialização dentro da faculdade</li><li>- Faculdade mostra como ter postura</li></ul>
Não formal	<ul style="list-style-type: none"><li>- Muitos cursos e clínicas</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Cursos variados</li><li>- Especialização no basquete e recreação fora da faculdade</li></ul>
Informal	<ul style="list-style-type: none"><li>- Reflexão</li><li>- Atleta de basquete (uma chegou à seleção e outra apenas universitário)</li><li>- Experiência no dia a dia como treinadora</li><li>- Conversas e inspiração em outros técnicos</li><li>- Leitura de livros</li><li>- Ver outras equipes jogando</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Aprendeu a dar treino na prática</li><li>- Influência de outros técnicos</li><li>- Jogador de basquete profissional</li><li>- Participação esportiva até a faculdade, principalmente futebol</li><li>- Sites americanos que enviam exercícios</li><li>- Reflexões</li></ul>
Frágeis	<ul style="list-style-type: none"><li>- A universidade não serviu para nada, apenas para pegar diploma</li><li>- O conhecimento da faculdade é muito pincelado</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Não sai da faculdade pronto para ser treinador</li><li>- A experiência esportiva ajudou pouco</li></ul>



	<ul style="list-style-type: none"><li>- Queria ter tido experiência internacional</li><li>- Gostaria de ter sido treinadora de adulto</li><li>- Falta de recursos eletrônicos no passado</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Na faculdade não tinha aulas na vivência como professor</li></ul>
--	--	---

**Fonte:** construção dos autores

Treinadores e treinadoras com idade superior a 50 anos relataram forte influência da universidade, mesmo salientando sua insuficiência relacionada aos conhecimentos específicos da profissão, suprida pela busca de conteúdos complementares em cursos e clínicas. Contaram que a vivência profissional e as trocas e partilhas de experiências com outros treinadores e treinadoras foram essenciais para seus aperfeiçoamentos, bem como reflexões sobre a própria prática.

As aprendizagens explanadas pelos participantes da pesquisa foram organizadas em tabelas, divididas por contextos de aprendizagem e percepções de aprendizagens frágeis de treinadores e treinadoras nos três grupos de faixas etárias listados. Na sequência, o texto busca problematizar as convergências e divergências das aprendizagens descritas em cada um dos referidos contextos. Seguindo procedimentos éticos de pesquisa, os nomes dos participantes não foram divulgados, sendo, portanto, identificados pelas siglas TH.N° (treinador homem) e TM.N° (treinadora mulher).

### **Aprendizagem em contexto formal**

Todos os treinadores e treinadoras possuíam graduação no ensino superior em Educação Física e mencionaram que o curso agregou conhecimentos com vistas às práticas profissionais exercidas, sobretudo os atrelados às disciplinas de pedagogia, fisiologia ou psicologia, ainda que marcados por conteúdos tidos como básicos ou, em demasia, generalistas. Outros estudos suportam tal evidência, indicando que a formação inicial na graduação prioriza o desenvolvimento de profissionais com competências gerais para atuarem nas áreas da saúde, lazer e rendimento, com pouco se aprofundando em modalidades específicas (VIRGÍLIO et al., 2017; MILISTETD et al., 2017; TOZETTO et al., 2017) e não oferecendo possibilidades de aproximação com a realidade vivenciada por treinadores e treinadoras no contexto esportivo (MOLETTA et al., 2019). As falas seguintes evidenciam os achados:



TH.7: “A universidade ajuda você a conhecer metodologias, ajuda você conhecer, adquirir conhecimentos em outras áreas como é o treinamento, fisiologia, nutrição esportiva, psicologia, ela te abre um campo que a formação só de atleta não te abre, ela vem com conteúdos que ajudam na nossa formação.”.

TM.1: “[...] graduação em si eu acho que ela é muito generalista, deixa bastante vazio na formação, então se você vai para o campo do treinamento esportivo, você precisa se especializar nesse assunto depois que só com sua graduação você faz o básico, você não vai além [...]”.

Notamos maior engajamento das mulheres em atividades formativas dentro da universidade, visto que apenas elas elencaram participações em monitorias e grupos de estudos durante o processo de formação profissional. Além disso, mulheres demonstram maior participação em cursos de pós-graduação. Todas as seis entrevistadas relataram que fizeram ou estão fazendo pós-graduações e/ou especializações, enquanto entre os homens, apenas dois dos seis entrevistados chegaram ao mesmo nível.

Em âmbito geral, 66,67% dos participantes buscaram cursos de pós-graduação e/ou especialização para complementarem suas formações, denotando interesse no aprimoramento profissional e rechaçando posturas acomodativas (SCHIAVON et al., 2014). Foi evidenciada, também, a necessidade de que mulheres apresentem maior formação para exercerem cargos equivalentes aos dos homens: o cenário encontrado nas categorias de base do basquetebol se assemelha ao observado nos demais cenários de atuação da modalidade, como o universitário e o profissional, bem como em outros esportes (PASSERO et al., 2019).

## **Aprendizagem em contexto não formal**

Treinadores e treinadoras, dos três grupos de faixas etárias estabelecidas, buscaram cursos, clínicas e *workshops*, entre outras experiências em contextos não formais, conforme expressam as falas:

TM.9: “Muito, eu fiz cursos com o treinador X, fiz curso com o treinador Y, com o professor A, o J, com o treinador H, fiz cursos com psicólogas do esporte, fui para os Estados Unidos, participei de uma oficina, de uma clínica nas universidades [...] e tudo me acrescentou muito, aprendi muito, aprendi a ser atenciosa, aprendi a trabalhar muitas habilidades com o jogador, aprendi muito, muito com os cursos [...], fiz muitos cursos e todos pagos por mim.”.

TM.2: “[...] a federação de basquete todo ano a gente tem uma atualização de clínica de técnicos, então faz uns 3, 4 anos que eu vou nesse curso de técnico no início do ano em São Paulo. Esse ano eu fui para a Argentina num camping de basquete no clube Y, passei uma semana lá estudando, vendo o trabalho deles em categoria de base [...]”.



Clubes e clínicas ofertadas por federações foram mencionados. Foram notados grandes enaltecimentos às clínicas ministradas por treinadores de destaque do basquetebol brasileiro, assim como as realizadas nos Estados Unidos – potência global da modalidade. As clínicas ministradas por pares reforçam a valorização de outros treinadores e treinadoras como fontes de aprendizagens (RODRIGUES; PAES; NETO, 2016; GALATTI et al., 2016; TOZETTO et al., 2017). Há alguns anos, a Confederação Brasileira de Basquetebol (CBB) deixou de oferecer cursos com tais características. Nesse sentido, os resultados do estudo fortalecem o potencial dos contextos não formais como ambiente de aprendizagem valorizado por treinadores e treinadoras, por estimular uma rede formativa de alcance nacional, passíveis de iniciativas com respaldo de federações estaduais (MILISTEDT et al., 2016) e de ações deferidas pelas próprias organizações esportivas em que treinadores e treinadoras trabalham (TOZETTO et al., 2019; GALATTI et al., 2016; 2019).

### **Aprendizagem em contexto informal**

A literatura científica indica que as aprendizagens em contextos informais são oriundas de processos diversificados de desenvolvimento de treinadores e treinadoras, abarcando vivências recentes ou anteriores e, até mesmo, experiências periféricas e não intencionais, como as provenientes do convívio familiar e social (TOZETTO et al., 2017; TOZETTO; GALATTI; MILISTEDT, 2018). Trudel e Gilbert; (2006), Tozetto e colaboradores (2017; 2019) e Nash e colaboradores (2018) evidenciaram que vivências como atleta são fontes de aprendizagens relevantes para treinadores e treinadoras. Cunha (2017) e Moletta e colaboradores (2019), ao investigarem treinadores e treinadoras, também de categorias de base de basquetebol, reforçaram que experiências como atleta oferecem aprendizados relevantes à profissão. Dos 12 participantes de nosso estudo, apenas três atuaram como atletas profissionais; outros oito jogaram basquetebol após chegarem à universidade e apenas um não jogou basquetebol:

TH.4: “Eu joguei dos 10 anos aos 12 na escolinha, aí com 13 anos eu fui para as equipes, aí eu joguei 13, 14, 15, 16 e 17, joguei categoria de base, na época joguei até 14 anos na federação, depois o clube foi para a Associação, na época tinha bastante time forte, a Associação era um campeonato paralelo, então tinha muito time forte na Associação, hoje eu não sei como está de nível, aí depois eu fui para faculdade e aí parei de competir, treinava menos, aí depois fui só competir no final.”.



TM.5: “Eu cheguei a fazer uma seleção paulista que na época eu era juvenil, eu tinha 18 anos e na época eu ia para a seleção brasileira para jogar no Chile num campeonato que ia ter lá, acho que era mundial, não me lembro de direito, só que teve terremoto no Chile e a gente não foi e a partir daí não fui mais com o adulto para a seleção.”.

TH.11: “Joguei mais futebol [...] A experiência esportiva ajudou pouco [...]”.

A maioria dos participantes veio a praticar basquetebol apenas na universidade, indicando o potencial dos programas de esporte universitário como importante espaço de aprendizagem profissional (GALATTI; SANTOS; KORSAKAS, 2019). A carreira como atleta, desse modo, não deve ser condição necessária para que alguém seja um treinador ou uma treinadora de excelência (MILISTETD et al., 2015). Experiências prévias no esporte, todavia, contribuem com o desenvolvimento profissional, não apenas no que diz respeito aos conhecimentos específicos do jogo em questão e, sim, por ações ligadas aos conhecimentos interpessoais: seja pela capacidade de socialização com os pares ou pela percepção aguçada no trato e relacionamento com atletas, na medida em que certas situações, como tensões pré-jogo, intrigas entre colegas e suporte moral são comumente vivenciadas por jogadores e jogadoras em ambientes de equipes coletivas (LEMYRE; TRUDEL; DURAND-BUSH, 2007; TOZETTO et al., 2017). Por isso, insurge a necessidade, que pode ser atendida por cursos de formação, de estímulo à reflexão sobre experiências dessa natureza para o desenvolvimento profissional de treinadores e treinadoras de esporte.

Entre outras aprendizagens em contexto informal descritas, foram destacados intercâmbios, *campings* e acompanhamento de treinamentos de outras equipes com trocas de experiências com treinadores e treinadoras. Este espaço de aprendizagem entre pares, que compartilham de um mesmo interesse de práticas, atitudes, valores, crenças e conhecimentos é destacado por Tozetto e colaboradores (2017; 2019) e Moletta e colaboradores (2017). Apenas os participantes com idade inferior a 30 anos tiveram a experiência de visitarem clubes internacionais (não nos referenciamos a cursos, como destacado pela TM.9 no tópico anterior), como vemos no relato:

TH.3: “No ano passado tive a oportunidade de ir para a Argentina duas vezes no Clube X e fui para os Estados Unidos em Y, então assim, lá na Argentina tive a oportunidade de passar uma semana, nas duas vezes que fui, foi uma semana de treino que chamam de tecnificação, então é um treino técnico, é aperfeiçoamento técnico, velocidade motora, aprender habilidades, pouquíssimas situações de jogo e dentro disso a gente vê um pouco da cultura Argentina”.



Os 12 participantes deste estudo destacaram aprendizagens diárias em suas rotinas de treinos, competições e reflexões. Cientes das exigências do contexto esportivo, cada vez mais vorazes, e que exigem respostas e ações efetivas de treinadores e treinadoras, estes profissionais buscam compreender o ambiente de trabalho articulando experiências passadas com as demandas problemáticas do cotidiano para favorecerem intervenções eficazes (TOZETTO et al., 2019; MOLETTA et al., 2019; GALATTI; SANTOS; KORSAKAS, 2019).

Fomentado pela junção de vivências esportivas, imersão nas mídias digitais e partilha de experiências com os pares, o contexto informal parece propiciar um tipo de aprendizagem mais significativa para treinadores e treinadoras (RODRIGUES; PAES; SOUZA NETO, 2016; CUNHA, 2017; MOLETTA et al., 2019). A notoriedade deste contexto de aprendizagem é justificada pela possibilidade de materialização imediata no campo de trabalho de muitos dos conceitos e reflexões inferidos a partir dele. Torna-se, assim, mais significativa e duradoura.

O ato de compartilhar conhecimentos e situações provenientes do campo esportivo com outros treinadores e treinadoras detém, também, papel importante no desenvolvimento profissional (CUSHION et al., 2003; TOZETTO; GALATTI; MILISTETD; 2018) por fomentar, entre pares, reflexões quanto aos contextos de atuação. Os processos reflexivos, cabe dizer, são, fundamentalmente, internos e baseados em aprendizagens interiores, que acabam desafiadas por novas situações (CUSHION et al., 2003), como vemos no relato:

TH.6: “[...] não tem como a gente dizer que não muda principalmente de início você quer pôr o rendimento, você quer que o cara renda, que hoje ele faça uma coisa e amanhã ele faça melhor e no outro melhor, então no começo você fica muito focado ao atleta, depois ao longo do tempo você vai entendendo que é um ser humano [...]”.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste estudo, treinadores e treinadoras de basquetebol de jovens relataram que seus conhecimentos profissionais são provenientes de contextos de aprendizagem diversos. Os contextos formais de aprendizagem propiciaram experiências ricas, decorrentes de estágios no período de graduação, de cursos na pós-graduação e o exercício da docência no ensino superior. Por sua vez, cursos, clínicas e workshops, que caracterizam os contextos não formais de aprendizagem, foram citados como relevantes ambientes de formação profissional. Quanto aos contextos informais, foram destacadas aprendizagens a partir de vivências oriundas das rotinas de treinamentos e competições; as experiências como atletas foram estimuladas no



contexto universitário que, a despeito do currículo generalista, contempla, por meio do estímulo às atividades curriculares e extracurriculares, o espaço de aprendizagem para treinadores e treinadoras. No que diz respeito aos conhecimentos específicos do jogo de basquetebol, há uma demanda por parte dos profissionais acerca da promoção e instituição de escolas de treinadores e treinadoras por parte da Confederação Brasileira de Basquetebol (CBB), órgão que rege a modalidade no país, de federações estaduais e demais organizações esportivas.

Foram evidenciadas diferenças no que concerne ao maior nível de qualificação exigida às mulheres em relação aos homens para que assumam cargos equivalentes no basquetebol de jovens. Outra dessemelhança encontrada foi a tendência, que parece recente, entre treinadores e treinadoras abaixo dos 30 anos em buscarem estágios no exterior visando o desenvolvimento profissional, em relação aos pares mais velhos.

De modo geral, pode-se inferir que a atuação profissional no basquetebol de jovens demanda um grande leque de aprendizagens, fomentadas em variados contextos. Desse modo, não é possível indicar um perfil ou trajetória recomendada de desenvolvimento, haja vista que os conhecimentos profissionais são provenientes da interação individual de cada treinador e treinadora com seus respectivos contextos de aprendizagem e incorporados pelas oportunidades de suas aplicações nos ambientes de trabalho. Assim, é factível reconhecer o basquetebol como um meio multidisciplinar, sendo treinadores e treinadoras responsáveis por personificar a gama de conhecimentos profissionais que se desenvolvem, se encadeiam e, ao considerar o ser humano como alguém inacabado, se resignificam ao longo de toda a vida.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BARROS, Thaís Emanuelle da Silva de e colaboradores. As fontes de conhecimento de treinadores de ginástica artística. **Pensar a prática**, v. 20, n. 3, p. 446-460, 2017.

BRASIL. Lei nº 9.696, de 1 de setembro de 1998. Dispõe sobre a regulamentação da Profissão de Educação Física e cria os respectivos Conselho Federal e Conselhos Regionais de Educação Física. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 1998.

BRASIL. Ministério da Educação. Resolução CNE/CES nº 7, de 5 de abril de 2004. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 2004.



BRAUN, Virgínia; CLARKE, Victoria; WEATE, Paul. Using Thematic Analysis in Sport and Exercise Research. In: SMITH, Brett; SPARKES, Andrew C. (Orgs.) **Routledge handbook of qualitative research in sport and exercise**. p. 191-205; Londres, England: Routledge, 2016.

CORTELA, Caio Corrêa e colaboradores. Perfil e desenvolvimento profissional de treinadores de tênis. **Caderno de educação física e esporte**, v. 17, n. 1, p. 167-178, 2019.

CUNHA, Luiza Darido da. **Trajetórias de aprendizagem dos treinadores de basquetebol atuantes nas instituições de esporte em Franca-SP**. 2017. 149f. Dissertação (Mestrado em Ciências da Motricidade). Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Rio Claro, SP, 2017.

CUSHION, Christopher J.; ARMOUR, Kathy M.; JONES, Robin. Coach education and continuing professional development: experience and learning to coach. **Quest**, v. 55, n. 33, p. 215-230, 2003.

FACUNDO, Lucas Alves e colaboradores. Trajetória profissional de treinadores no contexto do esporte paralímpico. **Movimento**, v. 25, p. 25034, 2019.

GALATTI, Larissa Rafaela e colaboradores. Coaching in Brazil sport coaching as a profession in Brazil: an analysis of the coaching literature in Brazil from 2000-2015. **International sport coaching journal**, v. 3, n. 3, p. 316-331, 2016a.

GALATTI, Larissa Rafaela e colaboradores. Coaches' perceptions of youth players' development in a professional soccer club in Brazil: paradoxes between the game and those who play. **Sports coaching review**, v. 5, n. 2, p. 174-185, 2016b.

GALATTI, Larissa Rafaela; SANTOS, Yura Yuka Sato dos; KORSKAS, Paula. A coach developers' narrative on scaffolding a learner-centred coaching course in Brazil. **International sport coaching journal**, v. 6, n. 3, p. 339-348, 2019.

GALATTI, Larissa Rafaela e colaboradores. Scaffolding a club philosophy among coaches: perspectives from a spanish club. **Revista de psicología del deporte**, v. 28, n. 3, p. 24-29, 2019.

LEONARDI, Tiago José e colaboradores. Pedagogia do esporte: indicativos para o desenvolvimento integral do indivíduo. **Revista mackenzie de educação física e esporte**, v. 13, n. 1, 2014.

LEMYRE, François; TRUDEL, Pierre; DURAND-BUSH, Natalie. How youth-sport coaches learn to coach. **Sport psychologist**, v. 21, p. 191-209, 2007.

MILISTETD, Michel e colaboradores. The learner-centred status of a Brazilian university coach education program. **International sport coaching journal**, v. 5, n. 2, p. 105-115, 2018.

MILISTETD, Michel e colaboradores. Formação de treinadores esportivos: Orientações para a organização das práticas pedagógicas nos cursos de bacharelado em Educação Física. **Journal of physical education**, v. 28, n. 1, p. e2849, 2017.



MILISTETD, Michel e colaboradores. Coaches' development in Brazil: structure of sports organizational programmes. **Sports coaching review**, v. 5, n. 2, p. 138-152, 2016.

MOLETTA, Andréia Fernanda e colaboradores. Treinadores (as) de basquetebol de Santa Catarina: o desenvolvimento da aprendizagem formal, informal e não-formal. **E-Balonmano: revista de ciencias del deporte**, v. 15, n. 3, p. 197-206, 2019.

NASH, Christine e colaboradores. The coaching journey: learning as lifelong and life-wide. In: THELWELL, Richard; DICKS, Matt (Orgs.). **Professional advances in sports coaching: research and practice**. Londres, England: Routledge, 2018.

NELSON, Lee; CUSHION, Christopher J.; POTRAC, Paul. Formal, nonformal and informal coach learning: a holistic conceptualisation, **International journal of sports science and coaching**, v. 1, n. 3, p. 247-259, 2006.

PASSERO, Júlia Gravena e colaboradores. Gender (in) equality: a longitudinal analysis of women's participation in coaching and referee positions in the Brazilian Women's Basketball League (2010-2017). **Cuadernos de psicologia del deporte**, v. 19, p. 252-261, 2019.

REVERDITO, Riller Silva e colaboradores. Coaching and continuity make a difference: competence effects in a youth sport program. **Journal of physical education and sport**, v. 20, n. 4, p. 1964-1971, 2020.

RODRIGUES, Heitor de Andrade e colaboradores. As fontes de conhecimento dos treinadores de jovens atletas de basquetebol. **Motrivivência**, v. 29, n. 51, p. 100-118, 2017.

RODRIGUES, Heitor de Andrade; PAES, Roberto Rodrigues; NETO, Samuel Souza. A socialização profissional do treinador esportivo como um processo formativo de aquisição de saberes. **Movimento**, v. 22, n. 2, p. 509-521, 2016.

SCHIAVON, Laurita Marconi e colaboradores. Análise da formação e atualização dos técnicos de ginástica artística do estado de São Paulo. **Pensar a prática**, v. 17, n. 3, p. 618-635, 2014.

TOZETTO, Alexandre Vinícius Bobatto; GALATTI, Larissa Rafaela; MILISTETD, Michel. Desenvolvimento profissional de treinadores esportivos no Brasil: perspectiva de aprendizagem ao longo da vida. **Pensar a prática**, v. 21, p. 207-219, 2018.

TOZETTO, Alexandre Vinícius Bobatto e colaboradores. Football coaches' development in Brazil: a focus on the content of learning. **Motriz**, v. 23, n. 3, p. 1-9, 2017.

TOZETTO, Alexandre Vinícius Bobatto e colaboradores. Strategies for coaches' development in a football club: a learning organization. **Motriz**, v. 25, n. 2, 2019.

TRUDEL, Pierre; GILBERT, Wade. Coaching and coach education. In: KIRK, David; MACDONALD, Doune; O'SULLIVAN, Mary M. (Orgs.). **The handbook of physical education**. Londres, England: Sage, 2006.



VIRGÍLIO, Ana Carolina Seragi e colaboradores. Aprendizagem de treinadores esportivos: fontes de conhecimento e prática profissional nos jogos esportivos coletivos. **Journal of sport pedagogy and research**, v. 3, n. 2, p. 20-26, 2017.

**Dados do primeiro autor:**

Email: [kaiquefavari975@gmail.com](mailto:kaiquefavari975@gmail.com)

Endereço: LEPE – Laboratório de Estudos em Pedagogia do Esporte, Rua Pedro Zaccaria, 1300, Limeira, SP, CEP: 13484-350, Brasil.

Recebido em: 07/11/2020

Aprovado em: 24/04/2021

**Como citar este artigo:**

FAVARI, Kaique Bueno de Camargo e colaboradores. Percurso de formação profissional de treinadores e treinadoras de basquetebol de jovens. **Corpoconsciência**, v. 25, n. 2, p. 53-70, mai./ ago., 2021.

## MOTIVOS PARA A PRÁTICA DE ATIVIDADES CIRCENSES COMO ATIVIDADE FÍSICA

### REASONS FOR PRACTICING CIRCUS ACTIVITIES SUCH AS PHYSICAL ACTIVITY

### RAZONES PARA LA PRÁCTICA DE LAS ACTIVIDADES CIRCULARES COMO ACTIVIDAD FÍSICA

**Fernanda Nenartavis**

<https://orcid.org/0000-0002-1021-1720> 

<http://lattes.cnpq.br/0444496224025422> 

Universidade do Estado do Rio de Janeiro (Rio de Janeiro, RJ – Brasil)

fenenar@gmail.com

**José Antonio Vianna**

<http://orcid.org/0000-0003-3630-3321> 

<http://lattes.cnpq.br/8688907789895910> 

Universidade do Estado do Rio de Janeiro (Rio de Janeiro, RJ – Brasil)

javianna@hotmail.com

#### Resumo

O objetivo do trabalho foi verificar a percepção de praticantes de circo sobre as motivações que os levaram a procurar pela atividade. Neste estudo exploratório, no universo de 100 participantes em uma escola de circo, 16 sujeitos com média de 24,1 anos de idade (F = 15; M = 1) responderam ao questionário semiestruturado elaborado pelos pesquisadores especialmente para o estudo. Foi utilizada a estatística descritiva para a observação das informações recorrentes para posterior triangulação dos dados. As categorias encontradas foram analisadas à luz das ciências sociais. Foram identificados como motivação para a prática: preparo físico ou saúde (24%), atividade prazerosa (19%), atividade diferente (16%), atividade artística (16%), estética da atividade (8%), desafios (5%), emagrecimento (3%), autoestima (3%), socialização (3%) e superação (3%). Os motivos para a ação parecem estar situados dentro das linguagens do gosto e da utilidade — orientações mais adequadas para os ambientes de ensino e aprendizagem. Além disso, a atividade parece ser uma alternativa às atividades físicas tradicionais, unindo o “útil ao agradável” em sua prática.

**Palavras-chave:** Circo; Atividade Física; Motivação.

#### Abstract

The purpose of this study was to verify the perception of circus students about motives that led them to look for circus classes. In this exploratory study, in the universe of 100 participants in a circus school, 16 subjects with an average of 24.1 years of age (F = 15; M = 1) answered the semi-structured questionnaire. The researchers developed the questionnaire particularly for this research. Descriptive statistics was used to observe recurrent information for later data triangulation. The categories found were analyzed in the light of the social sciences. Motives for practice was identified: physical fitness or health (24%), pleasant activity (19%), different activity (16%), artistic activity (16%), aesthetics of the activity (8%), challenges (5%), weight loss (3%), self-esteem (3%), socialization (3%) and overcoming (3%). The reasons seem to be located within the languages of taste and utility – both are the most appropriate guidelines for teaching and learning environments. In addition, circus activity seems to be an alternative to traditional physical activities, “combining business with pleasure” in its practice.

**Keywords:** Circus, Physical Activity, Motivation.

#### Resumen

El objetivo del trabajo fue verificar la percepción de los estudiantes de circo sobre las motivaciones que los llevaron a buscar la actividad. En este estudio exploratorio, en el universo de 100 participantes de una escuela de circo, 16



sujeitos con una edad media de 24,1 años (F = 15; M = 1) respondieron el cuestionario semiestructurado. Los investigadores desarrollaron el cuestionario especialmente para esta investigación. Se utilizó estadística descriptiva para observar información recurrente para la posterior triangulación de datos. Las categorías encontradas fueron analizadas a la luz de las ciencias sociales. Se identificaron motivaciones para la práctica: aptitud física o salud (24%), actividad placentera (19%), actividad diferente (16%), actividad artística (16%), estética de la actividad (8%), desafíos (5%), pérdida de peso (3%), autoestima (3%), socialización (3%) y superación (3%). Las razones de la acción parecen ubicarse dentro de los lenguajes del gusto y la utilidad, pautas más adecuadas para los entornos de enseñanza y aprendizaje. Además, la actividad parece ser una alternativa a las actividades físicas tradicionales, combinando lo “combinando negócios com prazer” en su práctica.

**Palabras clave:** Circo; Actividad Física; Motivación.

## INTRODUÇÃO

É difícil precisar a data exata de origem das atividades circenses, porém, Araújo e França (2006) sugerem que essa prática é antiga. Na atualidade, ela se manifesta não só com a finalidade de produzir espetáculos, mas, também, como uma opção de atividade física e lazer.

Assim, indivíduos que não tem o circo como profissão praticam a atividade em escolas e academias voltadas para a modalidade. Inclusive, existe até um evento especializado em promover uma competição com esses praticantes que se reconhecem como amadores (MOSTRA COMPETITIVA DE CIRCO AMADOR, s.d.).

Segundo Soares e Bortoleto (2011), essa prática é buscada dentro de escolas de circo, academias e escolas de dança. Segundo os autores “[...] estamos diante de uma inovadora e já instalada realidade, na qual as atividades circenses aparecem como mais uma possibilidade de prática nas academias” (SOARES; BORTOLETO, 2011, p. 21).

As práticas circenses acontecem através de diferentes atividades. Porém, um dos elementos presentes nas diferentes manifestações é o risco (ARAÚJO; FRANÇA, 2006; FERREIRA; BORTOLETO; SILVA, 2015). Esse risco dentro da prática se manifesta pela ideia de incerteza (FERREIRA; BORTOLETO; SILVA, 2015). Ou seja, mesmo diante de precauções durante a atividade, existe a possibilidade de desfechos desfavoráveis. Esse, inclusive, é um elemento reconhecido como inerente ao circo pelos autores.

Assim, toda ação realizada no âmbito circense — seja uma instalação, montagem, a aprendizagem de uma nova acrobacia, a preparação de um novo número ou mesmo uma aula regular — contém riscos, isto é, pode resultar de modo favorável, representado pelo sucesso, ou, ao contrário, ter um desfecho desfavorável, como no caso de um acidente. (FERREIRA; BORTOLETO; SILVA, 2015, p. 31)

Existem alguns autores que trazem abordagens para tentar explicar a busca por atividades onde o risco está presente. Assim, a matriz teórica que será apresentada a seguir é onde estão ancorados os argumentos que foram utilizados para a análise e interpretação dos



dados. Há de se observar que existe um alinhamento entre o processo civilizador (ELIAS, 2011), a Busca da excitação (ELIAS; DUNNING, 1992) e os motivos para a ação (LOVISOLO, 1997). As teses apresentadas correspondem a uma construção histórica e social dos motivos para ação dos sujeitos na sociedade ocidental e está diretamente relacionada ao objeto do estudo. Uma delas, é o argumento apresentado em “A Busca da Excitação” de Elias e Dunning (1992). No livro, os autores constroem a discussão com base na teoria do “Processo Civilizador” de Norbert Elias (ELIAS, 1993; 2011).

“O Processo Civilizador” foi escrito em dois volumes. No primeiro, Elias (2011) constrói uma história dos costumes europeus que começa no século XIII. Para isso, ele aborda diferentes manuais de etiqueta destinados aos jovens que iriam conviver com os grupos dominantes. Dentre os tópicos observados pelo autor, estão: as mudanças em relação às funções corporais, as transformações nas atitudes em relação ao sexo e o que mudou em relação à agressividade e aos instintos e sentimentos e a sua sublimação que implica no refinamento das condutas e dos padrões sociais.

Com base nessa análise, Elias (2011) verifica uma tendência ao que ele chama de “Processo Civilizador”. Para o autor, o termo “civilizado” representa a forma como esses indivíduos ocidentais “civilizados” percebem a si mesmos e aos outros, “os não civilizados”. Ou seja, é baseado na autopercepção dos sujeitos.

Essa tendência identificada pelo autor sugere um processo de suavização dos costumes devido ao aumento das cadeias de interdependência e do aumento da pressão social sobre as pessoas para exercerem o autocontrole nas relações sociais. Inicialmente, este processo teve um caráter externamente coercitivo, mas, com o passar do tempo, ele começou a se manifestar através do sentimento de vergonha. Elias (2011, p. 181) explica que “as proibições apoiadas em sanções sociais reproduzem-se no indivíduo como forma de autocontrole”.

Entretanto, o autor não se limita a tratar dos costumes individuais para construir sua teoria. No volume II da obra, Elias (1993) aborda os processos de descentralização e centralização que fizeram parte da formação dos Estados europeus. Com isso, o autor aponta para o aumento da interdependência entre os indivíduos proporcionada pelos processos de centralização do poder. Essa relação entre as pessoas seria a responsável por alavancar o processo. “O entrelaçamento contínuo de atividades humanas atuou como uma alavanca que,



ao longo dos séculos, produziu mudanças de conduta na direção de nosso padrão” diz Elias (1993, p. 272).

Conforme Elias (1993; 2011), a formação do Estado e a formação da consciência conduziu à elevação progressiva do nível de sensibilidade e de repugnância no uso da violência física socialmente permitida. Segundo o autor, ocorreu uma evolução no controle da violência dos Estados e no autocontrole nos impulsos pessoais de violência. O aumento do controle social internalizado pelos indivíduos parece ter motivado a busca por meios de liberação das pulsões de forma aceita socialmente.

O desporto moderno passou a ser utilizado como um meio organizado de liberação dos impulsos violentos de forma controlada, no qual ocorre o deslocamento do prazer em praticar a violência no meio social, sem controle, para a expressão dos impulsos agressivos de forma controlada e aceita socialmente sob as regras do desporto. Segundo Elias e Dunning (1992), os confrontos no jogo-desporto, os quais integram um conjunto de regras que garantem o equilíbrio entre a tensão na disputa e uma proteção contra ferimentos físicos, onde as regras de etiqueta conduzem a um nível de ordem e de autodisciplina, possuem um caráter civilizador, por impor aos participantes uma lenta e crescente regularidade e diferenciação de comportamentos e de sensibilidade.

A formação da consciência dos indivíduos ocorre a partir da crescente interiorização das restrições sociais da violência e da diminuição do limiar de tolerância contra a manifestação da violência. Assim, o desporto passou a oferecer às pessoas, por meio da disputa, do esforço físico e da destreza, uma excitação libertadora com a diminuição do risco de acidentes.

Em resumo, o Processo Civilizador possui uma direção: ela caminha para uma maior sensibilidade resultante da interdependência uns dos outros, de ações externas e de sanções como meios de frear as paixões e impulsos — que, atualmente, acontece por um autocontrole que se manifesta através de um sentimento de vergonha (ELIAS, 2011; 1993). No entanto, o progressivo aumento nos mecanismos reguladores e de controle de comportamentos das pessoas decorrentes da consciência e interiorização das regras nas esferas sociais se por um lado garante aos indivíduos segurança e estabilidade, por outro lado implicam também na “perda de sensações agradáveis que se associavam a formas de comportamento mais simples e espontâneas” (ELIAS; DUNNING, 1992, p. 244). Isso é alavancado pelo aumento da interdependência entre os indivíduos que compõem essas sociedades.



Com base nessas ideias de Elias, Elias e Dunning (1992) constroem o livro “A Busca da Excitação”. No texto os autores expõem o papel das atividades físicas e de lazer como válvula de escape para as restrições impostas dentro do processo civilizador nas sociedades ocidentais contemporâneas. Os autores sugerem o seguinte questionamento: nas sociedades contemporâneas, cada vez mais regulamentadas, “como se podem garantir aos seres humanos os meios suficientes de excitação agradável em experiências compartilhadas sem o risco de desordens socialmente intoleráveis e de ferimentos mútuos?” (ELIAS; DUNNING, 1992, p. 256).

Assim, as práticas esportivas, as lutas, as modalidades circenses, entre outras atividades contemporâneas, proporcionam um mimetismo das emoções em práticas corporais que são socialmente aceitas, nas quais os indivíduos se expõem a situações específicas com um risco calculado que remetem à busca de excitação, que tem sido diminuída ao longo do tempo.

Essas ideias apresentadas por Elias (2011; 1993) e Elias e Dunning (1992) podem ser relacionadas com os modos de entendimento para as ações apresentados por Lovisolo (1997). Lovisolo (1997) apresenta três sentidos que podem ser dados às ações: norma, utilidade e gosto. Eles podem se relacionar ou se contrapor para justificarem o sentido que as pessoas atribuem às suas ações. Inclusive, uma mesma ação pode receber diferentes significados em diferentes momentos ou na perspectiva de diferentes pessoas. Além disso, esses sentidos — chamados de linguagens — também se apresentam na hora que os indivíduos justificam as ações alheias. Mas como é a caracterização desses sentidos?

O autor apresenta a linguagem da norma como o sentido que justifica as ações realizadas por conta de algum regramento ou costume. Ou seja, também são as ações que seguem as concepções morais de justiça e bondade dos indivíduos.

Para Lovisolo (1997), a motivação que rege a linguagem da utilidade é o alcance de uma finalidade. Assim, o indivíduo busca alcançar um fim de forma otimizada através daquela ação.

Por último, a linguagem do gosto. Para o autor, ela se relaciona com o mundo privado e a construção do “eu”. Além disso, ela apresenta o sentido das ações que não buscam alcançar nenhuma finalidade e nem são feitas para seguir determinada norma. Ou seja, é o sentido das ações que são feitas por prazer, por gosto. Dessa forma, a linguagem do gosto de relaciona com a estética.



Le Breton (2007) associa a ideia da busca por ultrapassar os próprios limites nas atividades onde há risco com a construção do “eu”. Ou seja, com a construção de uma identidade pessoal. Lovisolo (1997) coloca também as atividades feitas na linguagem do gosto relacionadas à construção da identidade coletiva. Inclusive, para o autor, o gosto se torna símbolo dessa identidade do grupo.

É possível relacionar essas ideias das linguagens de Lovisolo (1997) com “A Busca da Excitação” e “O Processo Civilizador”. Assim, a linguagem da norma está vinculada às sanções subjetivas — a supressão das emoções, por exemplo — e a linguagem do gosto, ao mimetismo de emoções das atividades físicas e de lazer.

Na obra de Le Breton (2007, p. 11), é possível vincular o risco a essa relação. “O envolvimento com essas atividades é frequentemente uma compensação à calma excessiva da sociedade civil, percebida como asséptica, enfadonha”. Ou seja, enquanto o cotidiano constrói a norma e suprime a demonstração das emoções, as atividades onde o risco está presente possibilitam o mimetismo dessas sensações.

Nessa perspectiva, risco, gosto e a busca da excitação se relacionam. Da mesma maneira, a norma e as sanções subjetivas do processo civilizador também. Segundo Lovisolo (1997), para dar sentido a ação de um indivíduo ou de um grupo é necessário esclarecer o motivo, a intenção e a finalidade da ação e relacioná-los às linguagens que os expressem e decodifiquem os seus sentidos.

Dessa forma, surgem as questões: por que as pessoas buscam o circo como alternativa de atividade física e de lazer mesmo diante do risco? Onde essa motivação se enquadra dentro das linguagens apresentadas?

Entender os motivos que levam as pessoas a buscarem uma exposição deliberada ao risco no circo é relevante por diferentes razões. Ferreira, Bortoleto e Silva (2015, p. 32) utilizaram essa compreensão para falar sobre a segurança:

Em nosso caso, entender, mesmo que parcialmente, os motivos que levam um artista circense à busca constante de movimentos, truques, performances mais difíceis (complexas) e, por conseguinte, mais arriscadas, foi uma estratégia para compreender as questões de segurança.

Além da relevância do assunto para as reflexões relacionadas à segurança, também é possível pensar na contribuição da discussão para o aperfeiçoamento das práticas de ensino da modalidade.



Portanto, o objetivo do trabalho foi verificar a motivação de praticantes de atividades circenses para ingressarem nas modalidades.

## **METODOLOGIA**

A pesquisa utilizou uma abordagem qualitativa. Essa característica se baseia no interesse do trabalho em descrever e entender o significado do objeto (THOMAS; NELSON, 2002). Assim, procuramos buscar um aprofundamento na compreensão do fenômeno. Para isso, foi realizado um estudo exploratório com uma pesquisa de campo, com a finalidade de construir uma maior familiaridade com a área (GERHARDT; SILVERIA, 2009).

A investigação foi realizada com praticantes amadores de circo, ou seja, pessoas que praticam a atividade, mas não de forma profissional. O número de sujeitos foi definido através do ponto de saturação, ou seja, é alcançado quando a inclusão de novos dados começa a ser redundante (FONTANELLA; RICAS; TURATO, 2008). Apesar de todo novo participante acrescentar informações, o retorno obtido vai diminuindo ao longo da progressão da inclusão (MASON, 2010). Mason (2010) também mostra que a definição do ponto para que a inclusão de novos participantes seja interrompida é sempre arbitrária. Porém, para garantir transparência no processo, houve descrição detalhada dos parâmetros utilizados na pesquisa, como sugerido por Hennink, Kaiser e Marconi (2016) e Fontanella, Ricas e Turato (2008).

A pesquisa foi realizada no segundo semestre do ano de 2018 na cidade do Rio de Janeiro (RJ). Os participantes foram: 16 indivíduos, 15 mulheres e 1 homem, de uma escola de circo que possui em torno de 100 praticantes de modalidades circenses (número declarado pela escola). Os sujeitos possuíam uma média de 24,1 anos de idade e um tempo de prática que variava de 2 meses a 4 anos.

Todos os participantes responderam ao Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) autorizando a sua participação na pesquisa e a divulgação dos dados com a finalidade científica. No TCLE os pesquisadores expuseram os objetivos do trabalho, esclareceram os possíveis riscos decorrentes de sua participação, destacaram a importância das respostas, garantiram o anonimato e asseguraram o seu direito de desistir a qualquer momento. O critério de inclusão para participação no estudo foi não ter exercido a modalidade investigada profissionalmente, já que o objeto da investigação era a motivação de praticantes amadores para a prática da modalidade.



O instrumento utilizado para a coleta de dados foi um questionário semiestruturado desenvolvido pelos pesquisadores especialmente para este estudo. As perguntas foram elaboradas após a leitura do referencial teórico utilizado. Elas buscaram criar espaço para que os sujeitos falassem sobre a questão que estava sendo investigada.

Após perguntar sobre a data de nascimento, o gênero e questionar se o participante já havia utilizado as atividades circenses profissionalmente — critério de exclusão para a pesquisa —, o questionário apresentava três questões abertas: “Há quanto tempo você pratica atividades circenses?”, “Quais atividades circenses você pratica ou já praticou?” e “Quais razões levaram você a procurar pelas atividades circenses?”.

O instrumento foi entregue para os participantes pela pesquisadora — também praticante e instrutora nesta escola de circo. Ele foi respondido pelos participantes de forma escrita, enquanto a pesquisadora ficou disponível para sanar possíveis questões durante o processo. Entretanto, na ausência de dúvidas, nenhuma interferência foi feita.

Os resultados quantitativos foram apresentados com base na estatística descritiva para a identificação das informações com maior recorrência (THOMAS; NELSON, 2002). A quantificação dos dados encontrados são complementares à análise qualitativa dos resultados. Assim, a descrição dos dados foi apresentada de forma minuciosa para facilitar a sua compreensão. Inclusive, tabelas foram utilizadas como ferramentas para isso. Nessa análise, casos recorrentes e casos únicos foram levados em consideração. Para analisar os dados seguindo a perspectiva de Certeau (1998), procuramos nos debruçar nas brechas entre o pensar e o fazer dos entrevistados e suas criações e recriações anônimas que escapam das tendências e modismos, mas que traçam trajetórias variáveis que desviam da verdade imposta e se manifesta em uma multiplicidade de saberes. A análise dos dados foi iniciada por meio da identificação de categorias comuns e verificação se com estas categoriais é possível explicar o conjunto dos motivos e práticas, em constante ir e vir do teórico para o concreto e do particular para o geral.

Por fim, foi realizada uma triangulação entre a interpretação dos autores acerca das repostas coletadas, as respostas dadas e a literatura que permitia maior compreensão do tema investigado. Assim como apontado por Thomas e Nelson (2002), esse tipo de análise permite testar a força das interpretações e dar validade e confiabilidade aos dados qualitativos.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO



O tecido acrobático foi a atividade mais praticada pelos indivíduos. De forma geral, as atividades podem ser consideradas pouco comuns no mundo fitness contemporâneo quando comparadas à ginástica, musculação ou outras atividades mais populares.

As atividades praticadas que foram citadas pelos respondentes estão listadas na Tabela 1.

**Tabela 1** – As atividades praticadas pelos respondentes

<b>Categorias</b>	<b>Frequência Absoluta</b>	<b>Frequência Relativa (%)</b>
Tecido acrobático	13	46%
Lira	4	14%
Contorção	4	14%
Pole Dance	4	14%
Trapézio	3	11%
<b>Total</b>	<b>28</b>	<b>100%</b>

**Nota:** foram permitidas respostas múltiplas

**Fonte:** construção dos autores

Os motivos que levaram os investigados a buscar a prática circense foram agrupados em algumas categorias — construídas pelos pesquisadores com base nas respostas dos participantes neste estudo — a fim de identificar as linguagens que permitam entender os significados de suas ações (LOVISOLO, 1997). As falas foram identificadas pela letra R (de respondente) seguida por um número. Dessa forma, a identidade dos participantes foi preservada.

A possibilidade de praticar o circo como atividade física parece ter sido uma descoberta positiva para um dos respondentes. R10 escreve no início de sua resposta um indicativo de que ainda são raros os espaços destinados ao aprendizado e treinamento de indivíduos que procuram o circo com propósitos não profissionais (amadores):

Sempre tive interesse no circo, mas não sabia que existiam aulas [...] (R10).

Alguns investigados apresentaram mais de um motivo para começar a praticar, como o caso de R2, que apontou como motivação para a procura pela atividade:

Por saúde, por achar lindo e por ter vontade de fazer diferente (R2).

Essa resposta foi enquadrada pelas categorias “preparo físico ou saúde”, “estética da atividade” e “atividade diferente”.

O percentual de ocorrência das categorias está apresentado na Tabela 2.

**Tabela 2** - Motivos para praticar

<b>Categorias</b>	<b>Frequência Absoluta</b>	<b>Frequência Relativa (%)</b>
Preparo físico ou saúde	9	24%
Atividade prazerosa	7	19%
Atividade diferente	6	16%
Atividade artística	6	16%
Estética da atividade	3	8%
Desafios	2	5%
Emagrecimento	1	3%
Superação	1	3%
Autoestima	1	3%
Socialização	1	3%
<b>Total</b>	<b>37</b>	<b>100%</b>

**Nota:** foram permitidas respostas múltiplas

**Fonte:** construção dos autores

Pode ser observado que existe o predomínio de motivos ligados à autoestima, ao prazer e ao gosto de forma mais abrangente (73% das respostas). Os dados sugerem que os motivos para emagrecimento e melhoria do preparo físico ou melhoria da saúde são menos importantes para o grupo investigado (27% - linguagem da utilidade).

A procura por uma atividade física prazerosa pode ser exemplificada na fala de R4 que, na mesma resposta, fala também sobre emagrecimento e atividade artística:

Atividade física prazerosa, perda de peso, contato com a arte e dança (R4).

O que sugere que a linguagem do gosto pode estar ajudando a modificar a tarefa a ser realizada com sentido utilitário (LOVISOLO, 1997).

A busca por uma atividade artística é observada na fala do respondente R3:

Sempre tive interesse e curiosidade no tecido acrobático por considerar uma atividade mais voltado para o artístico [...].

A "atividade física diferente", fora da rotina, também aparece fazendo referência à procura por atividades alternativas ao que é comumente encontrado em academias convencionais, como quando R1 afirma que:

Buscava uma atividade física que não fosse academia [...].

Como pode ser observado na fala de R1:

[...] quando pesquisei sobre circo, me apaixonei pelas possibilidades e desafios da atividade.



Dessa forma, é possível ver a referência ao “desafio” que envolve o risco que nem sempre pode ser encontrado em alguns esportes ou nas atividades fitness, ao que tudo indica as atividades que sejam mais desafiadoras e levem a algum grau de excitação fora da rotina motivam o ingresso de novos praticantes na modalidade.

As respostas encontradas podem ser relacionadas às linguagens sugeridas por Lovisolo (1997) conforme agrupado pela Tabela 3. As categorias relacionadas ao prazer, à construção da própria identidade e à socialização foram relacionadas à linguagem do gosto, porque, segundo o autor, essa linguagem “afirma duas coisas: primeiro, que fazemos determinadas coisas apenas porque gostamos e não por seguirmos uma norma ou tentarmos obter uma utilidade e, em segundo lugar, que somos o que somos sobretudo pelos gostos que temos.” (LOVISOLO, 1997, p. 91). Já as categorias relacionadas à utilidade foram assim definidas por se relacionarem com a ideia de maximização da relação entre os meios e os fins, como a definição apresentada pelo autor para as ações motivadas pela linguagem da utilidade (LOVISOLO, 1997).

De forma mais específica dentro da linguagem do gosto, as motivações de busca por atividade diferente, desafio e superação são categorias que se relacionam com a ideia de busca da excitação (ELIAS; DUNNING, 1992), assim como indicado por Lovisolo (1997, p. 97):

Podemos postular que o esporte passou a ser predominantemente pensado na linguagem do gosto, do belo e do sublime, da sensibilidade, dos sentimentos, das emoções. Pensado, para lembrar de Nibert Elias, também como a busca do sentimento de excitação, da emoção que podemos vincular, sem dificuldades, com o gosto.

Com base nas linguagens de Lovisolo (1997), os dois sentidos predominantemente apresentados pelos praticantes são: o gosto (73%) e a utilidade (27%). Nenhuma resposta foi alinhada com a linguagem da norma neste trabalho.

A Tabela 3 apresenta a frequência relativa das categorias identificadas nas respostas obtidas e a sua relação com os motivos para a ação apresentados por Lovisolo (1997).

**Tabela 3** – As respostas e as linguagens da ação

<b>Categorias</b>	<b>Linguagens</b>	<b>Frequência Absoluta</b>	<b>Frequência Relativa (%)</b>
Autoestima	<b>Gosto</b>	27	73%
Atividade prazerosa			



Atividade diferente

Atividade artística

Estética da atividade

Superação

Socialização

Desafios

Emagrecimento	<b>Utilidade</b>	10	27%
Preparo físico ou saúde			
-	<b>Norma</b>	0	0%
<b>Total</b>		37	100%

**Nota:** foram permitidas respostas múltiplas

**Fonte:** construção dos autores

Para fazer uma comparação com a literatura, é possível alinhar as categorias atividade artística e a estética da atividade com o que é apresentado por Araújo e França (2006) como uma possibilidade para a atração pela atividade. Os autores apontam que, dentro do que eles definem como novo circo, o risco aparece como grande atrativo, fazendo com que a atenção seja voltada para a estética da performance (ARAÚJO; FRANÇA, 2006). De fato, a perspectiva estética (linguagem do gosto) tem englobado e dominado outros motivos para ação dos sujeitos que procuram na atividade física a emoção, a excitação e o desafio.

Além disso, para alguns respondentes, a busca pela atividade aparece como forma de aliar os aspectos do útil com características agradáveis. Os dados indicam a pressão social da necessidade em atribuir um sentido utilitário para as realizações humanas, criam resistências e sugerem a possível contradição entre a linguagem do bem comum (utilidade) e a linguagem do gosto ou da realização individual, sem notar que o gosto individual pode despertar afinidades e encontros que levem a construção da identidade coletiva (LOVISOLO, 1997; LE BRETON, 2007).

R7 afirma:

[...] fazer uma atividade física que trabalhe o corpo, a mente e que, ao mesmo tempo, seja lúdica [...].

R8 aponta que:

[...] além de lúdico e divertido, é um exercício incrível para desenvolver força e tônus muscular.

R13 indica que:



[...] queria fazer uma atividade física que misturasse exercício com práticas lúdicas [...].

E, R15 diz que a prática é:

[...] uma forma de me exercitar mais prazerosa [...].

A busca pelo prazer na atividade que pode contribuir para a melhoria da saúde, o bem estar emocional e a integração social revela que estes sujeitos procuram algo que nem sempre pode ser encontrado em atividades tradicionais. Diferentemente das atividades rotineiras e impostas, as atividades circenses parecem estar mais alinhadas com o lazer, o ócio, o tempo livre, com a sensibilidade, os sentimentos, a excitação e ao prazer que despertam o gosto como motivo para a ação. Superar os limites impostos e as limitações introjetadas no processo de socialização em atividades nas quais o sujeito possa liberar as suas energias e emoções contidas parece ser o maior benefício encontrado pelos praticantes.

A apropriação crescente da linguagem do gosto na prática de atividades esportivas artísticas e culturais como contraponto às sanções e restrições impostas pelas linguagens das normas e da utilidade, parece ser reforçado diante das novas possibilidades de construção de identidades coletivas a partir do processo de autoconstrução e da criatividade em atividades circenses. Segundo Lovisolo (1997, p. 92), o campo do prazer e da liberdade presente na linguagem do gosto, mesmo sendo individual, “é um fundamento para as afinidades, para os encontros, para a sociabilidade e assim, fundamento do coletivo”, o que parece justificar o aumento no número de praticantes de atividades circenses.

Segundo Soares e Bortoleto (2011), as academias de ginástica aderiram ao ensino de práticas circenses com o objetivo de criar inovação e atrair as pessoas. Os autores também investigaram as motivações para a busca da prática circense dos alunos fora do âmbito profissional. As respostas encontradas aqui se alinham aos resultados apresentados pelos autores acerca dos motivos que levaram os alunos de Tecido Circense (TC) à busca da prática em Campinas-SP:

Os relatos indicam que os motivos que levaram à prática do TC são variados: a busca do condicionamento físico (“ficar mais forte”) foi indicada por 1 dos alunos; adquirir maior resistência física, por 1 também; a prática regular de atividade física, para 3 deles; a característica expressiva (artística) do TC, para 2 sujeitos; e, finalmente, a condição estética (“por ser uma atividade bonita”), por outros 3. Houve inclusive 1 sujeito que assinalou os 4 motivos mencionados (SOARES; BORTOLETO, 2011, p. 16).

Os dados encontrados aqui encontram eco em Soares e Bortoleto (2011) que também destacam o papel do enfrentamento de desafios como motivação para a prática da atividade, que aparece sutilmente nas respostas dos participantes.



## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao procurar identificar a motivação de praticantes de atividades circenses para ingressarem nas modalidades, observou-se que os motivos para a ação relacionados mais à estética e à linguagem do gosto predominaram sobre os motivos mais utilitários, alinhados à linguagem da utilidade.

Embora o pressuposto teórico de que os indivíduos buscam as atividades circenses por serem excitantes — nas quais o risco seria um agente motivador para a prática —, não tenha sido confirmado, a verificação de dados nos quais os motivos relacionados à utilidade e ao gosto estão presentes parece ser o cenário mais adequado para os ambientes de ensino e aprendizagem considerando que o indivíduo aprende quando está motivado pela utilidade dos conhecimentos ou pelo gosto de aprender (LOVISOLO, 1997). O conhecimento dos motivos para a ação dos alunos possibilita estabelecer acordos entre as propostas institucionais e as aspirações dos praticantes que levem à eficácia do processo de planejamento e intervenção. Assim, ao atender as expectativas dos praticantes, as academias, escolas de circo e outras instituições estarão, ao mesmo tempo, aumentando as chances de aderência dos sujeitos na atividade e contribuindo para melhorar a fruição dos participantes.

Além disso, as motivações que são alinhadas com a linguagem do gosto podem ter um grande papel na formação da identidade desses praticantes, tanto de forma individual, como de forma coletiva. Ou seja, mesmo a atividade não sendo praticada de forma profissional, ela pode ter um grande na vida desses indivíduos em relação à sua autopercepção e, também, identificação dentro de um grupo. Assim, os praticantes parecem usufruir os benefícios do processo de socialização que a atividade proporciona.

Essas duas considerações são pertinentes para a construção das práticas de ensino da modalidade para circenses amadores. Com essas informações, é possível entender cada vez melhor o que leva esses indivíduos a buscarem pela atividade e, conseqüentemente, construir práticas cada vez mais completas para os seus objetivos. Os resultados apresentados neste trabalho podem contribuir para explorar o campo e levantar reflexões dos investigados acerca dos seus motivos para a ação, no entanto não foi possível inferir se o risco, o desafio presente nas atividades circenses e a fuga de atividades rotineiras e pouco desafiadoras do cotidiano motivaram os investigados para ingressarem nas atividades circenses.



Por fim, a sugestão é que os estudos sobre os sentidos das práticas corporais sejam cada vez mais expandidos e aprofundados, nesta e, também, em outras perspectivas teóricas. Dessa maneira, é possível ampliar o debate e compreender cada vez melhor os impactos das atividades físicas na vida dos indivíduos.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARAÚJO, Marlise Mônica; FRANÇA, Rodrigo de. A busca da excitação no maior espetáculo da Terra. In: Simpósio Internacional Processo Civilizador: Tecnologia e Civilização, 9, 2006, Ponta Grossa. **Anais...** Ponta Grossa, PR: Cefet, 2006. Disponível em: <<http://www.uel.br/grupo-estudo/processoscivilizadores/portugues/sites/anais/anais9/artigos/workshop/art12.pdf>>. Acesso em: 16 de abr. 2021

CERTEAU, Michel de. **A invenção do cotidiano: 1.** Artes de fazer. Petrópolis: Vozes, 1998.

ELIAS, Nobert. **O processo civilizador:** uma história dos costumes. Volume 1. 2 ed. Rio de Janeiro: Zahar, 2011.

\_\_\_\_\_. **O processo civilizador:** formação do estado e civilização. Volume 2. Rio de Janeiro: Zahar, 1993.

ELIAS, Nobert; DUNNING, Eric. **A busca da excitação.** Lisboa, Portugal, Difel. 1992.

FERREIRA, Diego Leandro; BORTOLETO, Marco Antonio Coelho.; SILVA, Erminia. **Segurança no circo:** questão de prioridade. São Paulo: Fontoura, 2015.

FONTANELLA, Bruno José Barcellos; RICAS, Janete; TURATO, Egberto Ribeiro. Amostragem por saturação em pesquisas qualitativas em saúde: contribuições teóricas. **Caderno de saúde pública**, Rio de Janeiro, v. 24, n. 1, p. 17-27, 2008.

GERHARDT, Tatiana Engel; SILVERIA, Denise Tolfo. **Unidade 1:** aspectos teóricos e conceituais. **Métodos de pesquisa.** Porto Alegre, RS: UFRGS, 2009.

HENNINK, Monique M.; KAISER, Bonnie N.; MARCONI, Vincent C. Code saturation versus meaning saturation: how many interviews are enough? **Qualitative health research**, v. 27, n. 4, p. 591-608, 2016.

LE BRETON, David. Aqueles que vão para o mar: o risco e o mar. **Revista brasileira de ciências do esporte**, v. 28, n. 3, p. 9-19, 2007.

LOVISOLO, Hugo. **Estética, esporte e educação física.** Rio de Janeiro: Sprint, 1997.

MASON, Mark. Sample size and saturation in PhD studies using qualitative interviews. **Forum: Qualitative Social Research**, v. 11, n. 3, p. 1-19, 2010.



MOSTRA COMPETITIVA DE CIRCO AMADOR. Edital. **Mostra competitiva de circo amador**. S. d. Disponível em: <<http://www.mcca.com.br/edital/>>. Acesso em: 28 de out. 2020.

SOARES, Daniela Bento; BORTOLETO, Marco Antonio Coelho. A prática do tecido circense nas academias de ginástica da cidade de campinas-SP: o aluno, o professor e o proprietário. **Corpoconsciência**, v. 15, n. 2, p. 7-23, 2011.

THOMAS, Jerry R.; NELSON, Jack K. **Métodos de pesquisa em atividade física**. 3. ed. Porto Alegre, RS: Artmed, 2002.

**Dados do primeiro autor:**

Email: [fenenar@gmail.com](mailto:fenenar@gmail.com)

Endereço: Instituto de Educação Física e Desportos (IEFD) da Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Campus Francisco Negrão de Lima, Pavilhão João Lyra Filho, Rua São Francisco Xavier, n. 524, Bloco F, 8º e 9º andares, CEP: 20550-900, Brasil.

Recebido em: 03/03/2021

Aprovado em: 29/04/2021

**Como citar este artigo:**

NENARTAVIS, Fernanda; VIANNA, José Antonio. Motivos para a prática de atividades circenses como atividade física. **Corpoconsciência**, v. 25, n. 2, p. 71-86, mai./ ago., 2021.

## BIOMECÂNICA DO MOVIMENTO HUMANO

### BIOMECHANICS OF HUMAN MOVEMENT

### BIOMECÁNICA DEL MOVIMIENTO HUMANO

**Bruno Mezêncio**

<https://orcid.org/0000-0001-6293-5571> 

<http://lattes.cnpq.br/9793275013451101> 

Universidade de São Paulo (São Paulo, SP – Brasil)

mezencio@usp.br

**Jacielle Carolina Ferreira**

<https://orcid.org/0000-0002-9321-749X> 

<http://lattes.cnpq.br/4097604888377977> 

Universidade Federal de Mato Grosso (Cuiabá, MT – Brasil)

jacielle@ufmt.br

**Alberto Carlos Amadio**

<https://orcid.org/0000-0002-2527-2163> 

<http://lattes.cnpq.br/0634221030546752> 

Universidade de São Paulo (São Paulo, SP – Brasil)

acamadio@usp.br

#### Resumo

A Biomecânica é uma ciência do grupo das ciências biológicas que trata de análises físico-matemáticas de sistemas biológicos e, como consequência, de movimentos humanos. Estes movimentos são analisados através de leis e normas mecânicas com relação a parâmetros específicos do sistema biológico. Atualmente a Biomecânica constitui-se numa disciplina curricular presente na quase totalidade dos cursos universitários de formação de bacharéis e licenciados em Educação física e Esporte, Fisioterapia, entre outros cursos. Sua consolidação foi acompanhada por uma grande evolução nas técnicas e recursos metodológicos aplicados, e ainda permanece em amplo desenvolvimento. Pretende-se com este artigo, apresentar um breve histórico da biomecânica como área de investigação, descrever seus principais métodos de investigação, sumarizar as principais particularidades da biomecânica no meio líquido e apresentar as atuais tendências e perspectivas futuras para a investigação do movimento humano.

**Palavras-chave:** Cinemetria; Dinamometria; Eletromiografia; Meio Líquido.

#### Abstract

Biomechanics is a science of the biological sciences group that deals with physical-mathematical analysis of biological systems and, as a consequence, of human movements. These movements are analyzed through mechanical laws and regulations regarding specific parameters of the biological system. Currently, Biomechanics is a curricular subject present in almost all university courses for the formation of graduates in Physical Education and Sport, Physiotherapy, among other courses. Its consolidation was accompanied by a great evolution in the techniques and methodological resources applied, and it still remains in wide development. The aim of this article is to present a brief history of biomechanics as an area of investigation, describe its main research methods, summarize the main characteristics of biomechanics in the liquid medium and present current trends and future perspectives for the investigation of human movement.

**Keywords:** Kinemetry; Dynamometry; Electromyography; Liquid Medium.

#### Resumen

La biomecánica es una ciencia del grupo de las ciencias biológicas que se ocupa del análisis físico-matemático de los sistemas biológicos y, como consecuencia, de los movimientos humanos. Estos movimientos se analizan



mediante leyes y regulaciones mecánicas sobre parámetros específicos del sistema biológico. Actualmente, la Biomecánica es una asignatura curricular presente en casi todos los cursos universitarios para la formación de licenciados y graduados en Educación Física y Deporte, Fisioterapia, entre otros cursos. Su consolidación estuvo acompañada de una gran evolución en las técnicas y recursos metodológicos aplicados, y aún permanece en amplio desarrollo. El objetivo de este artículo es presentar una breve historia de la biomecánica como área de investigación, describir sus principales métodos de investigación, resumir las principales características de la biomecánica en el medio líquido y presentar las tendencias actuales y perspectivas de futuro para la investigación del movimiento humano.

**Palabras clave:** Cinemetría; Dinamometría; Electromiografía; Medio Líquido.

## INTRODUÇÃO

Biomecânica é uma disciplina, entre as ciências derivadas das ciências naturais, que se ocupa com análises físicas de sistemas biológicos, conseqüentemente análises físicas de movimentos do corpo humano (AMADIO et al., 1999; BAUMANN, 1992). Estes movimentos são estudados através de leis e padrões mecânicos em função das características específicas do sistema biológico humano, incluindo conhecimentos anatômicos e fisiológicos. Quando dimensionamos a biomecânica no contexto das ciências derivadas, cujo objetivo é estudar o movimento humano, esta contextualização científica apoia-se em dois fatos fundamentais: a) a biomecânica apresenta claramente definido seu objeto de estudo, definindo assim sua estrutura de base do conhecimento; b) seus resultados de investigações são obtidos através do uso de métodos científicos (AMADIO, 1989).

Portanto a Biomecânica é uma ciência do grupo das ciências biológicas que trata de análises físico-matemáticas de sistemas biológicos e, como consequência, de movimentos humanos. Estes movimentos são analisados através de leis e normas mecânicas com relação a parâmetros específicos do sistema biológico. Por motivos teórico-metodológicos, os aspectos mecânicos e biológicos podem ser tratados separadamente na biomecânica, sem que se esqueça que a análise de movimentos ocupa-se de movimentos complexos de organismos biológicos. Tem ainda uma grande importância, no que diz respeito a relação entre a física e a biologia, as transformações e modificações das leis mecânicas pelas condições e influências biológicas. Em situações específicas, quando as interações do corpo humano com um meio líquido são relevantes para análises desejadas um ramo específico da física denominado mecânica dos fluídos também se faz necessário.

Segundo Blaser (1971), a biomecânica é uma extensão das disciplinas físicas em fenômenos de sistemas biológicos com suas particularidades. Em princípio deve-se considerar que a estrutura funcional de um sistema biológico passou por um processo organizacional evolutivo de otimização, que se diferencia sensivelmente do caminho de aperfeiçoamento



técnico do movimento. Em contraposição a um corpo rígido, a estrutura biológica do corpo humano permite a produção de forças através da contração muscular, que transforma o corpo num sistema independente e assim acontece o movimento.

A biomecânica está fortemente ligada a mecânica, que por sua vez é um ramo da física aplicada, que estuda a ação de forças e seus efeitos. Portanto, ao interpretar a biomecânica, devemos também entender o significado associado da mecânica. Neste contexto é que Hatze (1974) distingue Biocinemática, Biodinâmica e Bioestática, ou seja, o autor discute que a utilização do termo biomecânica sofre restrições em função do conceito definido a partir do termo mecânica. A Física – mecânica, ocupa-se portanto, sobretudo com a redução de achados ou descobertas naturais com a sua causa e relação de dependência de efeito e desta forma a determinação de procedimentos estruturados em forma de princípios e leis que permitem o prognóstico de fenômenos com consequentes representações e formulações matemáticas.

Conhecimento científico possibilita o desenvolvimento de métodos para o estudo de fenômenos naturais, indispensáveis para a compreensão dos parâmetros que compõem o universo do movimento humano. Ainda através da ciência, observamos não só a perfeita correlação entre os fenômenos físicos, mas também as relações entre suas causas e efeitos, evidenciando ser possível a alteração e ou modificações na estrutura de movimento, através de bases físico-matemáticas. Temos ainda a acrescentar que em função da preocupação em estudar estruturas e sistemas biológicos, hoje, neste universo das biociências, a biomecânica apresenta-se com um significado e área de atuação ainda mais amplo do que se questionássemos apenas em função da mecânica entre suas bases de estudo, caracterizando-se, portanto, seu domínio de estudos no contexto da Biofísica. Assim interpreta-se a biomecânica como sendo oriunda da Biofísica, ou seja, é o estudo da estrutura e da função dos sistemas biológicos utilizando métodos da mecânica. Glaser (GLASER, 2012), caracteriza a Biofísica no domínio de conhecimentos com o objetivo de estudar os fenômenos físico-biológicos, portanto que envolvem organismos vivos, ou seja, o estudo da biologia valendo-se de métodos e princípios científicos da física.

O movimento pode ser conceituado a partir de um sistema de comportamento físico marcado por normas, regras e convenções, cujo referencial se assenta em respostas anatômicas, fisiológicas e biomecânicas do corpo humano. Em contraposição ao corpo rígido, como definido na mecânica clássica, a estrutura biológica do corpo humano permite a



produção de forças internas por meio da contração muscular, que transforma o corpo em um sistema autônomo e independente e assim acontece o movimento (AMADIO et al., 1999), entendido a partir de simplificações pelo modelo das relações tipo causa-efeito. Deve-se considerar ainda, que a estrutura funcional do sistema biológico humano passou por um processo de desenvolvimento evolutivo e se diferencia sensivelmente do caminho de aperfeiçoamento técnico do movimento.

O atual desenvolvimento da Biomecânica do esporte, no contexto da moderna Ciência do esporte, se expressa pelos novos procedimentos e técnicas de investigação, nas quais podemos reconhecer a tendência crescente de se combinar várias disciplinas científicas na análise do movimento esportivo. Nos últimos anos o progresso das técnicas de medição, armazenamento e processamento de dados contribuem enormemente para a análise do movimento esportivo. É claro que nenhuma disciplina se desenvolve por si mesma, ou seja, a Biomecânica recorre a um complexo de disciplinas científicas, e, particularmente na Biomecânica do esporte pode-se observar uma estreita relação de dependências entre as necessidades e exigências da prática esportiva.

A biomecânica configura-se desta forma como uma disciplina com forte característica multidisciplinar, cuja meta central é a análise dos parâmetros físicos do movimento, em função das características anatômicas e fisiológicas do corpo humano e de restritores ambientais. A análise biomecânica do movimento humano é baseada em seus quatro principais métodos de investigação: a Cinemetria, a Dinamometria, a Eletromiografia e a Antropometria (AMADIO, 2000). Pretende-se com este artigo, portanto, apresentar um breve histórico da biomecânica como área de investigação, descrever seus principais métodos de investigação, sumarizar as principais particularidades da biomecânica no meio líquido e apresentar as atuais tendências e perspectivas futuras para a investigação do movimento humano.

## HISTÓRICO DA BIOMECÂNICA NO BRASIL

A preocupação com a análise física do movimento humano é antiga. Obras clássicas de pensadores como Aristóteles evidenciam que o interesse do homem em analisar o movimento, a partir de preceitos físicos, é muito antigo. Interesse esse que se aprofundou durante os séculos seguintes, como demonstram os estudos clássicos de *Borelli* (século XVI) e *Marey* (século XIX), e que continua em curso até os dias atuais. Entretanto, apesar de o estudo



do movimento ser antigo, a consolidação da Biomecânica como uma ciência e, posteriormente, como uma disciplina acadêmica, é recente (AMADIO; SERRÃO, 2011).

Quanto aos aspectos históricos do desenvolvimento da biomecânica, gostaríamos apenas de registrar um fato que marcou o início da atuação e coordenação internacional da Biomecânica do esporte, que começou, segundo Hochmuth (1974), com um Encontro Internacional relativo a perguntas fundamentais do papel da biomecânica para movimentos esportivos, em 1960, na cidade de Leipzig - Alemanha Oriental, e através da UNESCO que deu suporte e estrutura para o primeiro Seminário Internacional de Biomecânica, em 1969, na cidade de Zuerich - Suíça.

Portanto, a evolução continuou e a ótica pela qual os estudos se desenvolviam se viu ampliada. Isto ficou marcado, principalmente, pela inclusão dos princípios e leis físico-matemáticos nos métodos de investigação. Assim, ao que tudo indica foi Borelli, com a publicação de seu tratado "*De Motu Animalium*" (BORELLI, 1685), que deu os primeiros passos na direção das ampliações conceituais e instrumentais que nos remetem à biomecânica atual muito embora sofra críticas pelo trabalho que desenvolveu acerca da contração muscular, Borelli é considerado o pai da moderna biomecânica do aparelho locomotor.

No que diz respeito à Biomecânica do esporte há registros indicando que antes mesmo do início do século XX estudos com preocupações extremamente semelhantes a determinados setores da Biomecânica do esporte atual, como é o caso do estudo sobre tênis publicado pela *Transactions of the Royal Society* no ano de 1893, já vinham sendo realizados e publicados, em acordo com (BATISTA; AMADIO, 2005).

Outro fato importante, ainda segundo os supra referidos Autores, marca a história da biomecânica no cenário da Educação física brasileira, e que também poderia ter sido um marco no cenário mundial se ocorrido em outro contexto, deu-se em 1963, quando o engenheiro naval *Ary Biolchini* proferiu uma conferência intitulada "*A Natação vista por um Engenheiro*", no curso de extensão universitária em Cinesiologia da Natação, da Escola de Educação Física da Universidade do Brasil (hoje Universidade Federal do Rio de Janeiro -UFRJ). Em uma ação precursora, no contexto da Biomecânica do esporte, o engenheiro *Biolchini* apresentou hipóteses acerca da mecânica natatória, as quais só seriam abordadas em congresso, para o público mundial, em 1970 pelo pesquisador norte americano *James Counsilman*. Os trabalhos apresentados por este autor fazem parte do que poderia ser denominado pedra fundamental no estudo da biomecânica da natação.



Registro digno de nota neste contexto foi a publicação do livro “*Natação*” (Editora Melhoramentos, Rio de Janeiro), escrito pela Professora MARIA LENK em 1942 onde apresenta um capítulo, “*Ciência e Natação*” e refere-se à descrição analítica dos movimentos a fim de esclarecer as dúvidas de cuja solução depende o êxito do nadador. Aborda tópicos descritos como Cinesiológicos e Físicos. Descreve a Autora que na análise do nado o que mais de perto interessou-a foi a apresentação do *Butterfly* pois, ela própria, em função dos conhecimentos desenvolvidos, aplicou na sua prática de treinamento como atleta, os ensinamentos de forma muito diferente daquela que os campeões americanos para o nado peito apregoavam. Declara ainda Maria Lenk que a eficiência já provada é evidenciada neste livro de forma teórica e constitui-se como o primeiro livro escrito em idioma português sobre biomecânica da natação (LENK, 1942). Importante registrar que Maria Emma Hulda Lenk Ziegler (1915-2007) foi Professora Catedrática da Universidade do Brasil, como atleta foi campeã e recordista mundial de 200 e 400m., condecorada pelo Comitê Olímpico Internacional com a Ordem Olímpica e licenciada em Educação Física pela Universidade de São Paulo, em 1935.

A história da biomecânica no Brasil, começou a ser escrita há poucos anos. Esta trajetória foi fortemente influenciada pelo apoio que algumas instituições de ensino superior brasileiras receberam do governo alemão, ou seja, em acordo com os registros disponíveis, a efetiva introdução da Biomecânica nos cursos de Graduação e Pós-graduação em Educação física no Brasil teve impulso na época em que se estava concretizando o acordo cultural de cooperação entre o Brasil e a República Federal da Alemanha, iniciado por volta dos anos de 1960. Um dos marcos históricos desta relação deu-se em 1965, ano em que foi concretizado o convênio cultural de cooperação entre o Brasil e a República Federal da Alemanha para a introdução da biomecânica nos cursos de Educação física no Brasil (DIEM; LÖCKEN; HUMMEL, 1983). Como uma das ações previstas nesse convênio, no ano de 1976, o Prof. Dr. Hartmut Riehle ministrou cursos na Escola de Educação Física da Universidade de São Paulo e na Universidade Federal de Santa Maria, com o intuito de fomentar o desenvolvimento da área, e estabelecer as bases para o curso de formação de especialistas em biomecânica. A partir do impulso oferecido pelo convênio cultural Brasil & Alemanha, observou-se um expressivo aumento no número de pesquisadores dedicados ao estudo acadêmico das questões biomecânicas.

Ainda conforme o programa do acordo de cooperação Brasil & Alemanha, em 1979, o Prof. Dr. Wolfgang Baumann (*Institut für Biomechanik da Deutsche Sporthochschule*



Köln – República Federal da Alemanha) esteve no Brasil com o propósito de visitar as seguintes universidades: Universidade de São Paulo, Universidade Federal de Santa Maria, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Universidade Federal do Rio de Janeiro e Universidade Estadual do Rio de Janeiro. Estas visitas tinham como objetivos diagnosticar a situação daquelas Universidades, estimar a possibilidade das mesmas desenvolverem projetos em biomecânica e também fornecer orientação especializada a fim de serem construídos ou ampliados os laboratórios dos departamentos que pudessem desenvolver esse trabalho. Estabeleceu-se a perspectiva para que esse trabalho trouxesse reflexos tanto para a formação de professores quanto nas atividades de pesquisa daqueles centros selecionados (DIEM; LÖCKEN; HUMMEL, 1983).

Tal condição levou a biomecânica a se expandir para além do espaço disciplinar da Educação física e do Esporte, gerando importantes relações multidisciplinares. Como evidência dessa expansão deve-se citar a estruturação dos primeiros encontros científicos brasileiros destinados à discussão da biomecânica, merece destaque, por se tratar do primeiro evento acadêmico da biomecânica brasileira, a realização do "*I Encontro Nacional de Docentes de Cinesiologia e Biomecânica*", em 1988 organizado pela Escola Superior de Educação Física da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Neste encontro participou, como conferencista convidado do exterior, Prof. Dr. Wolfgang Baumann do *Institut für Biomechanik – Deutsche Sporthochschule Köln*, Alemanha (AMADIO; SERRÃO, 2011).

Desde 1980 a biomecânica vinha passando por um expressivo crescimento e expansão do campo de aplicação, no mundo todo e, também no Brasil. Durante algum tempo percebeu-se uma implementação lenta, porém desde que se iniciou no Brasil, no ano de 1988, a referida reunião de estudiosos e interessados em trocar experiências, a taxa de crescimento aumentou expressivamente. Uma das consequências deste crescimento tem sido a ampliação da biomecânica para além do espaço da Educação física e Esporte. Em sua terceira edição, o encontro ocorreu em Ouro Preto - MG, no ano de 1991, promovido pela Universidade Federal de Ouro Preto, quando o encontro passou a ser denominado "*Congresso Nacional de Biomecânica*". Foi durante a quarta edição deste evento, realizada em São Paulo – SP, promovido pela Escola de Educação Física e Esporte da Universidade de São Paulo, em dezembro de 1992, é que foi fundada, em Assembleia Geral, a Sociedade Brasileira de Biomecânica – SBB. A partir do quinto encontro, realizado em Campinas – SP, promovido pela Faculdade de Educação Física da Universidade Estadual de Campinas, no ano de 1993, o



Congresso Nacional de Biomecânica passou a ser denominado “*Congresso Brasileiro de Biomecânica*” – CBB. Desde então o CBB é realizado bienalmente, sob a tutela e responsabilidade da SBB. A SBB foi criada com o objetivo de abrigar aqueles que demonstrassem interesse pela área, constituindo um quadro de afiliações por meio de seus associados e assumiu oficialmente a função de representante oficial da comunidade que atua nesse campo, respondendo pelo desenvolvimento da Biomecânica no Brasil.

A SBB constitui-se portanto numa sociedade civil de direito privado, sem fins lucrativos, que tem por objetivo reunir os profissionais da Biomecânica e ciências afins no território brasileiro, com as seguintes finalidades: promover e apoiar o aperfeiçoamento técnico e científico desses profissionais; estimular a criação de centros de pós-graduação através da colaboração com universidades e instituições de pesquisa; manter vinculação com entidades do país e do exterior, agindo como representante oficial da biomecânica brasileira; zelar pelos aspectos éticos do exercício da biomecânica; e organizar a realização do CBB e de outros eventos científicos, promovendo a divulgação de conhecimentos sobre a área (Sociedade Brasileira de Biomecânica, 2011). Criou-se mais tarde, a Revista Brasileira de Biomecânica - *Brazilian Journal of Biomechanics* (RBB-BJB) como sendo o órgão oficial representativo da SBB com a incumbência de promoção e divulgação científica da Biomecânica. Antes do seu lançamento, em novembro de 2000, os anais do CBB representavam o único meio de divulgação científica destinada exclusivamente à biomecânica existente no Brasil. Desde o seu lançamento, a RBB-BJB atua como o órgão de divulgação e promoção científica oficial da Biomecânica. Esta iniciativa teve o propósito de dotar a comunidade de um veículo de referência aos serviços, laboratórios e grupos de pesquisa (AMADIO; SERRÃO, 2012).

Desta maneira vimos a Biomecânica constituir-se numa disciplina curricular presente na quase totalidade dos cursos universitários de formação de bacharéis e licenciados em Educação física e Esporte, Fisioterapia, entre outros cursos. Vários laboratórios e núcleos de estudo estão se consolidando, assim como nos cursos de pós-graduação *lato-sensu* e *stricto-sensu*, observa-se a disciplina Biomecânica ocupar lugar de destaque. Assim percebemos que cada vez mais os profissionais de Educação física e Esporte têm-se atentado à importância dos conhecimentos que a Biomecânica oferece para a capacitação acadêmica e científica dos interessados (AMADIO et al., 1999).

## **DESCRIÇÃO METODOLÓGICA DOS TESTES E MEDIDAS EM CINEMETRIA**



Dentre os métodos de investigação biomecânica, a cinemetria consiste no registro de imagens e reconstrução do movimento com auxílio de pontos específicos, baseados em modelos antropométricos, que estimam a localização dos pontos de interesse dos sujeitos avaliados. As imagens são registradas por câmeras e auxílio de software e hardware específicos. As coordenadas bi ou tridimensionais de cada ponto corporal para cada quadro, dentro do espectro da frequência de captura, são determinadas através desses marcadores utilizando algoritmos específicos.

A partir das trajetórias avaliadas ao longo do tempo, indicadores cinemáticos de importância estrutural para a avaliação do rendimento esportivo podem ser determinados, à saber: variações lineares e angulares de posição, velocidades lineares e angulares, velocidade do centro de gravidade, dos segmentos e das articulações, determinação das variações da aceleração do movimento, tempo de reação e tempo de movimento, entre outras (AMADIO; SERRÃO, 2011).

A aplicação de modelos do corpo humano nos dados cinemáticos obtidos permite a determinação de importantes propriedades do corpo analisado, como por exemplo a aplicação dos modelos de *Hatze e Zatsiorsky* (DE LEVA, 1996; HATZE, 1980), para a determinação das massas e propriedades inercias de cada segmento e de *Hanavan* (HANAVAN JÚNIOR, 1964) para a determinação da localização do centro de gravidade do corpo todo. Portanto as variáveis antropométricas atuam como auxiliares para a determinação de variáveis cinemáticas do corpo.

Para aplicações em cinemetria recomenda-se procedimentos e sistemas que utilizam câmeras digitais, com frequência do registro da imagem de acordo com a frequência natural do movimento a ser analisado e resolução espacial compatível com a acurácia mínima aceitável para a interpretação do movimento. Recomenda-se ainda que a propagação do erro de medida esteja abaixo de 5% (AMADIO; SERRÃO, 2007).

Para a calibração das câmeras e, posterior reconstrução das coordenadas de pontos de interesse, recomenda-se a utilização do método DLT (*Direct Linear Transformation*) (ABDEL-AZIZ; KARARA, 2015), por tratar-se de procedimento padronizado, amplamente utilizado pela comunidade científica e de fácil aplicação. Com a popularização das câmeras com lentes do tipo "olhos de peixe", modelos de calibração com maior controle de distorções radiais foram desenvolvidos, os modelos de *Zhang e Heikkila* (HEIKKILA; SILVEN, 1975; ZHANG, 1999) são exemplos amplamente utilizados e de fácil aplicação.



Os sistemas mais utilizados atualmente são sistemas ótico-eletrônicos que funcionam com utilização de marcadores ativos ou passivos e muitas vezes permitem a reconstrução em tempo real dos marcadores que são processados em alta frequência e resolução. Outros sistemas da determinação de variáveis cinemáticas são goniômetros, velocímetros, acelerômetros e centrais inercias. As centrais inerciais, também chamadas de IMU (*Inertial Measurements Units*) são compostas normalmente por um acelerômetro, um girometro e um magnetometro, e fornecem dados de variação da posição e orientação com 6 graus de liberdade. Com a utilização de procedimentos dinâmicos de calibração, as variáveis cinemáticas obtidas pelas IMUs podem ser relacionadas aos segmentos corporais onde estas são fixadas (AHMAD et al., 2013; AMINIAN; NAJAFI, 2004). A vantagem da aplicação desses métodos em relação ao registro da imagem é a disponibilidade quase simultânea e direta dos resultados de medição além de uma menor limitação espacial do ambiente de coletas. Estes métodos também podem ser aplicados durante o treinamento técnico possibilitando feedback instantâneo, auxiliando na aprendizagem e aperfeiçoamento da técnica de movimento (AMADIO; SERRÃO, 2011).

## **DESCRIÇÃO METODOLÓGICA DOS TESTES E MEDIDAS EM DINAMOMETRIA**

Dinamometria é o método utilizado para a avaliação da força na biomecânica. A definição do conceito de força, sob o aspecto físico, somente pode ser interpretada a partir do efeito de sua ação, e assim, podemos interpretar seus efeitos estático e dinâmico. A dinamometria engloba todos os tipos de medidas de força e pressão. As forças mensuráveis são as forças externas, transmitidas entre o corpo e o ambiente. (AMADIO; SERRÃO, 2007).

A descrição de aspectos biomecânicos do movimento humano está ligada às forças que causam o movimento observado, assim como suas repercussões no fenômeno analisado. A investigação da força de reação do solo (FRS) dos movimentos, bem como da distribuição de pressão dinâmica na superfície de contato, trazem importantes informações sobre a forma e características da sobrecarga mecânica sobre o aparelho locomotor humano, e é de fundamental importância para descrição do mesmo, pois ela reflete a somatória dos produtos da aceleração da massa de todos os segmentos do corpo (AMADIO; DUARTE, 1996). De particular interesse são as forças de reação do solo em atividades *quasi-estáticas* ou dinâmicas, pois juntamente com a constante peso corporal, essas forças de reação do solo são,



geralmente, a causa de qualquer alteração do movimento do centro de gravidade do corpo (AMADIO; SERRÃO, 2007).

O instrumento básico em dinamometria é a plataforma de força, que mede fundamentalmente a FRS, seus momentos e o ponto de aplicação desta força. A plataforma de força fornece um sinal elétrico proporcional à força aplicada. Existem vários tipos de sensores para este tipo de medição sobressaindo-se os "*strain gauges*", piezoelétricos, piezoresistivos e capacitivos. Nas medições da FRS com a plataforma de força, são determinados três componentes de força e três componentes momentos atuante, com os quais duas coordenadas do ponto de aplicação da força podem ser determinadas definindo-se assim um sistema tridimensional de coordenadas onde as componentes de força podem ser observadas (AMADIO, 2000).

A FRS é representada em forma de vetores, em função da variável tempo, considerando-se a sua ação tridimensional (componente vertical, antero-posterior e médio-lateral). Assim a plataforma quantifica a variação da FRS durante a fase de contato entre os corpos, quando ocorre a transferência destas forças externas para o corpo determinando alterações nas condições de movimento (AMADIO; SERRÃO, 2007).

Müller (1992) apresenta os principais procedimentos para medição de pressão plantar em biomecânica, baseado em registro da impressão, ópticos, acústicos, pneumáticos, hidráulicos, indutivos, piezoelétricos, capacitivos e resistivos. Ilustrando o quão diversificado é o desenvolvimento tecnológico quanto a sistemas e dispositivos utilizados para medição da distribuição da pressão plantar. O autor também avaliou a precisão de medidas ao utilizar diferentes sistemas de análise da distribuição da pressão plantar, comparado com as medidas da Plataforma de Força. Embora a diferença do valor da medida tenha sido grande ( $\cong 10\%$ ), pode-se verificar, todavia uma concordância principal da forma das curvas para todos os testes.

Células de carga e sensores de torque como os utilizados em aparelhos isocinéticos também compõem os instrumentos que podem ser utilizados para avaliação das forças. Nestes casos a interação da força muscular do avaliado com o aparelho em si, e não com o solo é investigada, permitindo-se assim a obtenção de valores de força localizados ao invés de gerais.

## **DESCRIÇÃO METODOLÓGICA DOS TESTES E MEDIDAS EM ELETROMIOGRAFIA**

Eletromiografia – EMG é o método de registro da atividade elétrica de um músculo, apresentando várias aplicações, por exemplo, o diagnóstico de doenças neuromusculares na



clínica médica; biofeedback na reabilitação muscular; revela as ações musculares nos movimentos; entre outros (AMADIO; DUARTE, 1996). Na EMG de superfície a variação do potencial elétrico muscular, é medida nos eletrodos que são fixados na pele. É importante, portanto selecionar previamente os grupos musculares relevantes para o movimento analisado. Tradicionalmente o potencial de ação muscular é investigado paralelamente aos parâmetros mecânicos obtidos a partir da dinâmica e/ou cinemática, possibilitando uma visão da coordenação da atividade muscular (AMADIO; SERRÃO, 2007).

A EMG é um indicativo indireto que reflete os acontecimentos fisiológicos do músculo, e por isso os resultados são extremamente individualizados, sendo, portanto músculo e sujeito dependente. Por isso, é importante para EMG, que padrões para estes quesitos sejam propostos a fim de proporcionar a comparação mais fidedigna entre estudos semelhantes. A ISEK (*International Society of Electrophysiology and Kinesiology*) estabelece a padronização conceitual e protocolar para avaliações eletromiográficas. O projeto SENIAM (*Surface EMG for a Non-invasive Assesment of Muscle*) tem apresentado recomendações de configuração e posicionamento dos eletrodos (HERMENS et al., 2000).

Após a captação do sinal EMG este precisa ser analisado e interpretado. Existem dois tipos básicos de análises do sinal EMG: análise no domínio do tempo do sinal e análise no domínio da frequência do sinal. A análise no domínio do tempo do sinal permite principalmente a visualização do padrão de ativação muscular durante uma contração, podendo servir como referência para comparações entre diferentes tipos de contrações, exercícios e sobrecargas. A magnitude da ativação EMG também é uma importante variável a ser analisada no domínio do tempo, esta magnitude é estimada pela RMS (*root mean square*) do sinal, devido à elevada relevância do componente dinâmico associado a EMG. Este método permite ainda que relações entre força e atividade elétrica muscular possam ser observadas, apesar de ser uma vertente ainda controversa na literatura científica que aborda o assunto (STAUDENMANN et al., 2010). A análise no domínio da frequência permite identificar o espectro que frequência que compõe o sinal EMG. A principal variável analisada neste contexto é a mediana da frequência – MF que indica a frequência que corresponde à metade da energia do sinal e é utilizada principalmente em estudo visando à determinação da fadiga EMG ou em análises relacionadas à frequência de disparo (CIFREK et al., 2009; WAKELING, 2009). O comportamento esperado é que com o acúmulo da fadiga haveria uma redução no valor da MF.



Quanto ao tratamento dos sinais para as específicas situações de análise e interpretações recomenda-se rotinas e formalismos igualmente estabelecidos pela ISEK (MERLETTI; DI TORINO, 1999). Observa-se ainda haver duas formas principais de influenciar a fidelidade do sinal quando detectamos e registramos os sinais eletromiográficos. A primeira é a relação sinal/ruído, que é a razão entre a energia do sinal gerado pelo músculo e a energia do ruído incorporado ao sinal, definido como o conjunto dos sinais elétricos captados e que não fazem parte do sinal desejado, razão pela qual os procedimentos prévios de preparação da pele e posicionamento dos eletrodos é tão relevante. A segunda é a distorção do sinal devido ao próprio processamento pelo equipamento, significando uma alteração relativa em qualquer componente de frequência do sinal. A literatura aponta para uma faixa de frequências que vai de 0 a 500 Hz, como sendo a faixa de energia utilizável do sinal EMG. Assim, a frequência de aquisição de dados eletromiográficos deve ser superior a 1000 Hz, sendo utilizados filtros passa-alta entre 0 e 20 Hz e passa baixa entre 400 e 500 Hz.

Outro aspecto importante da análise EMG é a normalização dos dados, que visa permitir a comparação de resultados de diferentes músculos, sujeitos e momentos de coleta. A normalização dos dados eletromiográficos pode ser elétrica (pelo próprio sinal EMG) ou mecânica (por variáveis como força e potência), as normalizações elétricas são largamente as mais utilizadas e, portanto as que serão aqui apresentadas. Dois aspectos são relevantes para se determinar o fator pelo qual o sinal deve ser normalizado: a tarefa a servir de referência e o tratamento aplicado aos dados desta. Com relação à tarefa o mais comum é a utilização de contrações isoladas (ou o mais próximo disso possível) dinâmicas ou isométricas, máximas ou submáximas, do músculo a ser normalizado. Outra possibilidade é a utilização de uma tarefa complexa como referência, por exemplo, um salto, ou um ciclo de passada na corrida, onde todos os músculos de interesse sejam solicitados. Dentre estas possibilidades aquela que é mais amplamente aplicada é a contração isométrica voluntária máxima para cada músculo a ser analisado. Após a seleção e registro da atividade EMG na tarefa de referência o sinal deve ser processado para que um valor de referência seja determinado. Usualmente o RMS do sinal é determinado em janelas entre 100 e 1000ms e o maior valor ou o valor médio de todas as janelas é utilizado para esta finalidade (BURDEN, 2010).

## BIOMECÂNICA DO MEIO LÍQUIDO



Quando se analisa a interação entre os constituintes de um sistema biológico ou a interação do sistema biológico com um meio sólido a mecânica clássica, principalmente em sua formulação newtoniana, fornece um modelo físico praticamente completo que descreve com precisão o comportamento dos sistemas estudados pela biomecânica, já que o planeta pode ser considerado um referencial inercial para quase totalidade dos estudos biomecânicos. Esta formulação da mecânica clássica é conhecida desde 1687 com a publicação do *Philosophiae naturalis principia mathematica* por Isaac Newton. A mecânica dos fluidos por sua vez é muito mais recente e complexa. A mecânica dos fluidos moderna passou a ser reconhecida com tal apenas em 1904, com a formulação da camada limite, por *Ludwig Prandtl* (PRANDTL, 1904). Embora já houvesse estudos anterior sobre o comportamento dos fluidos (*Arquimedes, Newton e Bernoulli*, por exemplo), os modelos teóricos desenvolvidos até então nem sempre correspondiam aos resultados experimentais observados.

Um fluido é uma substância que se deforma continuamente quando submetido a uma tensão de cisalhamento de qualquer magnitude. A razão dos fluidos serem facilmente deformáveis está relacionada à sua estrutura molecular. Enquanto nos sólidos existe um pequeno espaçamento entre as moléculas e as forças intermoleculares são intensas, nos fluidos estas forças são fracas e existe um maior espaçamento entre as moléculas. Estas diferenças em nível molecular entre as substâncias também exige que a descrição do comportamento destas seja feito de modo diferenciado. A alta coesão das moléculas em um sólido faz com que o seu comportamento possa ser normalmente descrito em função de seu centro de massa, porém um fluido pode apresentar características diferentes em cada molécula. Como não é possível caracterizar cada molécula de um fluido individualmente, é necessário que se estabeleça uma quantidade de interesse, que é um volume com dimensões pequenas em relação ao sistema analisado e que deve conter uma grande quantidade de moléculas do fluido para que estas possam ser propriamente caracterizadas em função de seu comportamento médio. (MUNSON; YOUNG; OKIISHI, 2004).

Uma das propriedades que caracterizam um fluido é a sua massa específica ( $\rho$ ) que quantifica a massa do fluido por unidade de volume, esta propriedade descreve a inércia do fluido, ou seja, a dificuldade em se alterar seu estado de movimento. Considerando os efeitos da gravidade é possível calcular o peso específico de um fluido ( $\gamma$ ).

Outra propriedade inerente de um fluido é sua pressão ( $p$ ), definida como a força normal por unidade de área exercida numa superfície plana (real ou imaginária) imersa no



fluido. A pressão em um ponto é exercida em todas as direções e no caso da água, sua magnitude depende unicamente da profundidade do ponto em questão ( $z$ ), já que a pressão existente no ponto é o resultado da força peso de toda coluna de água acima do ponto e da pressão atmosférica exercida na superfície livre (logo,  $p = p_{atm} + \gamma z$ ).

Quando um corpo se encontra completamente submerso na água, ele é submetido à força de pressão por todos os lados. Como a magnitude desta força é dependente unicamente da profundidade do ponto de interesse, a pressão exercida pelas moléculas de água dispostas lateralmente ao corpo são anuladas pelas moléculas contralaterais, que possuem pressões de mesma magnitude, porém com orientações opostas. No entanto as moléculas de água dispostas na face superior do corpo sempre possuem uma magnitude de pressão inferior àquelas dispostas na face inferior do corpo, por estarem mais próximas da superfície. Desta forma, este gradiente de pressões ao redor do corpo sempre produz uma resultante vertical orientada para cima, esta força resultante é chamada de empuxo, e seu módulo é proporcional ao peso do fluido deslocado pelo objeto, representado pelo produto do volume do objeto pela massa específica do fluido (ARCHIMEDES, 2009). Como as pressões atuam uniformemente ao redor do corpo, o empuxo resultante é aplicado no centro de volume do corpo, já a força peso do corpo, que possui orientação oposta a da força de empuxo, atua no centro de massa do corpo. No caso do centro de volume e do centro de massa do corpo analisado não serem coincidentes, a resultante das forças peso e de empuxo também produzirá um torque sobre o corpo, proporcional à distância horizontal entre estes dois pontos. Este torque produzirá um movimento de rotação no corpo até que os centros de volume e de massa do corpo estejam verticalmente alinhados (AMADIO; DUARTE, 1996).

Porém, este mecanismo de rotação do corpo só é relevante em condições estáticas, em situações dinâmicas, como na natação, as forças geradas por nadador e pelo escoamento são mais relevantes. A resistência que a água oferece ao deslocamento também possui um componente perpendicular ao deslocamento, esta força é chamada de sustentação, e atua verticalmente e para cima em todo o corpo; as forças propulsivas geradas pelo nadador também possuem componentes verticais, principalmente as geradas pelas pernas; além disso, os próprios movimentos de rotação de braços e pernas também geram momento angular que é transmitido para o corpo. É a somatória destas forças a principal causa o torque de rotação do corpo em uma condição dinâmica (YANAI; WILSON, 2008), em trabalhos experimentais de biomecânica este torque é comumente chamado de torque subaquático, que é definido como



o produto entre a somatória das forças verticais no pé e a distancia entre o pé e o eixo de rotação do corpo, normalmente localizado no tórax, devido à alta fluutuabilidade desta região do corpo causada pelos pulmões (PENDERGAST et al., 1977).

Considerando um escoamento sem influências externas e aplicando a 2ª Lei de Newton às partículas fluídas, o seu deslocamento seria governado pelas forças peso e de pressão. Como a magnitude destas forças depende unicamente da profundidade, a força resultante em cada região do escoamento é constante, desta forma embora a aceleração e velocidade de uma partícula do fluido possam se alterar ao longo do escoamento, toda partícula que, em algum momento, ocupe aquela região do escoamento estará sujeita às mesmas forças. Este regime de escoamento é conhecido como regime permanente. As leis de Newton mostram que uma mudança de direção só é possível através da aplicação de uma força e é proporcional à magnitude desta. Assim conclui-se que toda partícula de fluido que cruza um mesmo ponto no espaço possui a mesma trajetória ao longo escoamento, já que está submetida às mesmas forças. Esta trajetória ao longo do escoamento é chamada de linha de corrente (MEZÊNCIO, 2017).

Daniel Bernoulli demonstrou que em um regime permanente, as propriedades de um escoamento se mantêm constantes dentro de uma linha de corrente para um fluido incompressível. Porém existe outra força que pode afetar as propriedades do escoamento, que é o atrito entre as próprias moléculas do fluido. Assim outro pressuposto assumido para equação de Bernoulli é que os efeitos viscosos do escoamento são negligenciáveis (BERNOULLI; BERNOULLI, 1968).

O efeito do atrito entre as próprias moléculas do fluido é chamado de viscosidade. E é determinado pelo quanto ele se deforma para uma determinada tensão de cisalhamento. Devido às interações entre as moléculas, a tensão aplicada em uma determinada região é transmitida através do escoamento produzindo um gradiente de velocidades em função da distância entre as camadas do escoamento ( $du/dy$ ). A lei da viscosidade de Newton estabelece que este gradiente de velocidade é proporcional à tensão de cisalhamento, esta constante de proporcionalidade é chamada de coeficiente de viscosidade dinâmico ( $\mu$ ) (MUNSON; YOUNG; OKIISHI, 2004).

A viscosidade de um escoamento também quantifica a capacidade do fluido de manter a estabilidade das linhas de corrente. Quando a viscosidade do fluido é suficiente, as linhas de corrente se mantêm estáveis e paralelas umas as outras ao longo de todo o



escoamento, este regime é conhecido como escoamento laminar. Quando a viscosidade do fluido não é suficiente para conter a energia cinética das linhas de correntes, elas podem perturbar umas as outras, causando mudanças bruscas no escoamento, gerando velocidade em sentido perpendicular ou até oposto à direção do escoamento, este regime é conhecido como escoamento turbulento. Neste regime de escoamento as linhas de corrente podem produzir um padrão típico, circular e estável chamado de vórtice (REYNOLDS, 1883; 1895).

Uma aplicação importante dos efeitos viscosos é vista no escoamento ao redor de um corpo submerso. O fluido em contato com uma superfície possui a mesma velocidade que ela, este fenômeno é chamado de condição de não escorregamento, isso faz que sempre haja um gradiente de velocidades no escoamento ao redor de um corpo submerso em um fluido (LAUGA; BRENNER; STONE, 2005). As partículas próximas ao corpo apresentam um gradiente de velocidades indo de zero, quando em contato com este, até a velocidade do escoamento, em uma região distante o suficiente do corpo para não sofrer os efeitos viscosos. Desta forma, este escoamento possui uma região próxima ao corpo submerso onde os efeitos viscosos são importantes, enquanto fora desta região estes efeitos são negligenciáveis, Esta região do escoamento onde as forças viscosas são importantes é chamada de camada limite (ANDERSON, 2005).

A força que atua nos corpos imersos num escoamento é resultado da interação entre o corpo e o fluido que o envolve. Estas forças podem ser normais à superfície do corpo devido ao efeito da pressão ou tangentes a ele devido ao efeito da tensão de cisalhamento causada pelos efeitos viscosos. A componente na direção do escoamento da resultante destas forças em toda a superfície do corpo imerso é o arrasto, e a componente perpendicular à direção do escoamento é a sustentação. Como é praticamente impossível conhecer as distribuições de tensão em um objeto, usualmente são utilizados coeficientes de arrasto e sustentação adimensionais obtidos experimentalmente. Como na água os efeitos inerciais ( $\rho \sim 10^3$ ) são normalmente mais relevantes que os viscosos ( $\mu \sim 10^{-3}$ ) as forças devido à pressão são predominantes em escoamentos sobre corpos imersos. O arrasto devido à tensão de cisalhamento e à pressão também é considerado conjuntamente, produzindo o coeficiente de arrasto total ( $C_d$ ). O coeficiente de arrasto é altamente dependente da forma do objeto e existem valores de coeficiente de arrasto determinados experimentalmente para diversas formas (MUNSON; YOUNG; OKIISHI, 2004).



O arrasto na natação pode ser didaticamente dividido em três tipos, o arrasto friccional, o arrasto de forma e o arrasto de onda. O arrasto friccional possui uma relação linear com a velocidade, e representa o atrito das moléculas do fluido com o corpo que se desloca pelo fluido. Esta forma de arrasto seria influenciada pela área de superfície do corpo e pelo tamanho da camada limite (MAGLISCHO, 1999; VORONTSOV; RUMYANTSEV, 2000).

O arrasto de pressão, ou de forma possui uma relação quadrática com a velocidade, e representa a força gerada pelo diferencial de pressão a montante e a jusante do corpo que se desloca pelo meio fluido (VORONTSOV; RUMYANTSEV, 2000). Este é o tipo de arrasto predominante na natação e por isso o arrasto total é normalmente simplificado como sendo o produto entre um constante de proporcionalidade e o quadrado da velocidade de deslocamento,  $(k.v^2)$  (AMAR, 1920). Na natação o arrasto de forma é influenciado principalmente pela orientação do corpo em relação ao escoamento (mensurado pelo  $C_d$ ) e ao tamanho do nadador (MAGLISCHO, 1999).

O arrasto de onda possui uma relação cúbica com a velocidade, e representa a energia cinética transmitida do corpo para o fluido e é responsável pela formação de ondas a montante (VORONTSOV; RUMYANTSEV, 2000). Na natação o arrasto de onda é influenciado principalmente por movimentos desnecessários do nadador (MAGLISCHO, 1999). Esta forma de arrasto é predominante na superfície e perde importância com o aumento da profundidade (VENNELL; PEASE; WILSON, 2006).

Tanto o arrasto total quanto as subdivisões mencionadas anteriormente podem ser avaliadas de forma passiva e ativa. O arrasto passivo é a força exercida pela água no nadador quando este não está se movendo, dentro de uma prova isso ocorre durante a fase de deslize logo após a virada ou a saída enquanto ele se encontra na posição de *streamline*. O arrasto ativo é a força exercida pela água no nadador enquanto ele se move, ou seja, enquanto ele realiza os movimentos propulsivos do nado (STAGER; TANNER, 2008).

## CONSIDERAÇÕES FINAIS E PERSPECTIVAS METODOLÓGICAS

Consideramos finalmente que o atual estágio de desenvolvimento da Biomecânica é expresso pelos novos procedimentos e técnicas de investigação, nas quais reconhecemos a tendência crescente de se combinar simultaneamente várias disciplinas científicas aplicadas à análise do movimento, o que significa uma abordagem interdisciplinar aplicada ao



relacionamento entre a Biomecânica e o Movimento humano. Assim, destacamos perspectivas metodológicas selecionadas e aplicadas à Biomecânica considerando-se tendências científicas atuais e inovativas na investigação: i) o aperfeiçoamento da técnica de movimento orientado fundamentalmente pela determinação da eficiência de movimento; ii) o aperfeiçoamento do processo de treinamento e reabilitação com base nos mecanismos indicadores da adaptação funcional e ambiental; iii) o aperfeiçoamento do mecanismo de controle de cargas internas interpretado pelo processo de otimização do rendimento; iv) o aperfeiçoamento metodológico na interação homem-máquina considerando-se os avanços da robótica e biotecnologia instrumental; e v) o aperfeiçoamento de modelos físico-matemáticos para simulação e animação gráfica do movimento, considerando-se os formalismos computacionais disponíveis.

Vivemos, na Biomecânica, um grande período analítico como ainda não observado, graças à transferência dos avanços tecnológicos aplicados à análise do movimento. Desta maneira, uma das principais tarefas da Biomecânica na projeção de perspectivas e desafios é sistematizar o conhecimento acumulado por novos conceitos, novos paradigmas, novas metodologias, novas tecnologias e novas áreas de aplicação, em particular aplicados ao Esporte.

Diante do exposto, espera-se que tenhamos tornado claro o escopo e o domínio da biomecânica para estudo do movimento humano. Como uma disciplina jovem seus métodos e protocolos são dinâmicos e estão em constante evolução, um contraste com sua fundamentação teórica, baseadas nas clássicas e bem estabelecidas leis da Física. Uma breve descrição de suas principais metodologias bem como das particularidades associadas à biomecânica do meio líquido foi apresentada, longe de objetivar uma completa descrição destes temas, mas sim permitindo um primeiro contato a partir do qual o entendimento dos experimentos biomecânicos possa ser aprimorado.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABDEL-AZIZ, Youssef; KARARA, Houssam; HAUCK, Michael. Direct linear transformation from comparator coordinates into object space coordinates in close-range photogrammetry. **Photogrammetric engineering & remote sensing**, v. 81, n. 2, p. 103-107, fev., 2015.

AHMAD, Norhafizan e colaboradores. Reviews on various inertial measurement unit (IMU) sensor applications. **International journal of signal processing systems**, v. 1, n. 2, p. 256-262,



2013.

AMADIO, Alberto Carlos e colaboradores. Introdução à biomecânica para análise do movimento humano: descrição e aplicação dos métodos de medição. **Revista brasileira de fisioterapia**, v. 3, n. 2, p. 41-54, 1999.

AMADIO, Alberto Carlos; DUARTE, Marcos. **Fundamentos biomecânicos para a análise do movimento humano**. [s.l.] Laboratório de Biomecânica/Efeusp, 1996.

AMADIO, Alberto Carlos; SERRÃO, Julio Cerca. Considerações sobre a biomecânica brasileira: uma análise da história acadêmico-científica da área. In: TANI, Go e colaboradores (Eds.). **Celebrar a lusofonia: ensaios e estudos em esporte e educação física**. Belo Horizonte, MG: Instituto Casa da Educação Física, 2012.

\_\_\_\_\_. Contextualização da biomecânica para a investigação do movimento: fundamentos, métodos e aplicações para análise da técnica esportiva. **Revista brasileira de educação física e esporte**, v. 21, p. 61-85, 2007.

\_\_\_\_\_. A biomecânica em educação física e esporte. **Revista brasileira de educação física e esporte**, v. 25, n. spe, p. 15-24, dez. 2011.

AMAR, Jules. **The human motor**. London, England: Routledge, 1920.

AMINIAN, Kamiar; NAJAFI, Bijan. Capturing human motion using body-fixed sensors: outdoor measurement and clinical applications. **Computer animation and virtual worlds**, v. 15, n. 2, p. 79-94, 2004.

ANDERSON, John. Ludwig prandtl's boundary layer. **Physics today**, p. 42-48, dec., 2005.

ARCHIMEDES. On floating bodies, book I. In: HEATH, Thomas Little (Ed.). **The works of archimedes**. Cambridge, England: Cambridge University Press, 2009. p. 253-262.

BATISTA, Luiz Alberto; AMADIO, Alberto Carlos. Biomecânica do esporte. In: DACOSTA, Lamartine Pereira (Ed.). **Atlas do esporte no Brasil**. Rio de Janeiro: Shape Editora; Promoções Ltda, 2005.

BAUMANN, Wolfgang. **Perspectives in methodology in biomechanics of sport**. ISBS-Conference Proceedings Archive.1992

BERNOULLI, Daniel; BERNOULLI, Johann. **Hydrodynamics and hydraulics**. New York, USA: Dover Publications, 1968.

BLASER, W. **Dreisprung**. Schweizer turnen. St. Gallen: [s.n.], p. 661-664, 1971.

BORELLI, Giovanni Afonso. **De motu animalium**. [s.l.] Editio altera, 1685.

BURDEN, Adrian. How should we normalize electromyograms obtained from healthy



participants? What we have learned from over 25years of research. **Journal of electromyography and kinesiology**, v. 20, n. 6, p. 1023-1035, 2010.

CIFREK, Mario e colaboradores. Surface EMG based muscle fatigue evaluation in biomechanics. **Clinical biomechanics**, v. 24, n. 4, p. 327-340, 2009.

DE LEVA, Paolo. Adjustments to zatsiorsky-seluyanov's segment inertia parameters. **Journal of biomechanics**, v. 29, n. 9, p. 1223-1230, set., 1996.

DIEM, Liselott; LÖCKEN, Manfred; HUMMEL, Siegfried. **Sportförderung in Brasilien**: bericht über die förderung des sports in der Föderativen Republik Brasilien durch die Bundesrepublik Deutschland 1963 bis 1982. [s.l.] Richarz, 1983.

GLASER, Roland. **Biophysics**: an introduction. [s.l.] Springer Science & Business Media, 2012.

HANAVAN JR, Ernest. **A mathematical model of the human body**. [s.l.: s.n.].

HATZE, Herbert. The meaning of the term 'biomechanics'. **Journal of biomechanics**, v. 7, n. 2, p. 189-190, mar., 1974.

\_\_\_\_\_. A mathematical model for the computational determination of parameter values of anthropomorphic segments. **Journal of biomechanics**, v. 13, n. 10, p. 833-843, 1980.

HEIKKILA, Janne; SILVEN, Olli. A four-step camera calibration procedure with implicit image correction. Proceedings of IEEE Computer Society Conference on Computer Vision and Pattern Recognition. **Anais...** IEEE Comput. Soc, set., 1975. Disponível em: <<https://ieeexplore.ieee.org/document/609468>>. Acesso em 01 jun. 2021.

HERMENS, Hermie e colaboradores. Development of recommendations for SEMG sensors and sensor placement procedures. **Journal of electromyography and kinesiology**, v. 10, n. 5, p. 361-374, 17 out., 2000.

HOCHMUTH, Gerhard. **Biomechanik sportlicher bewegungen**. [s.l.] Sportverlag, 1974. v. 1.

LAUGA, Eric; BRENNER, Michael ; STONE, Howard. Microfluidics: The no-slip boundary condition. **Springer handbook of experimental fluid mechanics**, p. 1219-1240, 2005.

LENK, Maria. **Natação**. Rio de Janeiro: Melhoramentos, 1942.

MAGLISCHO, Ernest. **Nadando ainda mais rápido**. São Paulo: Manole, 1999.

MERLETTI, Roberto. Standards for reporting EMG data. **Journal of electromyography and kinesiology**, v. 9, n. 1, p. 3-4, 1999.

MEZÊNCIO, Bruno. **Avaliação da ação de pernas na natação baseada no número de Strouhal**. [s.l.] Universidade de São Paulo, 2017.



MUNSON, Bruce; YOUNG, Donald; OKIISHI, Theodore. **Fundamentos da mecânica dos fluidos**. 4. ed. São Paulo: Edgard Blücher, 2004.

PENDERGAST, David e colaboradores. Quantitative analysis of the front crawl in men and women. **Journal of applied physiology**, v. 43, n. 3, p. 475-479, set., 1977.

PRANDTL, Ludwig. Über Flüssigkeitsbewegung bei sehr kleiner Reibung. Intern. Math. Kongr. Heidelberg, Auch: Gesammelte Abhandlungen. **Anais...Leipzig, Deutschland**: 1904.

REYNOLDS, Osborne. An experimental investigation of the circumstances which determine whether the motion of water shall be direct or sinuous, and of the law of resistance in parallel channels. **Philosophical transactions of the royal society of London**, v. 174, n. 0, p. 935-982, 1883.

\_\_\_\_\_. On the dynamical theory of incompressible viscous fluids and the determination of the criterion. **Philosophical transactions of the royal society of London**, v. 186, p. 123-164, 1895.

STAGER, Joel; TANNER, David. **Natação**. São Paulo: Manole, 2008.

STAUDENMANN, Didier e colaboradores. Methodological aspects of SEMG recordings for force estimation: a tutorial and review. **Journal of electromyography and kinesiology**, v. 20, n. 3, p. 375-387, 2010.

VENNELL, Ross; PEASE, Dave L.; WILSON, Barry. Wave drag on human swimmers. **Journal of biomechanics**, v. 39, p. 664-671, 2006.

VORONTSOV, Andrei; RUMYANTSEV, V. A. Resistive forces in swimming. In: ZATSIORSKY, Vladimir M. (Ed.). **Biomechanics in sport**. Oxford, England: Blackwell Science Ltd, 2000. p. 184-204.

WAKELING, James. Patterns of motor recruitment can be determined using surface EMG. **Journal of electromyography and kinesiology**, v. 19, n. 2, p. 199-207, 2009.

YANAI, Toshimasa; WILSON, Barry. How does buoyancy influence front-crawl performance? Exploring the assumptions. **Sports technology**, v. 1, n. 2-3, p. 89-99, 2008.

ZHANG, Zhengyou. Flexible camera calibration by viewing a plane from unknown orientations. **Proceedings of the Seventh IEEE International Conference on Computer Vision**, v. 1, n. c, p. 0-7, 1999.

#### **Dados do primeiro autor:**

Email: mezencio@usp.br

Endereço: Escola de Educação Física e Esporte da Universidade de São Paulo – EEFÉ-USP. Avenida Professor Mello Moraes, 65, São Paulo, SP, CEP: 05508-030, Brasil.

Recebido em: 01/07/2021

Aprovado em: 14/07/2021

**Como citar este artigo:**

MEZÊNCIO, Bruno; FERREIRA, Jacielle Carolina; AMADIO, Alberto Carlos. Biomecânica do movimento humano. **Corpoconsciência**, v. 25, n. 2, p. 87-109, mai./ ago., 2021.

## **EFEITO RESIDUAL DO MÉTODO FNP SOBRE O DESEMPENHO DE RESISTÊNCIA DE FORÇA NO SUPINO HORIZONTAL**

### **RESIDUAL EFFECT OF THE PNF METHOD ON THE STRENGTH RESISTANCE PERFORMANCE IN BENCH PRESS**

### **EFFECTO RESIDUAL DEL MÉTODO FNP SOBRE EL RENDIMIENTO DE FUERZA RESISTENCIA EN EL PRESS DE BANCA HORIZONTAL**

**Lucas Marotta Rodrigues**

<https://orcid.org/0000-0002-7788-2422> 

<http://lattes.cnpq.br/9264097671910522> 

Universidade Federal de Ouro Preto (Ouro Preto, MG – Brasil)

lucas\_marotta@hotmail.com

**Renato Melo Ferreira**

<https://orcid.org/0000-0003-0944-6730> 

<http://lattes.cnpq.br/4325859064183464> 

Universidade Federal de Ouro Preto (Ouro Preto, MG – Brasil)

renato.mf@hotmail.com

**Bruno Ocelli Ungheri**

<https://orcid.org/0000-0003-4827-5874> 

<http://lattes.cnpq.br/0701435130704078> 

Universidade Federal de Ouro Preto (Ouro Preto, MG – Brasil)

bruno.ungheri@ufop.edu.br

**Everton Rocha Soares**

<https://orcid.org/0000-0002-7765-5828> 

<http://lattes.cnpq.br/3105616681611470> 

Universidade Federal de Ouro Preto (Ouro Preto, MG – Brasil)

everton@ufop.edu.br

#### **Resumo**

O alongamento feito antes de exercícios resistidos pode reduzir a força do músculo alongado. Objetivou-se mensurar o efeito do método Facilitação Neuromuscular Proprioceptiva (FNP) sobre o desempenho de resistência de força no supino horizontal (SH). Avaliou-se o número de repetições máximas (nRM) e a percepção subjetiva do esforço (PSE) no SH, em 18 homens saudáveis (23,7±2,9anos), em três situações: I) SH sem alongamento prévio (controle); II) Alongamento FNP+SH após alongamento (FNP+SH); III) Alongamento FNP+5 minutos de intervalo +SH (FNP+5'+SH). O valor adotado para p foi <0,05. O nRM na situação FNP+SH foi menor do que na controle. Não houve diferenças entre o nRM da situação controle e da FNP+5'+SH, assim como entre FNP+SH e FNP+ 5'+SH. Adicionalmente, não houve diferença na PSE nas situações avaliadas. Conclui-se que o alongamento FNP pode reduzir o desempenho de força por até cinco minutos quando aplicado imediatamente antes do exercício SH.

**Palavras-Chave:** Alongamento; Resistência de Força; Supino Horizontal.

#### **Abstract**

Stretching done before resistance exercises can reduce the strength of stretched muscle. The objective was to measure the effect of the Proprioceptive Neuromuscular Facilitation (PNF) method on the strength resistance performance in bench press (BP). The number of maximum repetitions (nMR) and subjective perception of effort (SPE) in BP were evaluated in 18 healthy men (23.7±2.9years), in three situations: I) BP without previous stretching



(control); II) PNF+BP performed after stretching (PNF+BP); III) PNF +5 minutes of interval +BP (PNF+5'+BP). The value adopted for p was <0.05. The nRM in PNF+BP situation was lower than control. There were no differences between the nRM of control situation and PNF +5'+BP, as well as between PNF+BP and PNF+5'+BP. Additionally, there was no difference in SPE in the situations evaluated. It is concluded that PNF stretching can reduce strength performance for up to five minutes when applied immediately before BP exercise.

**Keywords:** Stretching; Endurance Strength; Bench Press.

### Resumen

El estiramiento realizado antes de los ejercicios de fuerza puede reducir la fuerza del músculo estirado. El objetivo fue medir el efecto del método de Facilitación Neuromuscular Propioceptiva (FNP) sobre el desempeño de fuerza resistencia en el press de banca (PB). Se evaluó el número de repeticiones máximas (nRM) y la percepción subjetiva de esfuerzo (PSE) en 18 hombres sanos ( $23,7 \pm 2,9$  años), en tres situaciones: I) PB sin estiramiento previo (control); II) Estiramiento FNP+PB (FNP+PB); III) Estiramiento FNP+5 minutos +PB (FNP+5'+PB). El valor de p fue <0,05. La nRM en la situación FNP+PB fue menor que en el control. No hubo diferencias entre el nRM de la situación de control y el FNP+5'+PB, así como entre FNP+PB y FNP+5'+PB. Además, no hubo diferencia en PSE. Se concluye que el estiramiento FNP puede reducir el rendimiento de la fuerza hasta por cinco minutos cuando se aplica inmediatamente antes del PB.

**Palabras clave:** Estiramiento; Fuerza Resistencia; Press de Banca Horizontal.

## INTRODUÇÃO

Os programas de treinamento físico comumente incluem exercícios resistidos e de flexibilidade como forma de melhorar a saúde e/ ou o condicionamento físico de seus praticantes (NÚÑEZ et al., 2018, GARBER et al., 2011, AMIRI-KHORASANI; ABU OSMAN; YUSOF, 2011). No entanto, tem sido observado que os métodos de alongamento estático passivo e Facilitação Neuromuscular Propioceptiva (FNP), quando empregados antes dos exercícios resistidos, podem causar efeito deletério na força muscular produzida, quando comparado com o exercício resistido realizado de forma isolada (PAULO et al., 2012; DANTAS et al., 2012; OLIVEIRA; SILVA; ALONSO, 2008).

Ao considerar o alongamento estático passivo realizado previamente a exercícios resistidos, observou-se tanto redução na manifestação da força máxima dos membros inferiores (MAREK et al., 2005; PAULO et al., 2012) como dos membros superiores (PAULO et al., 2012), quanto na resistência de força dos membros inferiores (SÁ et al., 2013; DIAS et al., 2017) como dos membros superiores (DANTAS et al., 2012; PAULO et al., 2012). De forma semelhante, o método FNP quando realizado previamente a exercícios resistidos também promoveu redução da força máxima dos membros inferiores (MAREK et al., 2005) e membros superiores (GOMES et al., 2005) e na resistência de força dos membros inferiores (GOMES et al., 2005) e dos membros superiores (FRANCO et al., 2008).

Estudos foram conduzidos com a finalidade de investigar o efeito residual deletério do alongamento estático passivo sobre a produção de força muscular. Souza, Paz e Miranda e colaboradores (2013) ao realizarem estudo com 14 voluntários treinados em treinamento de



força, verificaram o efeito de diferentes intervalos de recuperação entre o alongamento estático passivo e o desempenho de repetições máximas em exercício para membros inferiores e superiores. Foi observado que o efeito residual deletério do alongamento estático passivo na resistência de força havia sido abolido após pelo menos cinco minutos da realização do respectivo alongamento. Adicionalmente, Dias e colaboradores (2017), ao investigarem em 22 homens treinados (em treinamento de força) o efeito de 15 e 30 minutos de intervalo de recuperação, entre o alongamento estático passivo e o desempenho de repetições máximas em três séries dos exercícios cadeira extensora, cadeira flexora e adução de quadril, observaram que o efeito residual deletério do alongamento sobre a resistência de força já não ocorria após 15 minutos de recuperação.

No entanto, pouco se sabe sobre o efeito residual do método FNP na resistência de força muscular, apontando possíveis lacunas na literatura. Desta forma, o objetivo deste estudo foi mensurar o efeito do método FNP sobre o desempenho de resistência de força muscular no exercício supino horizontal (SH).

## **MATERIAIS E MÉTODOS**

Este estudo é do tipo transversal com ensaio experimental randomizado e cruzado. Participaram do estudo 18 indivíduos do sexo masculino, com idade de  $23,7 \pm 2,9$  anos, com  $69,7 \pm 8,4$  kg de massa corporal,  $172,5 \pm 6,9$  cm de estatura e  $8,1 \pm 2,4$  % de gordura corporal. Os critérios para inclusão na amostra foram: a) ter idade entre 18 a 30 anos; b) não ter resposta positiva em nenhuma alternativa do PAR-Q (THOMPSON et al., 2013); c) não ter se exercitado 24 horas antes dos testes; d) não apresentar nenhum problema osteomioarticular que possa ser agravado pelo exercício SH; e) não estar fazendo uso de nenhum suplemento ou substância que possa alterar os resultados da pesquisa, como cafeína, álcool, suplementos alimentares contendo creatina ou outra substância que exerça influência sobre a força muscular; f) e ser praticante de treinamento de força há pelo menos seis meses, com uma frequência mínima de três vezes por semana. Este estudo foi aprovado pelo comitê de ética em pesquisa da Universidade Federal de Ouro Preto sob o parecer de número 1.626.880.

As coletas deste estudo ocorreram no Laboratório de Musculação da Escola de Educação Física da Universidade Federal de Ouro Preto (EEFUFOP). A rotina estabelecida para



coleta ocorreu em sete dias. Todas as sete visitas ocorreram de forma não consecutiva, com intervalo de 24 a 48 horas entre elas, sendo:

**Visita 1** – Mensuração da estatura e massa corporal; Mensuração da composição corporal [a densidade corporal foi estimada a partir do método de três dobras cutâneas (JACKSON; POLLOCK, 1978), utilizando-se de adipômetro científico (Cescorf<sup>®</sup>, Porto Alegre). O valor de densidade corporal obtido foi convertido em percentual de gordura pela equação de Siri (1961)]; Aplicação do PAR-Q (THOMPSON et al., 2013); Padronização da execução do exercício SH, quanto ao posicionamento do corpo no aparelho, das mãos na barra, da amplitude a ser realizada (completa) e do ritmo de movimento (dois segundos para a fase excêntrica e 2 segundos para a fase concêntrica (2:2) (controlado por metrônomo digital Korg<sup>®</sup> São Paulo).

**Visita 2** – Realização do teste de predição de uma repetição máxima (1-RM) (BAECHLE; GROVES, 1992), para o exercício SH [realizado no banco Righetto<sup>®</sup> (modelo FS3060, Campinas), com uma barra de 1,80 metro, pesando 12kg e diferentes anilhas; este material foi o mesmo utilizado nas demais visitas].

**Visitas 3 e 4** – Realização do teste de 1-RM (KRAEMER; FRY, 1995) para o exercício SH (Visita 4 foi a reprodutibilidade do teste de 1-RM), não houve controle do ritmo de execução dos voluntários para os testes de 1-RM.

**Visitas 5, 6 e 7** – Voluntários foram divididos de forma randomizada em três situações: A) Exercício SH sem alongamento prévio (situação controle); B) Alongamento FNP + Exercício SH imediatamente após o alongamento (FNP+SH); C) Alongamento FNP + 5 minutos de intervalo + Exercício SH (FNP+5'+SH). O intervalo foi controlado com um cronometro digital (Gonew<sup>®</sup>, São Paulo). O ritmo de execução do SH foi 2:2, controlado por metrônomo digital (Korg<sup>®</sup>, São Paulo). A percepção subjetiva de esforço (PSE) foi coletada imediatamente após o exercício SH, por meio da escala de OMNI-RES (ROBERTSON et al., 2003).

Para maior confiabilidade dos resultados, antes do início deste estudo, foi realizado estudo piloto de duas semanas, com cinco voluntários que atendiam os critérios de inclusão. Os voluntários do estudo piloto não fizeram parte da amostra do presente estudo. Cumpre ressaltar que este procedimento, além de otimizar a aplicação dos protocolos pelos pesquisadores envolvidos, promove o alinhamento do todo o escopo de trabalho, evitando-se correções de rota após o início da coleta de dados a ser mobilizada para análise.



A operacionalização da coleta de dados nas visitas 5, 6 e 7 ocorreu da seguinte maneira:

I. Para realização do exercício SH, o voluntário deitava-se em decúbito dorsal no banco (Righetto®, modelo FS3060, Campinas), com os pés apoiados no chão e joelhos em 90°. A execução do movimento (repetição) era iniciada com as mãos em pronação, os ombros em adução horizontal e cotovelos estendidos (a distância entre as mãos foi padronizada de acordo com a habitualidade de cada voluntário). Em seguida o voluntário realizava a fase excêntrica (abdução horizontal completa dos ombros, até que a barra tocasse no peito, na altura do processo xifoide). A execução era completa quando o voluntário retornava a barra até a posição inicial (final da fase concêntrica).

II. Para a situação controle (A), inicialmente era realizado um aquecimento específico de seis a 10 repetições, com carga equivalente a 40% de 1-RM; após três minutos de intervalo, realizava-se mais seis a 10 repetições com carga equivalente a 50% de 1-RM; e após cinco minutos de intervalo realizava-se uma única série com o máximo de repetições possíveis no exercício SH com carga equivalente a 80% de 1-RM.

III. Na situação FNP+SH (B), tal como na situação A, os voluntários realizaram aquecimento com 40 e 50% de 1-RM; após cinco minutos de intervalo aplicou-se o método FNP, seguido imediatamente da realização do máximo de repetições possíveis no SH, com carga equivalente a 80% de 1-RM.

IV) Para a situação FNP+5'+SH (C), tal como ocorrido nas situações A e B, foram realizados os aquecimentos com 40 e 50% de 1-RM; aplicou-se o método FNP, aguardou-se cinco minutos de intervalo, realizando em seguida o máximo de repetições possíveis no SH com carga equivalente a 80% de 1-RM. A realização de dois aquecimentos prévios antes dos testes (A, B e C) foi adotada a fim de reforçar com os voluntários o ritmo de execução ditado pelo metrônomo (2:2).

V) Foi solicitado a cada voluntário, imediatamente após o término da série, de cada situação, que apontasse na escala de OMNI-RES (ROBERTSON et al., 2003) o número que representasse sua PSE. Para avaliar a PSE durante uma seção de treinamento resistido, Robertson e colaboradores (2003) desenvolveram e validaram a escala de OMNI-RES, que conta com imagens ilustrativas e uma numeração crescente as quais facilitam o processo de assimilação do esforço realizado. Tal escala é utilizada em diferentes tipos de treinamento e em grupos heterogêneos, como em idosos (GEARHART et al. 2009), em pacientes com doenças



crônicas (MORISHITA et al. 2013) e atletas (SILVA et al., 2011), o que demonstra real aplicabilidade de tal instrumento.

A figura 1 ilustra o posicionamento dos voluntários para realização do alongamento FNP. O alongamento FNP foi aplicado conforme descrito por McAtee (2002), a partir de três passos: 1º passo = o avaliador mobiliza os membros superiores até o limite de amplitude do voluntário; 2º passo = o voluntário realiza contração isométrica máxima contra as mãos do avaliador, durante oito segundos; 3º passo = o avaliador solicita que o avaliado relaxe a musculatura dos membros superiores e faz um forçamento do movimento além do limite original. Este procedimento foi repetido por 3 vezes consecutivas.

**Figura 1** – Ilustração do posicionamento para realização do alongamento FNP no peitoral maior



**Fonte:** arquivo dos autores

Os dados se apresentam em média  $\pm$  desvio padrão. Para avaliação da distribuição de normalidade dos dados foi utilizado o teste de D'agostino e Pearson. Excetuando a idade dos voluntários, foi observada distribuição de normalidade para todos os parâmetros observados ( $p > 0.05$ ). Para avaliação da reprodutibilidade e correlação entre os testes de 1-RM foi utilizado o teste t pareado. Para comparação entre o número de repetições e PSE no exercício SH, nas diferentes condições, foi utilizado o teste de ANOVA para medidas repetidas. Para avaliar a confiabilidade da estimativa do número de repetições máximas e PSE nas diferentes condições experimentais determinou-se intervalo de confiança médio de 95% (IC



95%). O valor de significância foi de  $p < 0,05$ . As análises foram realizadas pelo Software Graphpad Prism (version 5.00).

## RESULTADOS

A tabela 1 apresenta os valores das cargas máximas encontradas no exercício SH no teste de predição, teste de 1-RM e a reprodutibilidade do teste de 1-RM. Não foi observada diferença significativa entre os três testes de força máxima realizados.

**Tabela 1** – Valores das cargas máximas encontradas no exercício supino horizontal (SH)

n	Predição 1-RM (Kg)	Teste 1-RM (Kg)	Reprodutibilidade (Kg)
18	89,0±13,0	89,2±13,2	89,2±12,4

Valores em média ± desvio padrão. 1-RM = 1 repetição máxima. ANOVA para medidas repetidas.

**Fonte:** construção dos autores

A tabela 2 apresenta o número de repetições máximas executadas no exercício SH, com 80% de 1-RM, na situação controle e naquelas onde foi empregado o método FNP (FNP+SH e FNP+5'+SH). Pode-se observar que o número de repetições máximas foi menor na situação FNP+SH quando comparado à situação controle. No entanto, não foram observadas diferenças entre o número de repetições máximas entre a situação controle e a FNP+5'+SH, assim como entre a situação FNP+SH e a FNP+5'+SH.

**Tabela 2** – Número de repetições máximas (NRM) executadas no exercício supino horizontal (SH)

n= 18	Situação Controle	FNP+SH	FNP+5'+SH
NRM	7,6±1,3	6,9±1,2*	7,2±1,2
IC 95%	6,91 / 8,2	6,4 / 7,5	6,6 / 7,8

Valores em média ± desvio padrão. FNP = Facilitação Neuromuscular Proprioceptiva. 5' = 5 minutos. Situação Controle = SH realizado sem alongamento prévio. FNP+SH= SH realizado imediatamente após aplicação do método FNP. FNP+5'+SH= SH realizado 5 minutos após aplicação do método FNP. IC 95% = Intervalo de confiança médio (Inferior / Superior). \*  $p < 0,05$  em comparação com a situação controle. ANOVA para medidas repetidas seguida do pós-teste de Bonferroni.

**Fonte:** Construção dos autores



A tabela 3 apresenta os valores da PSE (OMNI-RES; Robertson et al., 2003) após execução de cada situação experimental no exercício SH, observa-se que não há diferença significativa quanto à percepção subjetiva do esforço nas diferentes situações avaliadas.

**Tabela 3** – Percepção subjetiva do esforço (PSE) OMNI-RES (ROBERTSON et al., 2003) no exercício supino horizontal (SH)

n= 18	Situação Controle	FNP + SH	FNP + 5' + SH
PSE	7,3±1,0	7,6±1,0	7,3±1,0
IC 95%	6,8 / 7,9	7,0 / 8,1	6,9 / 7,8

Valores em média ± desvio padrão. FNP = Facilitação Neuromuscular Proprioceptiva. 5' = 5 minutos. Situação Controle = SH realizado sem alongamento prévio. FNP+SH= SH realizado imediatamente após aplicação do método FNP. FNP+5'+SH= SH realizado 5 minutos após aplicação do método FNP. IC 95% = Intervalo de confiança médio (Inferior / Superior). Não houve diferença significativa ( $p>0,05$ ). ANOVA para medidas repetidas.

**Fonte:** Construção dos autores

## DISCUSSÃO

No presente estudo, foi mensurado o efeito do alongamento FNP sobre o desempenho de resistência de força no exercício SH em indivíduos do sexo masculino fisicamente ativos. De forma geral, os dados demonstraram que, somente na situação em que o alongamento FNP foi realizado imediatamente antes do exercício SH, observou-se uma redução do desempenho de resistência de força. No entanto, não foi verificada diferença significativa na PSE após a execução do exercício SH nas diferentes situações experimentais.

A redução na capacidade de realizar força muscular após alongamentos está relacionada a dois mecanismos principais. O primeiro mecanismo está relacionado à redução da ativação neural em resposta ao estímulo dado ao órgão tendíneo de Golgi (FOWLES; SALE; MACDOUGALL, 2000). Já o segundo mecanismo refere-se às mudanças nas propriedades mecânicas da unidade músculo-tendínea (HALAR et al., 1978). Neste caso, a tensão do tendão durante o alongamento alteraria sua viscoelasticidade, causando um comportamento de relaxamento de estresse que reduz a rigidez do tendão e afeta a força transmitida pelos músculos (TRAJANO et al., 2013). Em conjunto, esses mecanismos podem justificar o decréscimo no desempenho de resistência de força quando foi aplicado o método FNP imediatamente antes do exercício SH.



Adicionalmente, os resultados apresentados neste estudo corroboram aos de outros autores que identificaram redução no desempenho de força máxima (MAREK et al., 2005; GOMES et al., 2005) e de resistência de força (GOMES et al., 2005; FRANCO et al., 2008; GOMES et al., 2011) em diferentes exercícios resistidos realizados imediatamente após o alongamento FNP. Gomes e colaboradores (2011) observaram que o alongamento FNP foi capaz de reduzir o desempenho de resistência de força no exercício SH, apenas quando este foi realizado com cargas equivalentes à 60 e 80% de 1-RM, não sendo observado este efeito quando a carga utilizada foi de 40% de 1-RM. Esses dados em conjunto sugerem que o efeito deletério do alongamento FNP sobre a resistência de força muscular é dependente da intensidade utilizada no exercício, ocorrendo somente em intensidades submáximas maiores do que 60% de 1-RM. Ainda, é importante considerar o trabalho realizado por Souza e colaboradores (2017) que, ao verificarem o efeito agudo do alongamento estático e o FNP no exercício SH em indivíduos treinados, perceberam que mesmo sem diferença significativa em relação ao número total de repetições e volume total, houve diminuição significativa do número de repetições entre a segunda e terceira séries, ao comparar com a primeira, nas condições apresentadas.

Souza, Paz e Miranda (2013) a fim de investigar o efeito residual do alongamento sobre a força muscular, verificaram o efeito de diferentes intervalos de recuperação entre o alongamento estático passivo e o desempenho de uma série de repetições máximas exercício voador e cadeira extensora. Foi observado que após pelo menos cinco minutos da realização do alongamento estático passivo, o efeito residual deste sobre a resistência de força muscular nos exercícios avaliados foi abolido. Apesar de o presente estudo ter utilizado o alongamento FNP, os resultados apresentam alguma semelhança quanto ao tempo de duração do efeito dos alongamentos estático passivo e FNP (até cinco minutos), sobre o desempenho de resistência de força. No entanto, é importante reforçar que em nosso estudo não foi observada diferença entre o número de repetições máximas que foram realizadas nas situações FNP+SH e a FNP+ 5'+SH. Acreditamos, que a não diferença entre essas situações (FNP+SH e a FNP+ 5'+SH) possa ter ocorrido em função do tempo de intervalo adotado (cinco minutos), uma vez que Dias e colaboradores (2017) observaram que o efeito deletério do alongamento estático passivo sobre a resistência de força de exercícios de membros inferiores foi abolido após 15 minutos. Mais estudos utilizando o método FNP e diferentes intervalos de recuperação entre o alongamento e o exercício são necessários para melhor compreensão desse resultado.



Apesar de os resultados do presente estudo apontarem diferença significativa no desempenho de resistência de força muscular comparando a situação em que se realiza o SH imediatamente após o alongamento FNP e a situação controle, essa diferença não foi observada na PSE, OMNI-RES, (ROBERTSON et al., 2003). Robertson e Noble (1997) definem a PSE como sendo a intensidade subjetiva do esforço ou fadiga que é experimentado durante a prática de atividades aeróbicas ou de força, apresentando íntima relação com a medida de esforço físico. Assim é possível que os valores apontados pelos voluntários recebam alguma influência do nível de experiência que estes têm com esse tipo de instrumento, uma vez que Borg (2000) afirma existir uma parcela de indivíduos que podem apresentar dificuldades em compreender as instruções que lhes são apresentadas antes do teste, como uma dificuldade em relação as habilidades verbais e matemáticas.

Os resultados do presente estudo podem auxiliar no entendimento da influência do alongamento FNP sobre o desempenho de resistência de força muscular, bem como a duração desse efeito deletério sobre a resistência de força muscular. Entretanto, ao pensar em uma implicação prática do estudo, deve-se sempre considerar o perfil do praticante de exercícios resistidos, pensando nos seus objetivos, necessidades e limitações frente a sua periodização de treinamento. De acordo com a pesquisa em tela, o alongamento FNP teve influência deletéria sobre a resistência de força apenas quando realizado imediatamente antes do exercício, sendo significativa a exclusão de sua prática para um atleta de levantamento de peso, por exemplo; diferentemente de um indivíduo que faz seu treinamento voltado para qualidade de vida e melhora das capacidades físicas, entre elas a flexibilidade – recomendando-se, portanto, a prática de exercícios de alongamento.

Algumas limitações ao estudo, são: 1- Fase de familiarização com a escala OMNI-RES (ROBERTSON et al., 2003): Acreditamos que com a mudança na metodologia aplicada, aumentando-se a fase de adaptação, seria possível minimizar uma possível dificuldade de interpretar a escala; 2- Intervalo de recuperação entre o FNP e o exercício resistido – É possível que a adoção de diferentes intervalos de recuperação, sejam eles maiores e menores a cinco minutos, permitam compreender melhor sobre a duração do efeito deletério do FNP sobre a resistência de força; 3 – Por fim, entende-se a necessidade de ampliar esse estudo para populações diferentes (quanto ao sexo, idade, condição física etc.), utilizando-se ainda um número maior de exercícios, séries e diferentes intensidades



## CONCLUSÃO

De acordo com os resultados obtidos, pode-se concluir que o alongamento do tipo FNP pode reduzir o desempenho de força muscular quando aplicado imediatamente antes da prática do exercício SH em adultos jovens. No entanto, este tipo de alongamento parece não afetar a PSE, a partir da Escala de OMINI-RES nas diferentes situações avaliadas.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMIRI-KHORASANI, Mohammadtaghi; OSMAN, Noor A Abu; YUSOF, Ashril. Acute effect of static and dynamic stretching on hip dynamic range of motion during instep kicking in professional soccer players. **The journal of strength and conditioning research**, v. 25, n. 6, p. 1647-1652, jun., 2011.

BAECHLE, Thomas R.; GROVES, Barney R. **Weight training: steps to success**. Champaign: Leisure Press, 1992.

BORG, Gunnar. **Escalas de Borg para a dor e esforço percebido**. São Paulo, SP: Manole, 2000.

DANTAS, Rogerio e colaboradores. Efeito do alongamento estático no desempenho da força. **EFDeportes**, v. 15, n. 166, mar., 2012.

DIAS, Henrique e colaboradores. Number of repetition after different rest intervals between static stretching and resistance training. **Revista andaluza de medicina del deporte**, v. 10, n. 3, p. 132-136, sep., 2017.

FRANCO, Bruno L. e colaboradores. Acute effects of different stretching exercises on muscular endurance. **The journal of strength & conditioning research**, v. 22, n. 6, p. 1832-1837, nov., 2008.

FOWLES, Jonathon R.; SALE, Digby G.; and MACDOUGALL, J. Duncan. Reduced strength after passive stretch of the human plantar flexors. **Journal of applied physiology**, v. 89, n. 3, p. 1179-1188, Sep. 2000.

GARBER, Carol Ewing e colaboradores. American College of Sport Medicine position stand. Quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory, musculoskeletal, and neuromotor fitness in apparently healthy adults: guidance for prescribing exercise. **Medicine & science in sports & exercise**, v. 43, n. 7, p.1334-1359, jul., 2011.

GEARHART, Randall F. e colaboradores. Strength tracking using the OMNI resistance exercise scale in older men and women. **The journal of strength & conditioning research**, v. 23, n. 3, p. 1011-5, may., 2009.



GOMES, Tiago Matassoli e colaboradores. Efeito agudo dos alongamentos estático e FNP sobre o desempenho da força dinâmica máxima. **Revista brasileira de fisiologia do exercício**, v. 4, n. 1, p. 13-21, jan., 2005.

GOMES, Tiago Matassoli e colaboradores. Acute effects of two different stretching methods on local muscular endurance performance. **The journal of strength & conditioning research**, v. 25, n. 3, p. 745-752, mar., 2011.

HALAR, Eugen M. e colaboradores. Gastrocnemius muscle belly and tendon length in stroke patients and able-bodied persons. **Archives of physical medicine and rehabilitation**, v. 59, n. 10, p. 476-484, oct., 1978.

JACKSON, Andrew S.; POLLOCK, Michael L. Generalized equations for predicting body density for men. **British journal of nutrition**, v. 40, n. 3, p. 497-504, nov., 1978.

KRAEMER, William J.; FRY, Andrew C. Strength testing: development and evaluation of methodology. In: MAUD, Peter; FOSTER Carl (Eds.). **Physiological assessment of human fitness**. Champaign: Human Kinetics, 1995.

MAREK, Sarah M. e colaboradores. Acute effects of static and proprioceptive neuromuscular facilitation stretching on muscle strength and power output. **Journal of athletic training**, v. 40, n. 2, p. 94-103, jun., 2005.

MCATEE, Robert E. An overview of facilitated stretching. **Journal of bodywork and movement therapies**, v. 6, n. 1, p. 47-54, jan., 2002.

MORISHITA, Shinichiro e colaboradores. Rating of perceived exertion for quantification of the intensity of resistance exercise. **International journal of physical medicine & rehabilitation**, v. 1, n. 9, p. 172, jan., 2013.

NÚÑEZ, Francisco Javier e colaboradores. The effects of unilateral and bilateral eccentric overload training on hypertrophy, muscle power and COD performance, and its determinants, in team sport players. **PLoS one**, v. 13, n. 3, p. 1-13, mar., 2018.

OLIVEIRA, Debora Perez de; SILVA, Liana Cunha da; ALONSO, Denise de Oliveira. Efeito do alongamento prévio no desempenho em teste de força muscular máxima. **Revista de atenção à saúde**, v. 6, n. 17, p. 54-58, jul./ set., 2008.

PAULO, Anderson Caetano e colaboradores. Efeito agudo dos exercícios de flexibilidade no desempenho de força máxima e resistência de força de membros inferiores e superiores. **Motriz**, v. 18 n. 2, p. 345-355, abr./ jun., 2012.

ROBERTSON, Robert J. e colaboradores. Concurrent validation of the OMNI perceived exertion scale for resistance exercise. **Medicine & science in sports & exercise**, v. 35, n. 2, p. 333-341, feb., 2003.



ROBERTSON, Robert J.; NOBLE, BJ. Perception of physical exertion: methods, mediators, and applications. **Exercise and sport sciences reviews**, v. 25, p. 407-52, jan., 1997.

SÁ, Marcos André e colaboradores. Efeito agudo do alongamento estático e facilitação neuromuscular proprioceptiva sobre o desempenho do número de repetições máximas em uma sessão de treino de força. **Motricidade**, v. 9, n. 4, p. 73-81, dez., 2013.

SILVA, Michael Santos e colaboradores. Análise do efeito de diferentes intensidades e intervalos de recuperação na percepção subjetiva de atletas. **Motricidade**, v. 7, n. 1, p. 3-12, jun., 2011.

SIRI, William E. Body composition from fluid spaces and density: analyses of methods. In: BROZEK Josef; HENSCHLA, Austin (Eds.). **Techniques for measuring body composition**. National academy of science: Washington, 1961.

SOUZA, Jhenyffer; PAZ, Gabriel; MIRANDA, Humberto. Influência de diferentes intervalos de recuperação entre o alongamento estático passivo e desempenho de força muscular. **Revista brasileira de atividade física e saúde**, v. 18, n. 1, p. 86-94, mai., 2013.

SOUZA, Daniel Vieira Braña Côrtes de e colaboradores. Efeito agudo de diferentes métodos de alongamento sobre o desempenho de força em séries sucessivas. **Journal of physical education**, v. 28, n. 1, e2832, oct., 2017.

THOMPSON, Paul D. e colaboradores. ACSM's new preparticipation health screening recommendations from ACSM's guidelines for exercise testing and prescription. **Current sports medicine reports**, v. 12, n. 4, p. 215-217, jul./ ago., 2013.

TRAJANO, Gabriel S. e colaboradores. Contribution of central vs. peripheral factors to the force loss induced by passive stretch of the human plantar flexors. **Journal applied physiology**, v. 115, n. 2, p. 212-218, jul., 2013.

#### **Dados do primeiro autor:**

Email: lucas\_marotta@hotmail.com

Endereço: Rua Doutor Cravo, 68, Tavares, Ouro Preto, MG, CEP: 35400-000, Brasil

Recebido em: 22/04/2021

Aprovado em: 26/05/2021

#### **Como citar este artigo:**

RODRIGUES, Lucas Marotta e colaboradores. Efeito residual do método FNP sobre o desempenho de resistência de força no supino horizontal. **Corpoconsciência**, v. 25, n. 2, p. 110-122, mai./ ago., 2021.

## A ESTIMATIVA DA CONTRIBUIÇÃO DE PERNAS NO NADO DE CRAWL

### ESTIMATED CONTRIBUTION OF LEGS IN THE CRAWL SWIMMING

### CONTRIBUCIÓN ESTIMADA DE LAS PIERNAS EN EL CROL

**Raísa Valvassori**

<https://orcid.org/0000-0003-2925-8163> 

<http://lattes.cnpq.br/1977050518227147> 

Universidade de São Paulo (São Paulo, SP – Brasil)  
raisavalvassori@gmail.com

**Rudolf Huebner**

<https://orcid.org/0000-0003-2613-304X> 

<http://lattes.cnpq.br/9514309218273598> 

Universidade Federal de Minas Gerais (Belo Horizonte, MG – Brasil)  
rudolf@ufmg.br

**João Paulo Vilas-Boas**

<https://orcid.org/0000-0002-4109-2939> 

Universidade do Porto (Porto, PT – Portugal)  
jpvb@fade.up.pt

**Alberto Carlos Amadio**

<https://orcid.org/0000-0002-2527-2163> 

<http://lattes.cnpq.br/0634221030546752> 

Universidade de São Paulo (São Paulo, SP – Brasil)  
acamadio@usp.br

**Júlio Cerca Serrão**

<https://orcid.org/0000-0002-3646-3387> 

<http://lattes.cnpq.br/9124685212860479> 

Universidade de São Paulo (São Paulo, SP – Brasil)  
jcserrao@usp.br

**Bruno Mezêncio**

<https://orcid.org/0000-0001-6293-5571> 

<http://lattes.cnpq.br/9793275013451101> 

Universidade de São Paulo (São Paulo, SP – Brasil)  
mezencio@usp.br

#### Resumo

O objetivo do estudo foi avaliar a contribuição relativa de membros inferiores no nado crawl utilizando o método de perturbação da velocidade (VPM) em atletas de diferentes níveis de habilidade. Participaram do estudo 106 nadadores, os quais foram divididos igualmente em dois grupos de acordo com o nível de habilidade (competitivo e recreativo). Os nadadores realizaram 8 tiros máximos de 15 metros nadando crawl em 4 diferentes condições com o mínimo de 2'30" de intervalo entre os tiros (nado completo; completo com paraquedas; apenas pernada e; pernada com paraquedas). Todos os tiros foram filmados com uma câmera subaquática (GoPro Hero4 Black), e os parâmetros de interesse registrados foram: velocidade média do nadador; o arrasto ativo e potência de nado em cada uma das condições. Para comparação estatística da contribuição relativa de membros inferiores entre os



grupos foi realizado um teste T. O nível de significância adotado foi de  $p < 0.05$ . O resultado principal mostrou na comparação entre grupos que a contribuição relativa de membros inferiores, foram significativamente maiores para o grupo recreativo,  $33,9 \pm 23,1\%$  vs.  $22,5 \pm 10,3\%$  ( $p = 0.02$ ). Por fim, o VPM se mostrou uma técnica de fácil execução capaz de avaliar a contribuição relativa de membros inferiores no nado crawl, tornando esta informação acessível para treinadores.

**Palavras-chave:** Método de Perturbação de Velocidade (VPM); Nado Crawl; Propulsão de Pernas.

#### Abstract

The aim of the study was to evaluate the relative contribution of lower limbs in the crawl swim using the velocity disturbance method (VPM) in athletes of different skill levels. 106 swimmers participated in the study, they were equally divided into two groups according to their skill level (competitive and recreational). The swimmers performed 8 maximum sprints of 15 meters by swimming crawl in 4 different conditions with a minimum of 2'30" between sprints (full swim; complete with parachute; only kick and; kick with parachute). All sprints were filmed with an underwater camera (GoPro Hero4 Black), and the parameters of interest recorded were: average swimmer speed, active drag and swimming power in each of the conditions. For statistical comparison of the relative contribution of lower limbs between groups a test-T was performed. The significance level adopted was  $p < 0.05$ . The main result showed in the comparison between groups that the relative contribution of lower limbs, were significantly higher for the recreational group,  $33.9 \pm 23.1\%$  vs.  $22.5 \pm 10.3\%$  ( $p = 0.02$ ). Finally, the VPM proved to be an easy to perform technique capable of assessing the relative contribution of lower limbs in the crawl swim, making this information accessible to coaches.

**Keywords:** Velocity Disturbance Method (VPM); Crawl Swim; Leg Propulsion.

#### Resumen

El objetivo del estudio fue evaluar la contribución relativa de los miembros inferiores en el nado de arrastre utilizando el método de alteración de la velocidad (VPM) en atletas de diferentes niveles de habilidad. 106 nadadores participaron en el estudio, se dividieron igualmente en dos grupos según su nivel de habilidad (competitivo y recreativo). Los nadadores realizaron 8 sprints máximos de 15 metros mediante crol de nado en 4 condiciones diferentes con un mínimo de 2'30 "entre sprints (nado completo; completo con paracaídas; solo patada y; patada con paracaídas). Todos los sprints fueron filmados con un cámara (GoPro Hero4 Black), y los parámetros de interés registrados fueron: velocidad media del nadador, resistencia activa y potencia de nado en cada una de las condiciones. Para la comparación estadística de la contribución relativa de las extremidades inferiores entre grupos, se realizó un test-T. El nivel de significancia adoptado fue  $p < 0.05$ . El principal resultado mostró en la comparación entre grupos que la contribución relativa de miembros inferiores, fue significativamente mayor para el grupo recreativo,  $33.9 \pm 23.1\%$  vs.  $22.5 \pm 10.3\%$  ( $p = 0.02$ ). , el VPM demostró ser una técnica fácil de realizar capaz de evaluar la contribución relativa de las extremidades inferiores en el crol, haciendo que esta información sea accesible a los entrenadores.

**Palabras clave:** Método de Perturbación de la Velocidad (VPM); Nado Crol; Propulsión de la Pierna.

## INTRODUÇÃO

A determinação da contribuição relativa de membros superiores e inferiores no nado crawl é um tema de interesse na literatura científica. Uma das técnicas utilizadas para esta análise é a comparação da velocidade de nado (BUCHER, 1974; KARPOVICH, 1935). Bucher (1974) instruiu os nadadores a realizar tiros máximos em nado completo, utilizando apenas ação de braços e utilizando apenas ações de pernas. Foi verificado que nadadores iniciante e profissionais apresentam em média a mesma proporção de contribuição relativa entre braços (~90% da velocidade desenvolvida em nado completo) e pernas (~60% da velocidade desenvolvida em nado completo). No entanto comparando dois nadadores de elite da amostra que apresentaram desempenho semelhante no nado completo foi observada uma grande



diferença entre a utilização das ações de braços e pernas. Ambos tiveram um tempo de 8,7 s no tiro de 15 m crawl nado completo, porém no tiro de apenas pernas os resultados foram 12,1 e 12,8 s, enquanto para ação de braços os tempos foram de 10,2 e 9,3 s (BUCHER, 1974).

Este método apresenta a óbvia limitação de que a soma das contribuições relativas extrapola os 100%, isso é esperado pela variação das condições de escoamento e pela relação não linear entre arrasto e velocidade. Karpovich (1935) foi o primeiro a identificar esta distorção e sugeriu que a proporção entre as velocidades deveria seguir aquela de um triângulo retângulo (Equação 1), esta proporção foi estabelecida baseando-se na relação quadrática entre arrasto e velocidade.

$$V_{\text{completo}}^2 = V_{\text{perna}}^2 + V_{\text{braço}}^2 \quad \text{Eq. (1)}$$

Considerando que as velocidades obtidas nos testes se relacionam à força aplicada como  $F = 0,65V^{2,05}$ , a contribuição relativa das pernas foi estimada entre 23 e 30% da força total produzida (KARPOVICH, 1935). Esta equação foi determinada de forma subjetiva pelo autor, baseando-se na conhecida relação quadrática entre arrasto e velocidade no meio fluido (AMAR, 1920), porém com uma correção dos coeficientes por considerar que seus nadadores eram grandes, sendo esta uma limitação desta abordagem. Também foi verificado neste estudo que a contribuição de pernas era maior em indivíduos de melhor desempenho.

Uma técnica experimental utilizada para avaliar contribuição relativa de membros inferiores é a técnica de rebocamento. Nesta técnica, os nadadores eram rebocados em velocidades constantes realizando uma ação máxima de pernas. Os testes eram realizados em velocidades progressivas e foi observado que a partir da velocidade de 1.5 m/s o cabo se mantinha estendido durante o teste, indicando que a partir desta velocidade os membros inferiores não mais poderiam contribuir para a velocidade de nado. Valores menores de até 1.2 m/s foram observados para nadadores menos habilidosos (COUNSILMAN, 1971).

Outra técnica experimental utilizada para este objetivo foi a utilização do MAD system (sistema de mensuração do arrasto ativo). O sistema consiste em uma série de anteparos, onde o nadador deve realizar as braçadas apoiando a mão nestes anteparos e não pode realizar ações de pernas (HOLLANDER et al., 1986). Como apenas a força propulsiva de membros superiores é registrada no MAD system, este método foi utilizado para determinar a potência adicional fornecida pela ação de membros inferiores. Para isto inicialmente foi



determinada a função que caracterizava o arrasto de cada voluntário em função da velocidade e calculada a potência máximo utilizando apenas os braços. Posteriormente eles nadaram em máxima velocidade utilizando o MAD, mas com ação de pernas. A velocidade foi registrada, o arrasto foi estimado pela função obtida previamente e a diferença na potência entre as situações (~11%) foi atribuída à ação de pernas. No entanto como o MAD system melhora a eficiência da ação de braços devido aos anteparos utilizados, acredita-se que esta contribuição possa ser ainda maior (HOLLANDER et al., 1988).

Porém estas técnicas experimentais são de difícil aplicação, enquanto os métodos baseados apenas na velocidade têm limitações severas devido à relação não linear entre propulsão e velocidade. No entanto, existe um método experimental mais simples para determinação do arrasto ativo, e conseqüentemente da potência de nado, que permite uma fácil avaliação da contribuição relativa dos membros no nado, o método de perturbação da velocidade, conhecido como VPM (KOLMOGOROV; DUPLISHCHEVA, 1992).

Este método utiliza a adição de um corpo hidrodinâmico de arrasto conhecido para avaliação do arrasto. Neste método o nadador deve executar dois tiros máximos, sendo um deles rebocando o corpo hidrodinâmico e o outro em nado livre. A velocidade média é mensurada em ambos os testes e são assumidos dois pressupostos teóricos para possibilitar a estimativa do arrasto ativo: i) o nadador produz a mesma potência durante os dois testes e; ii) a relação entre velocidade e arrasto é quadrática (KOLMOGOROV; DUPLISHCHEVA, 1992).

Utilizando esta técnica seria possível identificar com facilidade a contribuição relativa de membros em nadadores, o que pode ser uma valiosa informação de controle e/ou planejamento para treinadores. Desta forma, o objetivo do estudo foi avaliar a contribuição relativa de membros inferiores no nado crawl utilizando o VPM em atletas de diferentes níveis de habilidade.

## MÉTODOS

A amostra foi composta por 106 nadadores (Idade:  $22,6 \pm 9,2$  anos; Altura:  $1,68 \pm 0,09$  m; Massa corporal:  $66,36 \pm 13,03$  Kg), sendo 48 mulheres e 58 homens. Destes 53 praticavam natação de forma não competitiva, denominado grupo recreativo, e 53 treinavam ou treinaram natação com finalidade competitiva, tendo disputado o campeonato brasileiro nos últimos 12 meses (Desempenho:  $78,7 \pm 5,84\%$  do recorde mundial dos 50m nado livre),



denominado grupo competitivo. Todos os procedimentos da pesquisa foram aprovados pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade (Processo 26478013.0.0000.5391).

Inicialmente os participantes responderam a uma anamnese a respeito de sua experiência pregressa em natação. Na sequência os participantes realizavam o aquecimento e a familiarização com os equipamentos. A coleta de dados consistiu em 8 tiros máximos de 15 metros nadando crawl em 4 diferentes condições: nado completo; completo com paraquedas; apenas pernada e; pernada com paraquedas. Nos testes onde os voluntários utilizaram apenas a pernada de crawl, eles deveriam manter os braços estendidos em prolongamento à cabeça. Todos os tiros foram filmados com uma câmera subaquática para análise e cálculo dos parâmetros de interesse: a velocidade média do nadador; o arrasto ativo e a potência de nado em cada condição.

Os testes foram realizados na piscina da Escola de Educação Física e Esporte da Universidade de São Paulo e nas piscinas dos clubes que participaram da pesquisa. A água sempre foi mantida entre 25 e 28°C. Os testes foram realizados na segunda raia da piscina e os voluntários foram orientados a nadar sobre a marcação da raia no fundo da piscina. A corda da raia 1 foi removida para os testes com o objetivo de melhorar a visualização dos movimentos dos nadadores, a corda da raia 2 foi mantida na piscina.

Antes da realização dos oito tiros, foi solicitado aos participantes que realizassem um aquecimento livre, de forma que eles se sentissem aptos a realizar os esforços máximos que os testes requeriam. Não foi adotado um tempo padrão de aquecimento devido às grandes variações de condicionamento físico esperadas na amostra. O tempo utilizado pelos participantes variou entre 10 e 25 minutos, sendo que os praticantes de natação competitiva foram aqueles que executaram um aquecimento de maior duração.

Após o aquecimento os indivíduos realizavam uma familiarização com paraquedas. Os voluntários deveriam nadar pelo menos um trajeto de 15 m com o paraquedas, porém o voluntário poderia realizar quantas tentativas de familiarização quisesse. Foram utilizadas entre uma e quatro tentativas pelos voluntários do estudo, sendo que 70,1% dos voluntários relataram já ter experiência prévia com a utilização de paraquedas.

Aproximadamente três minutos após a realização da familiarização, tinha início a coleta de dados. Os oito tiros de 15 metros em nado crawl eram realizados em máximo esforço com no mínimo 2'30" de intervalo entre eles.



Os voluntários foram instruídos a iniciar o teste com um impulso na parede, porém, eles já deveriam iniciar o teste na superfície da água e realizando o gesto específico daquele teste, desta forma, não foi permitida nenhuma fase submersa ou a utilização de ondulação na saída. Os voluntários também foram instruídos a não respirar durante o teste. Os dois tiros de cada condição sempre foram realizados seguidos, mas a ordem de execução das condições foi realizada de maneira aleatória.

Para avaliação cinemática do nado foi utilizada uma câmera GoPro Hero4 Black (sensor de 1/2,3" - 6,17 x 4,55 mm). A configuração de filmagem adotada foi 1080p wide (1920 x 1080, 16:9), com 119.88 fps. A opção de ajuste automático da luminosidade foi desabilitada. A câmera foi fixada a um tubo de PVC oco (110 mm de diâmetro) para permitir conexão wireless entre a câmera e um aparelho celular, desta forma os comandos para a câmera eram enviados pelo aparelho utilizando o aplicativo da própria câmera. Esta conexão também permitia a visualização on-line dos dados da câmera. Um operador iniciava a gravação por intermédio do celular 3 segundos antes do sinal de partida para os voluntários e terminava a gravação após o voluntário tocar a marca dos 15 metros. A câmera foi posicionada a uma profundidade de 35 cm, distante 9,5 m da borda da piscina. Os testes foram realizados na segunda raia da piscina a uma distância de 3,5 metros da câmera, este posicionamento permitia um campo de visão de 6 m, do 7º ao 13º m da piscina. A velocidade média de cada tentativa foi calculada a partir do tempo gasto para o nadador cruzar a zona de análise, sendo considerada a cabeça do nadador o ponto de referência a cruzar os limites da zona de análise.

O arrasto ativo foi calculado pelo VPM (KOLMOGOROV; DUPLISHCHEVA, 1992) utilizando a equação 2. Sendo  $F_b$  a força de arrasto produzida pelo paraquedas,  $v_2$  a velocidade média do teste com paraquedas e  $v_1$  a velocidade média do nado livre.

$$D = \frac{F_b v_2 v_1^2}{v_1^3 - v_2^3} \quad \text{Eq. (2)}$$

O paraquedas utilizado possui área de superfície de 0.0144 m<sup>2</sup> e a função do arrasto do paraquedas em relação à velocidade foi estimada previamente através de um modelo de regressão polinomial de terceira ordem aplicado nos dados de velocidade e força obtidos em um experimento de rebocamento do paraquedas a diferentes velocidades com uma célula de carga (Interface WMC - 450N) fixada ao conector do paraquedas. Este modelo



de regressão apresentou uma soma dos quadrados dos erros (SSE) de 5.41 e  $r^2$  de 0,99. A força média e a velocidade média de cada teste foram registradas e foram utilizadas para determinar o arrasto adicional. A partir dos resultados de arrasto de nado completo e apenas com ação de pernas também foram calculadas as potências de nado nas duas condições e a contribuição relativa de potência de nado com apenas membros inferiores em relação ao nado completo.

A normalidade dos dados foi verificada pelo teste de Kolmogorov-Smirnov e a igualdade de variância pelo teste de Levene.

Para comparação da velocidade, do arrasto ativo e da potência de nado entre as condições de nado completo ou apenas membros inferiores entre os dois grupos de desempenho, foi utilizada uma ANOVA fatorial com dois fatores e medidas repetidas sendo o primeiro fator a comparação principal (completo x membros inferiores) e o segundo fator o desempenho. Quando necessário foi utilizado o teste *post-hoc* de Student-Newman-Keuls (SNK). Para comparação da contribuição relativa de membros inferiores entre os grupos foi realizado um teste T. O nível de significância adotado foi de  $p < 0.05$  e as análises foram feitas no software SigmaStat 3.5 (Systat).

## RESULTADOS

A tabela 1 apresenta os resultados das comparações de velocidade, arrasto ativo e potência de nado entre os grupos competitivo e recreativo e entre as condições de nado completo e apenas com ações de membros inferiores.

**Tabela 1** – Resultados das comparações entre condições e grupos

	Competitivo		Recreativo		p		
	Completo	MMII	Completo	MMII	Grupo	Cond.	Int.
<b>Vel (m/s)</b>	1.74 ± 0.14 <sup>A,B</sup>	1.07 ± 0.16 <sup>B</sup>	1.27 ± 0.25 <sup>A</sup>	0.77 ± 0.17	<0.01	<0.01	<0.01
<b>A (N)</b>	47.82 ± 25.20 <sup>A,B</sup>	15.11 ± 5.37	39.24 ± 23.09 <sup>A</sup>	19.21 ± 13.16	<0.01	<0.01	<0.01
<b>Pot (W)</b>	84.90 ± 48.30 <sup>A,B</sup>	16.34 ± 6.80	51.31 ± 33.61 <sup>A</sup>	14.13 ± 7.98	<0.01	<0.01	<0.01

**Vel** – Velocidade; **A** – Arrasto; **Pot** – Potência; **Int** – Interação; **Cond** – Condição. <sup>A</sup> Significativamente maior que a outra condição para o mesmo grupo; <sup>B</sup> Significativamente maior que o outro grupo para a mesma condição.

**Fonte:** construção da autora



Na comparação entre os grupos para a contribuição relativa de membros inferiores, foram encontrados significativamente maiores para o grupo recreativo ( $p=0.02$ ), sendo a contribuição relativa para este grupo de  $33,9 \pm 23,1$  %, enquanto o grupo nacional apresentou uma contribuição relativa de membros inferiores de  $22,5 \pm 10,3$  %.

## DISCUSSÃO

Como esperado os valores de todas as variáveis analisadas foi maior nas condições de nado completo do que nas condições de nado com membros inferiores apenas. Também era esperada a diferença entre os grupos competitivo e recreativo para ambas as condições, no entanto houve uma interação significativa entre estes fatores indicando que o acréscimo de velocidade pela inclusão das ações de membros superiores foi mais relevante para o grupo nacional. Este resultado pode ser devido a maior habilidade dos nadadores mais treinados em coordenar às ações de braços e pernas e se aproveitar da melhor maneira possível da interação entre elas (MEZÊNCIO et al., 2020).

Para os valores de arrasto não houve diferença entre os grupos para a condição de propulsão utilizando membros inferiores apenas. O arrasto na natação é normalmente modelado com uma função quadrática da velocidade (AMAR, 1920), desta forma, considerando a menor diferença de velocidade entre os grupos para esta condição, bem como o menor valor de velocidade quando comparada com a condição completa, este resultado era matematicamente esperado (KOLMOGOROV; DUPLISHCHEVA, 1992). Embora não tenha havido significância estatística, é interessante notar que o arrasto do grupo recreativo é ligeiramente superior ao grupo nacional. Este resultado seria esperado em teoria, pois, devido à menor habilidade deste grupo, eles poderiam apresentar uma maior dificuldade em vencer o torque subaquático, o que aumentaria a área de secção transversa exposta ao escoamento e conseqüentemente o arrasto ativo (ZAMPARO et al., 1996). Contudo, como o resultado não foi significativo é impossível afirmar que houve qualquer efeito determinístico como causa destes resultados.

Para potência também não houve diferença entre os grupos para a condição de nado com membros inferiores apenas. A potência é o produto entre o arrasto e a velocidade e, portanto, seu resultado é diretamente dependente destes. Por conseguinte, a ausência de



diferença entre o arrasto para os grupos foi mais relevante nesta relação do que a diferença observada pela velocidade, e isso pode ser devido às mesmas observações mencionadas para o arrasto.

A contribuição relativa de membros inferiores para ambos os grupos mostrou valores condizentes com aqueles reportados na literatura (BUCHER, 1974; HOLLANDER et al., 1988; KARPOVICH, 1935). O grupo recreativo apresentou uma contribuição relativa de membros inferiores maior que o grupo nacional, e isto pode ter sido causado por dois fatores. Primeiramente, como mencionado anteriormente, nadadores mais habilidosos são capazes de sincronizar suas ações de pernas e braços de forma a produzir maior eficiência das ações propulsivas, o que conseqüentemente, reduziria a participação de membros inferiores apenas na potência total produzida (MEZÊNCIO et al., 2020). Além disso, a pernada não possui apenas finalidade propulsiva no nado crawl, mas também tem grande importância na estabilidade do corpo durante o nado (NAKASHIMA, 2007; YANAI, 2001; ZAMPARO et al., 1996), desta forma a maior contribuição de membros inferiores para o grupo de menor desempenho pode ser relacionada a uma maior necessidade de estabilização devido a uma técnica menos eficiente.

A principal limitação do estudo é a própria limitação do VPM. Os pressupostos do VPM são violados, o que prejudica a precisão dos dados, de toda forma esta violação não afeta a validade do método, ou seja, o fenômeno avaliado pelo VPM é realmente o arrasto ativo dos nadadores. Apesar desta limitação o VPM ainda é um dos principais métodos de medição do arrasto ativo devido à sua especificidade, é o método que avalia o arrasto em condições mais próximas das condições reais de nado (TOUSSAINT; ROOS; KOLMOGOROV, 2004). Além da maior especificidade a simplicidade de aplicação do método também favorece sua utilização na prática.

## CONCLUSÃO

Os valores de contribuição relativa de membros inferiores avaliados pelo VPM foram condizentes com os previamente reportados na literatura e as variáveis analisadas apresentaram um comportamento entre os testes condizentes com aquele esperado para as características biomecânicas da tarefa. Desta forma o VPM se mostrou uma técnica de fácil execução capaz de avaliar a contribuição relativa de membros inferiores no nado crawl, tornando esta informação acessível para treinadores.



## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMAR, Jules. **The human motor**. London, England: Routledge, 1920.

BUCHER, Walter. Influence of the leg kick and the arm stroke on the total speed during the crawl stroke. International symposium on biomechanics in swimming, 2. **Anais...** Brussels, BE: University Park Press, 1974.

COUNSILMAN, James. **La natacion: ciencia y tecnica**. Barcelona, España: Editorial Hispano Europea, 1971.

FINA. **Fina Facilities Rules, 2016**. Disponível em: <<http://www.fina.org/sites/default/files/rules-print-pdf/8458.pdf>> Acesso em: 23 de mai. de 2021.

HOLLANDER, Peter e colaboradores. Measurement of active drag during crawl arm stroke swimming. **Journal of sports sciences**, v. 4, n. 1, p. 21-30, mar., 1986.

HOLLANDER, Peter; DE GROOT, Gert; VAN INGEN SCHENAU, Gerrit Jan. Contribution of the legs to propulsion in front crawl swimming. **Swimming science**, v. 18, p. 39-43, 1988.

KARPOVICH, Peter. Analysis of the Propelling Force in the Crawl Stroke. **Research quarterly**, v. 6, n. 2, p. 49-58, 1935.

KOLMOGOROV, Sergei; DUPLISHCHEVA, O. Active drag, useful mechanical power output and hydrodynamic force coefficient in different swimming strokes at maximal velocity. **Journal of biomechanics**, v. 25, n. 3, p. 311-318, 1992.

MEZÊNCIO, Bruno e colaboradores. Overall indexes of coordination in front crawl swimming. **Journal of sports sciences**, v. 38, n. 8, p. 910-917, 2020.

NAKASHIMA, Motomu. Mechanical study of standard six beat front crawl swimming by using swimming human simulation model. **Journal of fluid science and technology**, v. 2, n. 1, p. 290-301, 2007.

YANAI, Toshimasa. Rotational effect of buoyancy in front crawl: does it really cause the legs to sink? **Journal of biomechanics**, v. 34, n. 2, p. 235-243, 2001.

ZAMPARO, Paola e colaboradores. Effect of the underwater torque on the energy cost, drag and efficiency of front crawl swimming. **European journal of applied physiology and occupational physiology**, v. 73, n. 3-4, p. 195-201, 1996.

### Dados da autora:

Email: raisavalvassori@gmail.com



Endereço: Escola de Educação Física e Esporte – Universidade de São Paulo (EEFE – USP), Avenida Professor Mello Moraes, 65, Vila Universitária, São Paulo, SP, CEP: 05508-030, Brasil.

Recebido em: 24/05/2021

Aprovado em: 02/06/2021

**Como citar este artigo:**

VALVASSORI, Raísa e colaboradores. A estimativa da contribuição de pernas no nado de crawl. **Corpoconsciência**, v. 25, n. 2, p. 123-133, mai./ ago., 2021.

**MÉTODO TRADICIONAL VS. SÉRIE PAREADA AGONISTA-  
ANTAGONISTA PARA MEMBROS INFERIORES: HÁ DIFERENÇAS NO  
VOLUME TOTAL E REPETIÇÕES MÁXIMAS?**

**TRADITIONAL VS. PAIRED SERIES AGONIST-ANTAGONIST METHOD  
FOR LOWER LIMBS: ARE THERE DIFFERENCES IN TOTAL VOLUME  
AND MAXIMUM REPETITIONS?**

**MÉTODO TRADICIONAL FRENTE A MÉTODO SERIE EMPAREJADA  
AGONISTA-ANTAGONISTA PARA MIEMBROS INFERIORES: ¿EXISTEN  
DIFERENCIAS EN EL VOLUMEN TOTAL Y LAS REPETICIONES  
MÁXIMAS?**

**William Peneda Tozei**

<http://orcid.org/0000-0001-8056-9472> 

<http://lattes.cnpq.br/2370032734069442> 

Universidade Federal de Ouro Preto (Ouro Preto, MG – Brasil)

wtozei@gmail.com

**Milton Amaral Pereira**

<http://orcid.org/0000-0002-0776-7111> 

<http://lattes.cnpq.br/9483370495151245> 

Universidade Federal de Ouro Preto (Ouro Preto, MG – Brasil)

milton92.ap@gmail.com

**Tayná Karine Sousa Pinto**

<https://orcid.org/0000-0003-0909-3103> 

<http://lattes.cnpq.br/4447034616836512> 

Universidade Federal de Ouro Preto (Ouro Preto, MG – Brasil)

taynapinto@hotmail.com

**Renato Melo Ferreira**

<http://orcid.org/0000-0003-0944-6730> 

<http://lattes.cnpq.br/4325859064183464> 

Universidade Federal de Ouro Preto (Ouro Preto, MG – Brasil)

renato.mf@hotmail.com

**Everton Rocha Soares**

<https://orcid.org/0000-0002-7765-5828> 

<http://lattes.cnpq.br/3105616681611470> 

Universidade Federal de Ouro Preto (Ouro Preto, MG – Brasil)

everton@ufop.edu.br

**Resumo**

Objetivou-se comparar o volume total e número repetições máximas (nRM) que pode ser realizado nos exercícios Cadeira Extensora (EXT) e Cadeira Flexora (FLEX), variando ordem de execução, nos métodos tradicional (TRAD) e série pareada agonista-antagonista (SPAA). Avaliou-se ( $p < 0,05$ ) volume total e nRM de doze homens saudáveis ( $22,8 \pm 2,7$  anos), em quatro protocolos: TRAD1 (4 séries EXT + 4 séries FLEX); TRAD2 (4 séries FLEX + 4 séries EXT);



SPAA1 (4 séries EXT e FLEX) e; SPAA2 (4 séries FLEX e EXT). O volume total do protocolo SPAA2 foi maior do que no TRAD1 e TRAD2. Foi observado maior nRM no FLEX em comparação com EXT em todos os protocolos utilizados. Conclui-se que dependendo do método adotado e ordem dos exercícios maior volume total pode ser realizado. Adicionalmente, o nRM que pode ser executado em um determinado exercício resistido parece ser influenciado pelo grupamento muscular utilizado.

**Palavras-chave:** Métodos de Treinamento Resistido; Volume Total; Número de Repetições Máximas; Ordem dos Exercícios.

#### Abstract

The objective was to compare the total volume and number of maximum repetitions (nMR) that can be performed in Leg Extensions (EXT) and Leg Flexion (FLEX), varying order of execution in traditional (TRAD) and agonist-antagonist paired set (AAPS) methods. Total volume and nMR of twelve men ( $22.8 \pm 2.7$  years) were evaluated ( $p < 0.05$ ) in four protocols: TRAD1 (4 sets EXT + 4 sets FLEX); TRAD2 (4 sets FLEX + 4 sets EXT); AAPS1 (4 sets EXT and FLEX) and; AAPS2 (4 sets FLEX and EXT). The total volume of the AAPS2 was greater than TRAD1 and TRAD2. Higher nMR was observed in FLEX compared to EXT in all protocols. It was concluded that depending on the method chosen and order of exercises, a greater total volume can be performed. Additionally, the nMR that can be performed in each resistance exercise seems to be influenced by the muscle group.

**Keywords:** Resistance Training Methods; Total Volume; Maximum Number of Repetitions; Order of Exercises.

#### Resumen

El objetivo fue comparar el volumen total y número de repeticiones máximas (nRM) en Extensión de piernas (EXT) y flexión de piernas (FLEX), variando el orden de ejecución, en lo método tradicional (TRAD) y serie emparejada agonista-antagonista (SEAA). El volumen total ( $p < 0,05$ ) y el nRM de doce hombres ( $22,8 \pm 2,7$  años) fue evaluado en cuatro protocolos: TRAD1 (4 series EXT + 4 series FLEX); TRAD2 (4 series FLEX + 4 series EXT); SEAA1 (4 series EXT y FLEX); SEAA2 (4 series FLEX y EXT). El volumen total del protocolo SEAA2 fue mayor que TRAD1 y TRAD2. Se observó uno nRM más altas en FLEX en comparación con EXT en todos los protocolos. Se concluye que dependiendo del método adoptado y el orden de los ejercicios se puede realizar un mayor volumen total. Además, la nRM que se puede realizar en un ejercicio de fuerza parece estar influenciada por el grupo muscular utilizado.

**Palabras clave:** Métodos de Entrenamiento de Resistencia; Volumen Total; Número de Repeticiones Máximas; Orden de Ejercicios.

## INTRODUÇÃO

Tem sido preconizado que a intensidade do treinamento resistido (TR) tem íntima relação com o nível de adaptação hipertrófica muscular (SCHOENFELD, 2010). De forma geral, a utilização de intensidades entre 67% e 85% de uma repetição máxima (1-RM) e 6 a 12-RM no TR têm se mostrado eficientes para indução de hipertrofia muscular (ACSM, 2009; SCHOENFELD, 2010). Evidências também mostram que quando os exercícios resistidos são realizados até a fadiga voluntária, a utilização de cargas entre 30-60% de 1-RM resulta em hipertrofia muscular semelhante à obtida com cargas maiores do que 60% de 1-RM (SCHOENFELD et al., 2015).

Apesar do número de repetições máximas (nRM) estar associado a intensidade do TR (SCHOENFELD, 2010), este recebe influência também do nível de treinamento individual (RICHENS; CLEATHER, 2014), tipo de exercício, tamanho do grupamento muscular (GROSICKI; MILLER; MARSH, 2014), ordem de execução dos exercícios (SIMÃO et al., 2005; BALSAMO et al., 2013) e do método de TR escolhido (CARREGARO et al., 2013; WEAKLEY et al., 2017).



Diferentes métodos de TR têm sido desenvolvidos com o objetivo de otimizar a hipertrofia muscular (GENTIL et al., 2006; CEOLA; TUMELERO, 2008). Estes métodos consistem nas manipulações de variáveis estruturais como volume, intensidade, intervalo entre as séries, ordem dos exercícios, objetivando induzir diferentes estímulos de tensão mecânica, dano muscular e/ ou estresse metabólico (KRAEMER; RATAMESS, 2004; SCHOENFELD et al., 2019).

Dentre os diversos métodos existentes para o desenvolvimento da hipertrofia muscular, pode-se citar o método Tradicional (TRAD) e o método Série Pareada Agonista-Antagonista (SPAA) (FLECK; KRAEMER, 2017; PAZ et al., 2017; ROBBINS; YOUNG; BEHM, 2010). O método TRAD pode ser caracterizado como um sistema de séries múltiplas de um determinado exercício com intervalo entre cada série e após o término deste será realizado um ou mais exercícios com o mesmo sistema, já o método SPAA consiste na aglutinação de dois exercícios envolvendo grupamentos musculares agonistas e antagonistas sem intervalo entre eles (FLECK; KRAEMER, 2017; PAZ et al., 2017; ROBBINS; YOUNG; BEHM, 2010; KELLEHER et al., 2010).

O volume total de treinamento representa a quantidade total de trabalho realizado em uma ou mais sessões de treinamento. Ele pode ser calculado pela multiplicação do número de repetições, número de séries e peso levantado. A avaliação do volume total nos métodos de TR TRAD e SPAA tem mostrado resultados divergentes (PAZ et al., 2014; CARREGARO et al., 2013; SOUZA; PAZ; MIRANDA, 2017; PAZ et al., 2017; WEAKLEY et al., 2017). Alguns trabalhos observaram maior volume total no método SPAA quando comparado ao TRAD (PAZ et al., 2014; PAZ et al., 2017) e outros não observaram diferença em relação ao volume total nos métodos TRAD e SPAA (CARREGARO et al., 2013; SOUZA; PAZ; MIRANDA, 2017; WEAKLEY et al., 2017).

Entretanto, poucos estudos compararam o efeito da ordem dos exercícios e dos métodos TRAD e SPAA no volume total (TOZEI et al., 2020) e nRM. Tozei e colaboradores (2020), em um estudo realizado com membros superiores, compararam o volume total, percepção subjetiva do esforço (PSE) e o nRM no exercício de rosca direta e tríceps polia, onde se variou a ordem de execução em diferentes métodos. Doze voluntários se submeteram a rotina de TR, utilizando os métodos TRAD e SPAA. Os resultados apontaram não haver diferenças em relação ao volume total e PSE para com os diferentes protocolos de TR, contudo houve maior nRM para o exercício tríceps na polia, comparado com rosca direta, em todos os protocolos utilizados. Assim, foi evidenciado que o nRM recebeu alguma influência do



grupamento muscular, mas não dos métodos de TR TRAD e SPAA e da ordem dos exercícios rosca direta e tríceps na polia.

Dessa forma, o objetivo do presente estudo foi mensurar o volume total que pode ser realizado nos exercícios Cadeira Extensora (EXT) e Cadeira Flexora (FLEX), nos métodos TRAD e SPAA, variando a ordem de execução dos exercícios.

## MÉTODOS

O estudo contou com doze homens com idade de  $22,8 \pm 2,7$  anos, estatura de  $173,3 \pm 7,8$  cm, massa corporal  $75,8 \pm 9,0$  kg e percentual de gordura  $10,2 \pm 4,3\%$ . Os critérios de inclusão foram: a) idade entre 18 e 30 anos; b) experiência de ao menos 6 meses em TR; c) nenhuma resposta positiva no questionário PAR-Q (THOMPSON et al., 2013); d) não ter nenhum problema osteomioarticular; e) não fazer uso, até 48 horas antes da coleta, de suplemento ou alimento (como creatina, cafeína, bebida alcoólica, entre outros) que possa influir sobre a força muscular e; f) não fazer uso de esteroides anabolizantes. Todos os participantes foram orientados a não realizar nenhum tipo de exercício físico nas 48 horas antes dos testes e sessões experimentais. Este estudo foi aprovado pelo comitê de ética em pesquisa da Universidade Federal de Ouro Preto sob protocolo número 1.830.603.

A rotina estabelecida para a coleta foi:

l) Avaliação antropométrica e sessões de familiarização: Após avaliação antropométrica, 3 sessões de familiarização foram realizadas com intervalo de 48 a 72 horas entre elas, com o objetivo de padronizar a execução dos exercícios (ritmo e amplitude): o ritmo adotado foi 2:3 (dois segundos na ação concêntrica e três segundos na ação excêntrica, controlado por metrônomo digital Korg, São Paulo), por ser usualmente utilizado em programas de TR que objetivam hipertrofia muscular (SCHOENFELD, 2010); o exercício EXT e FLEX foram realizados com as costas totalmente apoiadas no encosto do respectivo equipamento, as mãos firmes nas manoplas do equipamento, estando os quadris em  $90^\circ$  em relação ao tronco; o exercício EXT iniciava com os joelhos em  $90^\circ$  de flexão e FLEX com os joelhos completamente estendidos ( $0^\circ$ ); a amplitude de movimento adotada para ambos exercícios foi de  $90^\circ$  a partir da respectiva posição inicial. Foram realizadas 4 séries de 10 repetições, nos exercícios EXT (Riggheto®, modelo SL1030) e FLEX (Riggheto®, modelo



SL1025). A carga utilizada nessa fase foi ajustada a partir da PSE, tendo como referência os valores 5 e 6 da escala de OMNI-RES (ROBERTSON et al., 2003).

II) Testes de Predição de 1-RM: Entre 48 e 72 horas após a última sessão de familiarização foram realizados testes de predição de 1-RM (BRZYCKI, 1993) nos exercícios EXT e FLEX. A ordem de realização destes foi feita de forma randomizada e balanceada entre os voluntários. O intervalo entre os testes e respectivas tentativas foi de cinco minutos. Foram necessárias no máximo três tentativas para realização dos testes de predição de 1-RM em cada voluntário. Após 48 a 72 horas, também de forma randomizada e balanceada, foi feito a reprodutibilidade do teste de predição de 1-RM nos exercícios EXT e FLEX.

III) Protocolos experimentais: Entre 48 e 72 horas após os testes de reprodutibilidade foram avaliados volume total e nRM nos exercícios EXT e FLEX. A intensidade foi de 70% de 1-RM e o ritmo 2:3. Foram 4 protocolos experimentais que variaram quanto a ordem de execução dos exercícios e intervalo, de acordo com o método utilizado (TRAD ou SPAA). Um intervalo de 48 e 72 horas foi adotado entre cada protocolo experimental. Toda rotina supracitada foi realizada nos laboratórios de Medidas e Avaliação e no de Musculação, da Escola de Educação Física da Universidade Federal de Ouro Preto (EFFUFOP).

No dia de cada coleta experimental e antes de iniciá-la, uma série de 10 a 15 repetições, com 40% de 1-RM estimado (BRZYCKI, 1993) foi realizada como forma de aquecimento nos exercícios EXT e FLEX. Três minutos após o aquecimento, os protocolos experimentais foram randomizados em cada sessão, sendo: 1) TRAD1: EXT + FLEX. Para o exercício EXT foram quatro séries de RM com 90 segundos de intervalo entre as séries e; após intervalo de 120 segundos, foi realizado o exercício FLEX, também em 4 séries de RM e 90 segundos de intervalo entre séries; 2) TRAD2: Semelhante ao TRAD1, porém alterando a ordem dos exercícios, iniciando com FLEX; 3) SPAA1: Aglutinação de 2 exercícios realizados em sequência, sem intervalo entre eles. Iniciou-se pela execução do exercício EXT e, sem intervalo, executou-se o FLEX. Após a realização dos 2 exercícios realizava-se intervalo de 90 segundos, repetindo o processo por mais 3 vezes (total de 4 séries) 4) SPAA2: Semelhante ao SPAA1, porém alterando a ordem dos exercícios, iniciando com FLEX.

Imediatamente após o final de cada série, os voluntários foram instruídos a apontar uma nota na escala de OMNI-RES (ROBERTSON et al., 2003). Para os protocolos TRAD (1 e 2), foram coletados oito valores e nos protocolos SPAA (1 e 2) foram coletados 4 valores de PSE. Devido a diferença entre o número de valores de PSE coletados nos protocolos (TRAD e SPAA),



a avaliação de possíveis diferenças nos valores desta variável foi feita a partir da média aritmética dos resultados obtidos ao final de cada série. Por fim, interrupção na contagem do número de repetições também ocorreria caso o voluntário não realizasse a amplitude total de movimento e não se mantivesse dentro do ritmo de execução proposto (acelerando e/ ou desacelerando a velocidade de execução). Para além, foi solicitado que eles não realizassem outros exercícios físicos no período de até 48 horas antes de cada protocolo. Destaca-se que, em todos os protocolos, houve estímulo verbal padronizado (motivação extrínseca) a todos os voluntários, sendo este estudo conduzido por 2 avaliadores experientes na rotina apresentada.

Os dados estão apresentados em média  $\pm$  desvio padrão. Para avaliação da distribuição de normalidade foi utilizado o teste de D'agostino e Pearson. Para as demais avaliações estatísticas foram utilizados os seguintes testes: a) Análise da reprodutibilidade entre os testes de predição de 1-RM: t de Student; b) Comparação do volume total obtido em cada protocolo experimental: ANOVA *one-way* para medidas repetidas e pós teste de Bonferroni; c) Comparação do somatório das RM obtidas nos exercícios EXT e FLEX, nos diferentes protocolos experimentais: ANOVA *two-way* para medidas repetidas e pós-teste de Newman-Keuls; d) Comparação do nRM entre as 4 séries de cada exercício (EXT e FLEX), em cada protocolo experimental: ANOVA *one-way* para medidas repetidas e pós teste de Bonferroni; e) Comparação do valor médio da PSE obtida em cada protocolo experimental: ANOVA *one-way* para medidas repetidas e pós teste de Bonferroni. A análise estatística foi feita no Software Graphpad Prism (version 5.00), com nível de significância de  $p < 0,05$ .

## RESULTADOS

Observou-se reprodutibilidade nos testes de predição de 1-RM (BRZYCKI, 1993) para os exercícios EXT ( $120,4 \pm 27,3$  kg vs.  $120,8 \pm 27,0$  kg;  $p = 0,7319$ ) e FLEX ( $94,2 \pm 15,6$  kg vs.  $100,0 \pm 20,1$  kg;  $p = 0,2339$ ).

Ao analisar, o volume total realizado (nRM x número de séries x quilogramas levantados) em cada protocolo experimental, por meio da Anova *one-way* de medidas repetidas, foi observado que o volume total do protocolo SPAA2 ( $6142,5 \pm 1666,3$ kg) foi maior do que o dos protocolos TRAD1 e TRAD2 ( $5638,3 \pm 1144,9$ kg e  $5645,2 \pm 1340,5$ kg, respectivamente). Não foram observadas diferenças entre o volume total dos protocolos TRAD1 vs. TRAD2 vs. SPAA1 ( $5886,2 \pm 1220,3$ kg) e SPAA1 vs. SPAA2.



Ao avaliar a interação entre o nRM que pode ser realizado nas quatro séries em cada um dos exercícios (EXT e FLEX), nos diferentes protocolos experimentais, não foi observada interação. Por outro lado, foi observado que o nRM realizado no exercício FLEX foi maior ( $p < 0.05$ ) do que o nRM do exercício EXT (Tabela 1).

**Tabela 1** – Número de repetições máximas (nRM) nas quatro séries dos exercícios EXT e FLEX nos quatro protocolos experimentais

	EXT				FLEX			
	TRAD1	TRAD2	SPAA1	SPAA2	TRAD1	TRAD2	SPAA1	SPAA2
Mínimo	28	23	25	26	25	27	27	30
Máximo	45	46	46	49	54	61	55	65
Média	37,1	36,3	38,3	38,8	38,1*	40,3*	41,6*	44,6*
DP	4,1	6,1	5,7	6,8	8,1	8,7	8,2	10,2

Valores expressos em média e desvio padrão. \*  $p < 0,05$  comparado com EXT. Anova *two-way* seguido pelo teste de Newman-Keuls ( $n=12$ ).

**Fonte:** Construção dos autores

A Tabela 2 apresenta valores médios e desvio padrão do nRM para cada uma das quatro séries dos exercícios EXT e FLEX nos quatro protocolos realizados. De forma geral, observou-se que o nRM realizado na segunda, terceira e quarta série foi menor do que o da primeira em todos os protocolos experimentais. No entanto, não foram observadas diferenças entre o nRM realizado entre a terceira e quarta série nos exercícios EXT e FLEX nos diferentes protocolos. Adicionalmente, o nRM na terceira série do exercício FLEX nos protocolos TRAD1 e SPAA2 foi menor do que o respectivo nRM realizado na segunda série. Por outro lado, não houve diferença entre o nRM entre as respectivas terceira e segunda séries dos demais protocolos.



**Tabela 2** – Número de repetições máximas (nRM) em cada série dos exercícios EXT e FLEX nos quatro protocolos experimentais

Série	TRAD1		TRAD2		SPAA1		SPAA2	
	EXT	FLEX	FLEX	EXT	EXT	FLEX	FLEX	EXT
1 <sup>a</sup>	12,4±2,5	15,2±4,4	15,2±3,5	11,8±2,8	12,2±2,4	16,2± 4,0	16,6±5,5	11,8±2,5
2 <sup>a</sup>	9,1±0,7 <sup>a</sup>	9,4±2,4 <sup>a</sup>	9,6±2,2 <sup>a</sup>	9,0±2,0 <sup>a</sup>	9,4±1,9 <sup>a</sup>	9,4±2,4 <sup>a</sup>	11,3±2,3 <sup>a</sup>	9,7±1,6 <sup>a</sup>
3 <sup>a</sup>	8,1±1,2 <sup>a</sup>	6,4±1,9 <sup>ab</sup>	8,2±2,3 <sup>a</sup>	8,1±1,7 <sup>a</sup>	8,4±1,8 <sup>a</sup>	7,8±2,0 <sup>a</sup>	8,6±2,6 <sup>ab</sup>	9,2±2,2 <sup>a</sup>
4 <sup>a</sup>	7,5±1,6 <sup>ab</sup>	7,1±2,2 <sup>ab</sup>	7,4±2,6 <sup>ab</sup>	7,3±1,6 <sup>ab</sup>	8,3±1,4 <sup>a</sup>	8,2±2,7 <sup>a</sup>	8,2±2,2 <sup>ab</sup>	8,2±1,6 <sup>ab</sup>

Valores expressos em média e desvio padrão. <sup>a</sup> p<0,05 comparado com a 1<sup>a</sup> série do mesmo exercício; <sup>b</sup> p<0,05 comparado com a 2<sup>a</sup> série do mesmo exercício. Anova *one-way* seguido do teste de Bonferroni (n=12).

**Fonte:** Construção dos autores

Em relação aos valores relativos à PSE (ROBERTSON et al., 2003), a partir da anova *one-way* para medidas repetidas, não foram observadas diferenças entre as sessões experimentais (TRAD1: 8,0±0,1 vs. TRAD2: = 8,1±0,7 vs. SPAA1: 8,2±1,1 vs. SPAA2: 8,2±0,8).

## DISCUSSÃO

O objetivo do presente estudo foi mensurar o volume total e o nRM que podem ser realizadas nos exercícios EXT e FLEX, em dois diferentes métodos de TR (TRAD e SPAA), variando a ordem dos exercícios. De forma geral, nossos resultados mostraram que o volume total do protocolo SPAA2 foi maior do que o dos protocolos TRAD1 e TRAD2. Adicionalmente, em todos os protocolos experimentais o nRM no exercício FLEX foi maior do que no EXT.

O volume total é obtido pelo produto entre o nRM, o número de séries e o peso levantado, caracterizando o trabalho de uma sessão ou um período específico de treinamento (FLECK; KRAEMER, 2017), é influenciado pela intensidade (RICHENS; CLEATHER, 2014), ordem dos exercícios (GENTIL et al., 2007; SIMÃO et al., 2005), nível de treinamento (RICHENS; CLEATHER, 2014), intervalo de recuperação entre as séries (RAHIMI, 2005; WILLARDSON; BURKETT 2005) e ritmo de execução (SCHOENFELD, 2010). Embora no presente estudo tenha sido utilizado as mesmas variáveis do TR (como intensidade equivalente a 70% de 1-RM; ritmo 2:3 e; intervalo entre as séries de 90 segundos) nos quatro protocolos, observou-se maior



volume total para o protocolo SPAA2, em comparação com o TRAD1 e TRAD2. De forma geral, a avaliação do volume total que pode ser realizado nos métodos TRAD e SPAA tem mostrado resultados divergentes. Alguns trabalhos não observaram diferença entre o volume total realizado em ambos os métodos de TR (CARREGARO et al., 2013; SOUZA; PAZ; MIRANDA, 2017; WEAKLEY et al., 2017; TOZEI et al., 2020) e outros verificaram um maior volume total no método SPAA comparado ao TRAD (PAZ et al., 2014; PAZ et al., 2017). Em parte, essas divergências voltadas ao volume total podem ser explicadas pela diversidade de estruturação das variáveis do TR (intensidade, intervalo de recuperação entre as séries, ritmo de execução, tipo de exercício etc.), em diferentes pesquisas, tornando a análise do volume total complexa. Portanto, mais estudos precisam ser feitos para se comparar o efeito de diferentes estruturas de intensidade, ritmo de execução e intervalo entre séries sobre o volume total de treinamento em diferentes métodos de TR.

Ao analisarmos o nRM realizado nos exercícios EXT e FLEX em cada protocolo, foi observado maior nRM no exercício FLEX em relação ao EXT. Tal fato pode ser justificado, em parte, pelo nRM estar relacionado com fatores como o grupamento muscular e o tipo de exercício (GROSICKI; MILLER; MARSH 2014). Sobre o grupamento, e ponderando sobre pico de torque muscular, evidências denotam que os músculos extensores dos joelhos são capazes de produzir relativamente maior pico de torque do que os flexores dos joelhos, tendo em vista que no aparelho isocinético a produção de força dos músculos extensores do joelho é cerca de 25% a 40% maior em relação aos isquiotibiais (GRACE et al., 1984; TERRERI; GREVE; AMATUZZI, 2001). Tal afirmativa corrobora com as maiores cargas no teste de predição de 1-RM no exercício EXT, o que também foi observado em outros estudos (CARDOSO et al., 2011; AMÉRICO et al., 2011). No entanto, como não é possível comparar diretamente os exercícios FLEX e EXT no que tange o nRM, pois estes são realizados em equipamentos distintos, acredita-se que alguns aspectos biomecânicos possam ter influenciado em nosso resultado. Do ponto de vista biomecânico é importante considerar que no exercício EXT, dada a posição inicial dos quadris (90° em relação ao tronco) e de joelhos (fletidos em 90°), há aumento relativo e gradativo da insuficiência ativa e passiva (GREENE; ROBERTS, 2002; FLOYD; THOMPSON, 2008), à medida em que a ação concêntrica vai ocorrendo, uma vez que ao final desta há maior proximidade das fixações ósseas do músculo reto femoral (insuficiência ativa deste músculo agonista) e maior afastamento das fixações ósseas da musculatura dos isquiotibiais (insuficiência passiva desse grupamento muscular de antagonistas). Por outro lado, no



exercício FLEX e considerando o distanciamento das fixações ósseas dos músculos isquiotibiais (agonista) e reto femoral (antagonista), temos que há uma menor influência da insuficiência ativa e passiva no exercício FLEX em relação ao EXT. Acredita-se que essa variação no torque nesses exercícios possa configurar alguma vantagem para o exercício FLEX, embora, mais uma vez, não se possa comparar diretamente os dois exercícios. Mais estudos se fazem necessários analisando esses exercícios com diferentes posicionamentos das articulações do quadril e joelhos.

No que tange o decaimento do nRM entre as quatro séries de cada exercício nos diferentes protocolos experimentais, pode-se observar, de forma geral, que nem sempre foi observado redução significativa no nRM de uma série para outra. Em parte, acredita-se que a intensidade (70% de 1-RM) e intervalo entre séries moderados (90 segundos) adotados tenham exercido alguma influência nesse resultado. Visto que a utilização de cargas submáximas e intervalos maiores do que 60 segundos, favorecem a manutenção da performance entre as séries (LIMA et al., 2006; GRGIC et al., 2017; GRGIC et al., 2018). Paz e colaboradores (2017) ao compararem o índice de fadiga neuromuscular, a partir de avaliação eletromiográfica, entre o método TRAD e SPAA observaram decaimento no nRM entre as três séries dos exercícios supino horizontal e remada sentada, independentemente do método utilizado. Entretanto, esses autores observaram maior desempenho de repetições no exercício remada sentada em comparação com o supino horizontal, indicando assim, para membros superiores, influência do grupamento muscular sobre a fadiga neuromuscular. Adicionalmente, Richens e Cleather (2014) observaram que dependendo da intensidade utilizada (70 e 80% de 1-RM), pode haver uma variação significativa no nRM entre indivíduos com condicionamentos físicos diferentes (corredores de longa distância e halterofilistas). Assim, deve-se considerar a possibilidade de existência de diferenças individuais entre os voluntários do presente estudo, podendo impactar o desempenho no nRM, mesmo utilizando a mesma carga (70% de 1-RM). Mais estudos precisam ser realizados para compreender melhor esses resultados.

A medida da PSE tem por finalidade facilitar a compreensão do quão intenso é determinado esforço físico (ROBERTSON; NOBLE, 1997), e vem sendo utilizada como forma de avaliar a intensidade do treinamento (SIMÃO et al., 2005; SENNA et al., 2011; TOZEI et al., 2020). Embora, o volume total do protocolo SPAA2 tenha sido maior que os dos protocolos TRAD1 e TRAD2, não foi encontrada diferença nos valores de PSE entre os diferentes protocolos experimentais (TRAD1, TRAD2, SPAA1 e SPAA2). Acredita-se que a utilização de apenas dois



exercícios e a adição de intervalos entre séries de 90 segundos tenham favorecido a manutenção do desempenho (LIMA et al., 2006; SCHOENFELD, 2010; GRGIC et al., 2017; GRGIC et al., 2018) entre os protocolos experimentais. A avaliação de parâmetros metabólicos, como lactato sanguíneo, pode favorecer a compreensão desse resultado, uma vez que Souza, Paz e Miranda (2017) observaram maiores valores de lactato sanguíneo no método SPAA em relação ao TRAD, em exercícios para membros superiores.

A avaliação da força máxima no presente estudo foi determinada a partir do teste de predição de 1-RM (BRZYCKI, 1993), que estima o valor de 1-RM. A utilização de testes de predição de 1-RM e reteste de predição de 1-RM nesse estudo confirmaram a reprodutibilidade dos dados, indicando forte evidência de consistência nos valores da força máxima encontrados. É importante frisar que, embora o teste de 1-RM seja o teste padrão ouro (BAECHLE; EARLE, 2010) para medir a força muscular máxima, a adoção do teste de predição de 1-RM utilizada nesse estudo ocorreu pelo fato da carga disponível nos equipamentos EXT e FLEX serem insuficientes para mensurar 1-RM nos indivíduos deste estudo. Adicionalmente, o teste de predição de 1-RM utilizado nesse estudo (BRZYCKI, 1993) é validado e utilizado em outros trabalhos (QUEIROZ; MURANO, 2012; CONTE et al., 2009).

Do ponto de vista prático, recomenda-se que dependendo das características, objetivos e necessidades do praticante, seja considerado o método de treinamento que será utilizado (TRAD ou SPAA), a ordem dos exercícios e o posicionamento das articulações envolvidas nos exercícios FLEX e EXT.

## CONCLUSÃO

Conclui-se que, para os exercícios EXT e FLEX, o método SPAA2 favorece a realização de maior volume total quando comparado com os métodos TRAD1, TRAD2 e SPAA1. Adicionalmente, o nRM que pode ser executado em um determinado exercício resistido parece ser influenciado pelo grupamento muscular utilizado.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ACSM-American College of Sports Medicine position stand. Progression models in resistance training for healthy adults. **Medicine and science in sports and exercise**, v. 41, n. 3, p. 687-708, mar., 2009.



AMÉRICO, Saulo Paulo Fonseca e colaboradores. Utilização do teste de 1-RM na mensuração da razão entre flexores e extensores de joelho em adultos jovens. **Revista brasileira de medicina do esporte**, v. 17, n. 2, p. 111-114, mar./ abr., 2011.

BAECHLE, Thomas R.; EARLE, Roger W. **Essentials of strength training and conditioning**. 2 ed. Colorado Springs, USA: National Strength and Conditioning Association, 2000.

BALSAMO, Sandor e colaboradores. Exercise order influences number of repetitions and lactate levels but not perceived exertion during resistance exercise in adolescents. **Research in sports medicine**, v. 21, n. 4, p. 293-304, sep., 2013.

BRZYCKI, Matt. Strength testing-predicting a one-rep max from reps-to-fatigue. **The journal of physical education, recreation & dance**, v. 64, n. 1, p. 88-90, jan., 1993.

CARDOSO, Fábio de Souza e colaboradores. Avaliação da qualidade de vida, força muscular e capacidade funcional em mulheres com fibromialgia. **Revista brasileira de reumatologia**, v. 51, n. 4, jul./ ago., 2011.

CARREGARO, Rodrigo e colaboradores. Muscle fatigue and metabolic responses following three different antagonist pre-load resistance exercises. **Journal of electromyography and kinesiology**, v. 23, n. 5, p. 1090-1096, oct., 2013.

CEOLA, Mário Henrique Jordão; TUMELERO, Sérgio. Grau de hipertrofia muscular em resposta a três métodos de treinamento de força muscular. **Educación física y deportes**, v. 13, n. 121, p. 19, jun., 2008.

CONTE, Marcelo e colaboradores. Intraocular pressure variation after submaximal strength test in resistance training. **Arquivos brasileiros de oftalmologia**, v. 72, n. 3, p. 351-354, mar., 2009.

FLECK, Steven J.; KRAEMER, William J. **Fundamentos do treinamento de força muscular**. 4. ed. Porto Alegre, RS: Artmed, 2017.

FLOYD, Robert T.; **Manual de cinesiologia estrutural**. 16. ed. Barueri, SP: Manole, 2011.

GENTIL, Paulo e colaboradores. Efeitos agudos de vários métodos de treinamento de força no lactato sanguíneo e características de cargas em homens treinados recreacionalmente. **Revista brasileira de medicina do esporte**, v. 12, n. 6, p. 303-307, nov./dez., 2006.

GENTIL, Paulo e colaboradores. Effects of exercise order on upper-body muscle activation and exercise performance. **The journal of strength & conditioning research**, v. 21, n. 4, p. 1082-1086, nov., 2007.

GRACE, Thomas G. e colaboradores. Isokinetic muscle imbalance and knee-joint injuries. A prospective blind study. **The Journal of bone and joint surgery**. Journal of Bone & Joint Surgery, v. 66, n. 5, p. 734-740, jun., 1984.



GREENE, David Paul; ROBERTS, Susan L. **Cinesiologia**: estudo dos movimentos nas atividades diárias. Rio de Janeiro: Revinter, 2002.

GRGIC, Jozo e colaboradores. The effects of short versus long inter-set rest intervals in resistance training on measures of muscle hypertrophy: A systematic review. **European journal of sport science**, v. 17, n. 8, p. 983-993, sep., 2017.

GRGIC, Jozo e colaboradores. Effects of rest interval duration in resistance training on measures of muscular strength. **Sports medicine**, v. 48, n. 1, p. 137-51, jan., 2018.

GROSICKI, Gregory J.; MILLER, Michael E.; MARSH, Anthony P. Resistance exercise performance variability at submaximal intensities in older and younger adults. **Clinical interventions in aging**, v. 9, p. 209-218, jan., 2014.

KELLEHER, Andrew R. e colaboradores. The metabolic costs of reciprocal supersets vs. traditional resistance exercise in young recreationally active adults. **the journal of strength & conditioning research**, v. 24, n. 4, p. 1043-1051, mar., 2010.

KRAEMER, William J.; RATAMESS, Nicholas A. Fundamentals of resistance training: progression and exercise prescription. **Medicine and science in sports and exercise**, v. 36, n. 4, p. 674-688, apr., 2004.

LIMA, Fernando Vitor e colaboradores. Analysis of two training programs with different rest periods between series based on guidelines for muscle hypertrophy in trained individuals. **Revista brasileira de medicina do esporte**, v. 12, n. 4, p. 175-178, jul., 2006.

PAZ, Gabriel e colaboradores. Efeito do método agonista-antagonista comparado ao tradicional no volume e ativação muscular. **Revista brasileira de atividade física & saúde**, v. 19, n. 1, p. 54, jan., 2014.

PAZ, Gabriel A. e colaboradores. Volume load and neuromuscular fatigue during an acute bout of agonist-antagonist paired-set vs. traditional-set training. **The journal of strength & conditioning research**, v. 31, n. 10, p. 2777-2784, oct., 2017.

QUEIROZ, Ciro Oliveira; MUNARO, Hector Luiz Rodrigues. Efeitos do treinamento resistido sobre a força muscular e a autopercepção de saúde em idosos. **Revista brasileira de geriatria e gerontologia**, v. 15, n. 3, p. 547-553, out./dez., 2012.

RAHIMI, Rahman. Effect of different rest intervals on the exercise volume completed during squat bouts. **Journal of sports science & medicine**, v. 4, n. 4, p. 361, dec., 2005.

RICHENS, Ben; CLEATHER, Daniel J. The relationship between the number of repetitions performed at given intensities is different in endurance and strength trained athletes. **Biology of sport**, v. 31, n. 2, p. 157-161, jun., 2014.



ROBBINS, Daniel W.; YOUNG, Warren B.; BEHM, David G. The effect of an upper-body agonist-antagonist resistance training protocol on volume load and efficiency. **The journal of strength & conditioning research**, v. 24, n. 10, p. 2632-2640, oct., 2010.

ROBERTSON, Robertson J. e colaboradores. Concurrent validation of the OMNI perceived exertion scale for resistance exercise. **Medicine & science in sports & exercise**, v. 35, n. 2, p. 333-341, feb., 2003.

ROBERTSON Robert J.; NOBLE Bruce J. Perception of physical exertion: methods, mediators, and applications. **Exercise and sport sciences reviews**, Indianapolis, v. 25, p. 407-52, jan., 1997.

SCHOENFELD, Brad J. The mechanisms of muscle hypertrophy and their application to resistance training. **Journal of strength and conditioning research**, v. 24, n. 10, p. 2857-2872, oct., 2010.

SCHOENFELD, Brad J. e colaboradores. Effects of low- vs. high-load resistance training on muscle strength and hypertrophy in well-trained men. **The journal of strength & conditioning research**, v. 29, n. 10, p. 2954-63, oct., 2015.

SCHOENFELD, Brad J. e colaboradores. Resistance training volume enhances muscle hypertrophy but not strength in trained men. **Medicine & science and sports & exercise**, v. 51, n. 1, p. 94-103, jan., 2019.

SENNA, Gilmar e colaboradores. The effect of rest interval length on multi and single-joint exercise performance and perceived exertion. **The journal of strength & conditioning research**, v. 25, n. 11, p. 3157-3162, nov., 2011.

SIMÃO, Roberto e colaboradores. Influence of exercise order on the number of repetitions performed and perceived exertion during resistance exercises. **The journal of strength & conditioning research**, v. 19, n. 1, p. 152, feb., 2005.

SOUZA, João Antônio Almeida Alves; PAZ, Gabriel Andrade; MIRANDA, Humberto. Blood lactate concentration and strength performance between agonist-antagonist paired set, superset and traditional set training. **Archivos de medicina del deporte**, v. 34, n. 3, p. 145-150, may., 2017.

TERRERI, Antonio Sérgio A. P.; GREVE, Júlia M. D.; AMATUZZI, Marco M. Avaliação isocinética no joelho do atleta. **Revista brasileira de medicina do esporte**, v. 7, n. 2, p. 62-66, set./ out., 2001.

THOMPSON, Paul D. e colaboradores. ACSM's new preparticipation health screening recommendations from ACSM's guidelines for exercise testing and prescription. **Current sports medicine reports**, v. 12, n. 4, p. 215-217, jul./ aug., 2013.

TOZEI, William Peneda e colaboradores. Volume total e número de repetições máximas durante séries de treinamento resistido: método tradicional vs. série agonista-antagonista. **Caderno de educação física e esporte**, v. 18, n. 3, p. 11-16, set./ dez., 2020.



WEAKLEY, Jonathon J. S. e colaboradores. The effects of traditional, superset, and tri-set resistance training structures on perceived intensity and physiological responses. **European journal of applied physiology**, v. 117, n. 9, p. 1877-1889, jul., 2017.

WILLARDSON, Jeffrey M.; BURKETT, Lee N. A comparison of 3 different rest intervals on the exercise volume completed during a workout. **Journal of strength and conditioning research**, v. 19, n. 1, p. 23, feb., 2005.

**Dados do primeiro autor:**

Email: wtozei@gmail.com

Endereço: Rua Cláudio Manoel, 151 - L2 - Funcionários, Belo Horizonte, MG, CEP: 30140-100, Brasil.

Recebido em: 28/04/2021

Aprovado em: 07/06/2021

**Como citar este artigo:**

TOZEI, William Peneda e colaboradores. Método tradicional vs. série pareada agonista-antagonista para membros inferiores: há diferenças no volume total e repetições máximas? **Corpoconsciência**, v. 25, n. 2, p. 134-148, mai./ ago., 2021.

## ATIVIDADE ELETROMIOGRÁFICA DE ESTABILIZADORES DE TRONCO NO EXERCÍCIO PUSH-UP ISOMÉTRICO COM VIBRAÇÕES MECÂNICAS

ELECTROMIOGRAPHIC ACTIVITY OF TRUNK STABILIZERS IN THE  
ISOMETRIC PUSH-UP EXERCISE WITH MECHANICAL VIBRATIONS

ACTIVIDAD ELECTROMIOGRÁFICA DE ESTABILIZADORES DE  
TRONCO EM EL EJERCICIO DE ELEVACIÓN ISOMÉTRICA COM  
VIVRACIONES MECÂNICAS

**Victor Costa Coutinho**

<https://orcid.org/0000-0003-0773-5029> 

<http://lattes.cnpq.br/2564137376074193> 

Universidade Federal de Mato Grosso (Cuiabá, MT – Brasil)

victorcosta.vtf@gmail.com

**Patrick dos Santos**

<https://orcid.org/0000-0002-3271-4564> 

<http://lattes.cnpq.br/1615572275801178> 

Universidade Federal de Mato Grosso (Cuiabá, MT – Brasil)

patrick28547@gmail.com

**Fabio Ferreira da Silva**

<https://orcid.org/0000-0002-9293-7970> 

<http://lattes.cnpq.br/0194126355970916> 

Universidade Federal de Mato Grosso (Cuiabá, MT – Brasil)

fabio\_1-7@hotmail.com

**Jacielle Carolina Ferreira**

<https://orcid.org/0000-0002-9321-749X> 

<http://lattes.cnpq.br/4097604888377977> 

Universidade Federal de Mato Grosso (Cuiabá, MT – Brasil)

jacielleferreira@gmail.com

### Resumo

O objetivo desse estudo foi verificar se a vibração mecânica aumenta a ativação eletromiográfica (EMG) de músculos do core durante o exercício de *push-up* isométrico. Participaram do estudo 13 homens saudáveis. As sessões experimentais consistiram na realização de uma repetição de *push-up* isométrico com angulação dos cotovelos a 90° até a exaustão voluntária. Em uma sessão, o *push-up* era realizado com as mãos sobre uma plataforma vibratória a uma frequência de 20Hz ( $V_{20}$ ). Na outra sessão a plataforma permanecia desligada durante a realização do exercício ( $V_{00}$ ). Avaliou-se a EMG dos músculos Reto Abdominal (RA) e Longuíssimo (LO). O Root Mean Square (RMS) do RA e do LO foi maior na  $V_{20}$  comparada à  $V_{00}$  (RA:  $p=0,002$ ;  $g=0,6$ ; LO:  $p=0,001$ ;  $g=1,2$ ), assim como a Frequência Mediana ( $F_{MED}$ ) (RA:  $p=0,004$ ;  $g=2$ ; LO:  $p=0,001$ ;  $g=2$ ). A vibração mecânica alterou as respostas neuromusculares do core, visto que a EMG dos músculos analisados foi maior na sessão  $V_{20}$  comparada à sessão  $V_{00}$ .

**Palavras-chave:** Core; Reto Abdominal; Longuíssimo.

### Abstract

The aim of this study was to verify whether mechanical vibration increases the electromyographic activation (EMG) of the core muscles during the isometric push-up exercise. Thirteen healthy men participated in the study. The



experimental sessions consisted of performing a repetition of isometric push-up with elbow angles at 90 ° until voluntary exhaustion. In one session, the push-up was performed with the hands on a vibrating platform at a frequency of 20Hz ( $V_{20}$ ). In the other session, the platform remained off during the exercise ( $V_{00}$ ). The EMG of the Rectus Abdominal (RA) and Longissimus (LO) muscles was evaluated. The Root Mean Square (RMS) of RA and LO was higher at  $V_{20}$  compared to  $V_{00}$  (RA:  $p = 0.002$ ;  $g=0,6$ ; LO:  $p = 0.001$ ;  $g=1,2$ ), as well as Median Frequency (FMED) (RA:  $p = 0.004$ ;  $g=2$ ; LO:  $p = 0.001$ ;  $g=2$ ). The mechanical vibration altered the neuromuscular responses of the core, since the EMG of the muscles analyzed was greater in the  $V_{20}$  session compared to the  $V_{00}$  session.

**Keywords:** Core; Rectus Abdominal; Longissimus.

### Resumen

El objetivo de este estudio fue verificar si la vibración mecánica aumenta la activación electromiográfica (EMG) de los músculos de core durante el ejercicio de flexión isométrica. Trece hombres participaron en el estudio. Las sesiones experimentales consistieron en realizar una repetición de flexiones isométricas con ángulos de codo a 90° hasta el agotamiento voluntario. En una sesión, el push-up se realizó con las manos sobre una plataforma vibratoria a una frecuencia de 20Hz ( $V_{20}$ ). En la otra sesión, la plataforma permaneció apagada durante el ejercicio ( $V_{00}$ ). Se evaluó la EMG de los músculos recto abdominal (RA) y Longissimus (LO). La raíz cuadrada media (RMS) de RA y LO fue mayor en  $V_{20}$  en comparación con  $V_{00}$  (RA:  $p = 0,002$ ;  $g=0,6$ ; LO:  $p = 0,001$ ;  $g=1,2$ ), así como la frecuencia media (FMED) (RA:  $p = 0,004$ ;  $g=2$ ; LO:  $p = 0,001$ ;  $g=2$ ). La vibración mecánica alteró las respuestas neuromusculares del core, ya que la EMG de los músculos analizados fue mayor en la sesión  $V_{20}$  en comparación con la sesión  $V_{00}$ .

**Palabras clave:** Core; Rectus Abdominal; Longuíssimo.

## INTRODUÇÃO

Os músculos estabilizadores do tronco compõem o grupo muscular denominado core, dentre esses músculos, estão Longuíssimo (LO) e Reto abdominal (RA), que são utilizados na realização de atividades diárias e esportivas que requerem uma estabilidade dinâmica ou estática do tronco. Os estabilizadores são importantes devido à sua capacidade de absorver, produzir e transportar forças multidirecionais mantendo a estabilidade e mobilidade. A existência de déficits nas capacidades de força e controle motor tendem a diminuir a estabilização, aumentando o risco de lesão (PALMER et al., 2001).

Os meios de treinamento dos músculos estabilizadores têm como objetivo potencializar a mobilidade distal, através de uma melhor estabilização proximal. Eles geralmente envolvem isometria de baixa intensidade e sincronia dos músculos profundos do tronco (BARR et al., 2005; TEYHEN et al., 2008).

Reinher e colaboradores (2008) propõem que o treino de estabilização seja subdividido em quatro estágios sendo o primeiro voltado ao recrutamento dos músculos abdominais, além do aprendizado da manutenção da pelve em posição neutra. No segundo estágio ocorre a correção dos desequilíbrios de força e resistência muscular, enquanto no terceiro estágio viabiliza e requisita a reeducação dinâmica dos músculos estabilizadores e no quarto e último estágio são executados exercícios avançados de estabilização dinâmica.



A demanda por estabilidade pode ser promovida, dentre outros meios, pela vibração mecânica, como aplicada no estudo de Youdas e colaboradores (2017) que avaliaram as ativações musculares do abdômen, musculaturas da parte posterior e lateral do tronco durante o exercício de prancha em diferentes posições e uma bola com vibração para gerar o desequilíbrio. De acordo com Rodrigues e colaboradores (2016) a vibração obtida através da utilização da plataforma vibratória tem a capacidade de promover a desestabilização do centro de gravidade, exercitando assim o equilíbrio estático do indivíduo por meio da estimulação dos receptores sensoriais, com o propósito de ativar a resposta muscular reflexa para neutralizar as vibrações. Assim, além do efeito neuromuscular esperado na musculatura alvo que recebe o input vibratório, a vibração mecânica ainda pode ser explorada como meio de promoção de instabilidade para músculos que não recebem diretamente a vibração mecânica proveniente dos diferentes equipamentos capazes de gerar esse tipo de estímulo.

A vibração é um estímulo mecânico caracterizado por movimentos oscilatórios, sendo mensurada em Hertz (Hz), que representa o número de ciclos de movimento por segundo. O uso da vibração mecânica tem se destacado como um método auxiliar no treinamento de capacidades físicas para aumento do ganho de força, flexibilidade, resistência e potência com a utilização de equipamentos vibratórios (HALLAL et al., 2010). Usualmente, a fonte de vibração nos estudos na área da atividade física é a plataforma vibratória, com frequências que variam de 10 até 60 Hz. A plataforma vibratória promove a vibração de corpo inteiro (VCI) e devido à sua versatilidade, proporciona a realização de diversos protocolos de treinamento com inúmeras combinações de frequência, amplitude e tempo de exposição (HALLAL et al., 2010).

Os primeiros relatos advindos dos estudos com vibração mostraram que a vibração promove contrações involuntárias reflexas, especialmente o reflexo tônico de vibração (EKLUND e HAGBARTH, 1966). Tal reflexo ocorre através do aumento da taxa de disparo das fibras aferentes do tipo Ia, causado pela expansão no comprimento do fuso muscular, gerando como resposta final um maior número de excitações dos neurônios motores alpha e consequentemente a contração de unidades motoras (SHINOHARA, 2005). A partir da observação dos efeitos da vibração no sistema neuromuscular, o uso de plataformas vibratórias foi ampliado e o efeito da vibração no sistema neuromuscular passou a ser analisado principalmente nos músculos dos membros inferiores em exercícios de agachamento, como nos estudos de Cardinale e Lim (2003); Cochrane (2011), que utilizaram a VCI, enquanto poucos



estudos avaliaram os efeitos da vibração em músculos do tronco, ou dos membros superiores (ASHNAGAR et al., 2016; COCHRANE et al., 2014). Assim, apesar da possibilidade de a vibração atuar como estímulo promotor de desestabilização, pouco se sabe sobre os efeitos neuromusculares da sua aplicação nos músculos estabilizadores do tronco.

Diante da possibilidade de as plataformas vibratórias apresentarem-se como recurso adicional para promoção de desestabilidade durante o treinamento dos músculos estabilizadores do tronco e da necessidade de uma maior compreensão sobre a ativação dos músculos estabilizadores do tronco sob estímulo vibratório, o presente estudo teve como objetivo verificar se a vibração mecânica aumenta a ativação eletromiográfica dos músculos estabilizadores do tronco durante o exercício de push-up isométrico.

## METODOLOGIA

### Amostra e cuidados éticos

Participaram deste estudo 13 homens praticantes de exercício resistido há mais de quatro meses, com média de idade de  $25,52 \pm 4,44$  anos, estatura de  $175 \pm 4,74$  cm, massa de  $78,48 \pm 12,81$  kg e Índice de Massa Corporal (IMC) de  $23,75 \pm 3,81$  kg/m<sup>2</sup>. Os indivíduos selecionados não possuíam qualquer tipo de lesão, histórico de cirurgia ou prótese no aparelho locomotor, assim como não eram hipertensos ou portadores de marca-passo. Todos assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido e a pesquisa seguiu as recomendações éticas locais e está de acordo com a Declaração de Helsinki (1995). O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal de Mato Grosso sob nº 33016620.3.0000.8124.

### Procedimentos e Materiais

Os voluntários compareceram ao laboratório três vezes, com um intervalo mínimo de 48 horas entre cada visita. Na primeira, houve a demarcação dos pontos em que seriam posicionados os eletrodos de cloreto de prata (MSGST-06, Solidor<sup>®</sup>) nos músculos RA e LO, seguindo o estudo de NG e colaboradores (2002).

Após demarcação do local dos eletrodos, os voluntários foram informados sobre o protocolo e o posicionamento a ser adotado no exercício de *push-up* isométrico (figura 1),



que consistiu em manter o corpo estendido em decúbito ventral, mãos paralelas na linha horizontal do processo xifoide e cotovelos em 90°, sendo este ângulo encontrado através de um goniômetro manual. Para auxiliar no posicionamento, foi utilizado um step da mesma altura da plataforma vibratória a fim de manter o alinhamento horizontal do corpo do voluntário (figura 1). Passadas as informações acerca da padronização do exercício, os voluntários realizaram um aquecimento específico, com duas séries de 12 a 15 *push-ups* dinâmicos e então foram familiarizados com o exercício sobre a plataforma vibratória (P204, KIKOS). No processo de familiarização com o exercício, cada voluntário executou duas séries de 15 segundos sem vibração (plataforma vibratória desligada), e finalizou com duas séries de quinze segundos com vibração de 20Hz (mesma frequência utilizada na sessão experimental). O intervalo entre séries foi de 45 segundos. Ao final da primeira sessão, os voluntários foram instruídos a não lavar a marcação realizada nos músculos avaliados e não praticar exercícios físicos nas 24 horas antecedentes às próximas sessões experimentais

**Figura 1** – Posicionamento do voluntário para o exercício *push-up*



**Fonte:** acervo dos autores.

As sessões seguintes consistiram na realização do protocolo experimental, sendo uma sem vibração ( $V_{00}$ ) e outra com vibração mecânica de 20Hz ( $V_{20}$ ). O primeiro voluntário iniciou com a sessão  $V_{00}$ , o segundo com a sessão  $V_{20}$ , o terceiro com a sessão  $V_{00}$  e, assim sucessivamente. As sessões experimentais consistiram em aquecimento geral e específico similares aos executados no dia da familiarização, seguido da tricotomia e assepsia do local demarcado no RA e LO, para então fixar os eletrodos e dar início ao teste. O teste consistiu na realização de uma repetição do exercício extensão isométrica de cotovelos a 90°, em que o voluntário deveria permanecer até a exaustão voluntária, ou até o momento em que o indivíduo não conseguisse manter os cotovelos a 90° (analisado por goniômetro manual).



Durante o teste o tempo foi marcado com cronômetro digital e os sinais eletromiográficos do RA e LO foram captados e gravados por um eletromiógrafo de oito canais (EMG 830C, EMG System®).

Ao final dos procedimentos da segunda visita, o local de posicionamento dos eletrodos foi reforçado com caneta dermatográfica e os voluntários foram instruídos a reforçarem o local demarcado até a terceira e última sessão da coleta de dados. O intervalo entre as sessões de coleta de dados foi de 48 a 96 horas.

### **Redução dos dados**

A aquisição dos dados da eletromiografia foi realizada a uma frequência de 2000Hz e amplificados com ganho de 500. Nos sinais, foram aplicados filtros Butterworth de segunda ordem passa-faixa entre 10 e 500Hz, e rejeita-faixa de 20Hz e 60Hz. Em seguida foi calculada a Root Mean Square (RMS) e a frequência mediana ( $F_{MED}$ ) dos sinais eletromiográficos do RA e do LO, utilizando o sinal completo e o sinal parcial em dois momentos temporais, que foram os 10 segundos iniciais (10i) e finais (10f) do exercício, uma vez que o exercício foi até a falha, cada voluntário apresentou um tempo total de exercício diferente. Para cada voluntário, a duração do sinal completo tem um valor diferente pelo fato de os mesmos não executarem o exercício pelo mesmo tempo.

### **Análise Estatística**

Os dados estão descritos como média e desvio padrão. A normalidade da distribuição dos dados foi confirmada pelo teste de Shapiro-Wilk. Para comparação dos valores de RMS e  $F_{MED}$  do sinal completo entre as sessões  $V_{00}$  e  $V_{20}$ , utilizou-se o teste t-pareado. Para análise parcial do sinal RMS e  $F_{MED}$  entre os 10 segundos iniciais e finais do exercício e entre as sessões  $V_{00}$  e  $V_{20}$  utilizou-se ANOVA two-way (2x2) de medidas repetidas com post-hoc de Holm-Sidak, o tamanho do efeito foi calculado por meio do  $g$  de Edges ( $g$ ). O nível de significância adotado foi de  $p < 0,05$  e o pacote estatístico utilizado foi o Sigma Stat v. 3.5.

## **RESULTADOS**

Na análise do sinal completo, a RMS do RA e do LO apresentaram-se maiores na sessão  $V_{20}$  comparada à  $V_{00}$  ( $p = 0,002$ ;  $g = 0,6$  e  $p = 0,001$ ;  $g = 1,2$ , respectivamente), assim como



a  $F_{MED}$  de ambos os músculos (RA:  $p=0,004$ ;  $g=2$ ; LO:  $p=0,001$ ;  $g=2$ ). Desse modo, verifica-se que a vibração mecânica alterou as respostas neuromusculares, visto que a atividade elétrica EMG dos músculos foi maior na sessão  $V_{20}$  comparada à sessão  $V_{00}$ . Os dados estão apresentados na tabela 1.

**Tabela 1** – Dados eletromiográficos referentes ao sinal completo

	RMS (mv)		$F_{MED}$ (Hz)	
	V00	V20	V00	V20
RA	20,09 ± 14,79	32,10 ± 22,57*	82,97 ± 19,38	111,14 ± 26,72*
LO	16,01 ± 6,23	31,55 ± 9,30*	89,74 ± 10,72	113,16 ± 12,53*

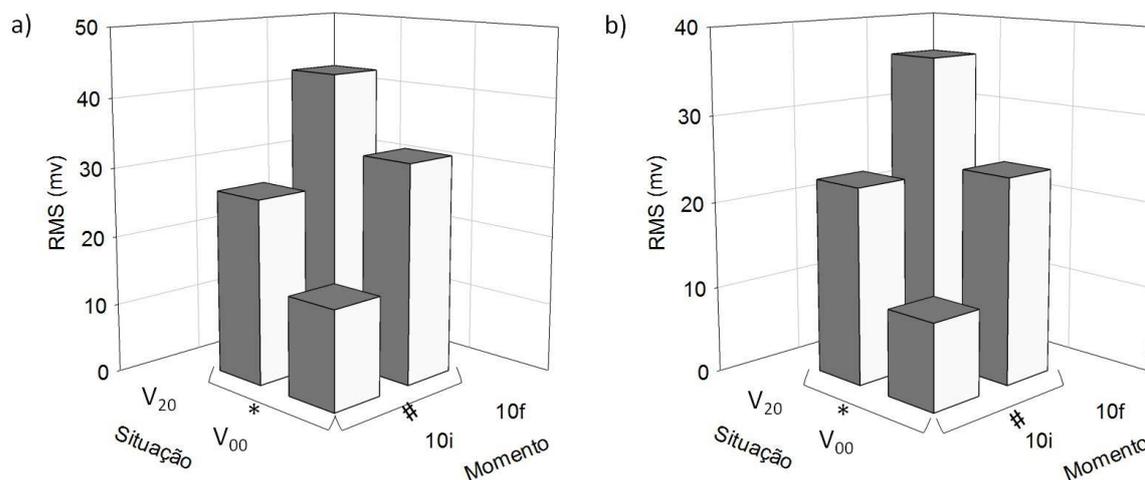
Nota: RMS = Root Mean Square;  $F_{MED}$  = Mediana da Frequência;  $V_{00}$  = Sessão sem vibração;  $V_{20}$  = Sessão com vibração; RA = Reto Abdominal; LO = Longuíssimo; \* Diferença em relação a  $V_{00}$  ( $p<0,05$ ).

**Fonte:** construção dos autores.

Na análise do sinal parcial, a ANOVA apontou que a RMS e  $F_{MED}$  não apresentaram interação entre as variáveis independentes (vibração e tempo) para ambos os músculos. Houve efeito principal de vibração para a RMS, sendo que a atividade eletromiográfica do RA e LO foi maior na sessão  $V_{20}$ , comparada à  $V_{00}$  (RA:  $p=0,015$ ; LO:  $p=0,002$ ), assim como para a  $F_{MED}$  de ambos os músculos, que foi maior na sessão  $V_{20}$  comparada a  $V_{00}$  (RA:  $p=0,002$ ; LO:  $p<0,001$ ). Também houve efeito principal de tempo para a RMS de ambos os músculos, visto que a RMS foi maior nos 10f comparado aos 10i do exercício (RA:  $p=0,025$ ; LO:  $p=0,004$ ). Entretanto, com relação à  $F_{MED}$ , houve efeito principal de tempo apenas para o músculo LO, com valor significativamente menor nos 10f comparado aos 10i do exercício independente da situação experimental ( $p=0,019$ ). Não houve efeito principal de tempo para a  $F_{MED}$  do músculo RA ( $p=0,11$ ). Os resultados de RMS e  $F_{MED}$  são apresentados nas figuras 2 e 3.

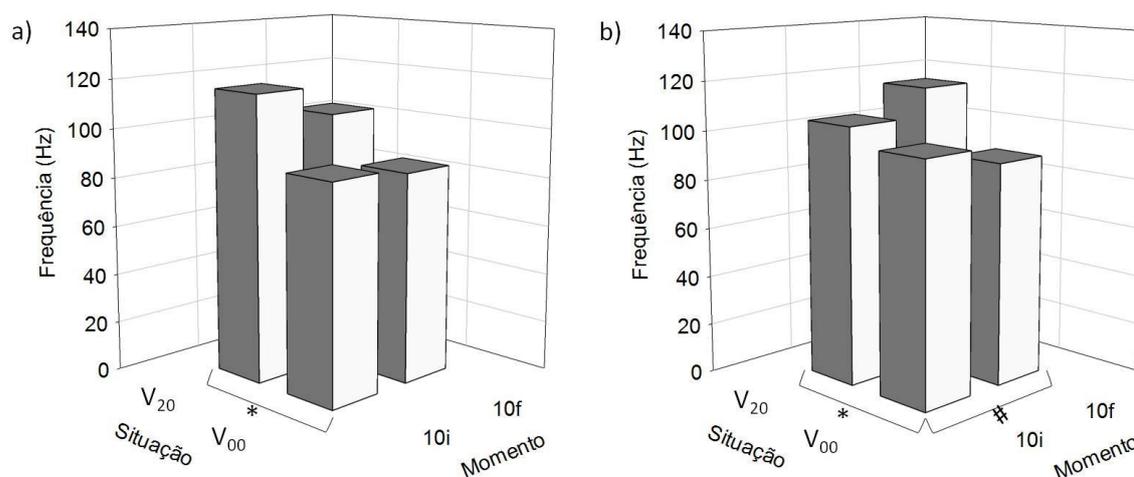


**Figura 2** – Dados da RMS referentes à análise do sinal parcial do músculo Longuíssimo (a) e Reto abdominal (b) nas situações com vibração ( $V_{20}$ ) e sem vibração ( $V_{00}$ ), nos dez segundos iniciais (10i) e nos dez segundos finais (10f) do exercício. Nota: \*Indica diferença significativa em relação a  $V_{00}$ , # Indica diferença significativa em relação aos 10i.



**Fonte:** construção dos autores.

**Figura 3** – Dados da Frequência mediana ( $F_{MED}$ ) referentes à análise do sinal parcial do músculo Longuíssimo (a) e Reto abdominal (b) nas situações com vibração ( $V_{20}$ ) e sem vibração ( $V_{00}$ ), nos dez segundos iniciais (10i) e nos dez segundos finais (10f) do exercício. \* Indica diferença significativa em relação a  $V_{00}$ ; # Indica diferença significativa em relação aos 10i.



**Fonte:** construção dos autores.



## DISCUSSÃO

O objetivo do presente estudo foi verificar se a vibração mecânica aumenta ativação eletromiográfica dos músculos estabilizadores do tronco durante o exercício de *push-up* isométrico. Os resultados mostram que a adição da vibração durante o exercício foi capaz de aumentar a atividade neuromuscular de ambos os músculos analisados, independente do tempo de exercício analisado. Os resultados do presente estudo corroboram para a hipótese de que as vibrações mecânicas promovem maior demanda de atividade neural nos músculos do core, representado pela maior atividade eletromiográfica observada. Os músculos do core tem papel fundamental na manutenção do alinhamento articular da coluna vertebral, fornecendo suporte em situações estáticas e dinâmicas (PALMER et al., 2001). O uso da plataforma vibratória no treinamento do core aparece com o objetivo de intensificar a demanda neural, aumentando o recrutamento das unidades motoras e colaborando com o aumento da ativação neuromuscular (RODRIGUES et al., 2016).

Para estudar se a vibração tem impacto na atividade muscular, vários estudos mensuraram a EMG durante o treinamento com vibração. No entanto, a maioria dos estudos com EMG enfatizaram os músculos dos membros inferiores (CARDINALE; LIM, 2003; VERSCHUEREN, 2004; ROELANTS et al., 2006) e poucos estudos investigaram a atividade muscular dos músculos do core durante o treinamento com vibração.

Com relação aos músculos do core avaliados por meio da EMG, existem poucos estudos na literatura que investigaram o impacto da vibração sobre eles. Wirth e colaboradores (2011) avaliaram os efeitos da VCI sobre os músculos do core em 25 sujeitos de ambos os sexos, utilizando uma frequência de 30Hz e 8 exercícios estáticos. Assim como em nosso estudo, os pesquisadores relataram que houve um aumento nos valores de RMS, mas em contraste com o presente estudo que utilizou somente um exercício estático, foram realizados 3 diferentes exercícios para o core na plataforma, sendo que os efeitos mais altos foram encontrados nos exercícios em que os sujeitos estavam diretamente sentados na plataforma. Isso pode ser explicado pela influência que a distância entre os músculos alvos e a superfície de contato com a plataforma exerce sobre a resposta neuromuscular (ROELANTS et al., 2006). Em outro estudo do mesmo autor foi investigado os efeitos agudos da VCI nos músculos posteriores do tronco e na atividade muscular abdominal em uma amostra similar ao do presente estudo. A adição de vibração resultou em aumentos significativos na atividade



muscular, principalmente nos exercícios para a musculatura abdominal corroborando com os achados do presente estudo.

O impacto crônico do treinamento dos músculos do core utilizando vibrações mecânicas ainda não está bem estabelecido. Em estudos acerca da funcionalidade do core, observa-se diferentes resultados como no estudo de Osawa e colaboradores (2011) que avaliaram a força e resistência dos músculos anteriores e posteriores do core com treinamento de vibração em adultos saudáveis e concluíram que o exercício com adição da vibração, quando comparado ao exercício sem vibração, não promove mudanças na força e resistência muscular. Por outro lado, Maeda e colaboradores (2016) analisaram oito semanas de treinamento com vibração sobre o desempenho da força extensora e flexora de tronco e sua influência em testes funcionais. Os resultados mostraram diferença significativa na força dos músculos flexores do tronco quando os indivíduos eram expostos à vibração em comparação a situação sem vibração.

Apesar da maior atividade eletromiográfica observada no presente estudo, corroborando outros estudos agudos que encontraram resultados similares, os possíveis benefícios crônicos dessa maior demanda neural agudam durante exercícios com vibrações mecânicas ainda precisa ser investigado. Além disso, outros parâmetros biomecânicos como deslocamentos pico a pico e diferentes posições/ângulos articular e adotados no protocolo podem alterar o impacto da vibração mecânica sobre a ativação muscular. O estudo de Perchthaler e colaboradores (2015) por exemplo, verificou que a atividade muscular do tronco e pescoço durante VCI foi significativamente maior em relação à condição sem vibração, sendo que os maiores valores de ativação foram encontrados em amplitudes pico a pico mais elevada, assim como houve influência da condição ângulo do joelho para ativação dos músculos das costas. Sendo assim, deve-se ter cautela com relação aos resultados do nosso estudo, sabendo que tais parâmetros biomecânicos assim como o protocolo adotado podem interferir no resultado da ativação muscular do core.

## CONCLUSÃO

Do ponto de vista da prática, sugere-se que a vibração mecânica possa ser utilizada como meio de promover maior ativação dos músculos estabilizadores do tronco no exercício push-up isométrico. A variação para outros tipos de exercício e ações musculares ainda precisa



ser investigada. Adicionalmente, o treinador deve levar em consideração os parâmetros mecânicos, como a frequência e o tipo de vibração aplicada, uma vez que, a alteração desses parâmetros pode alterar a resposta do sistema neuromuscular.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASHNAGAR, Zinat e colaboradores. The effects of whole-body vibration on EMG activity of the upper extremity muscles in static modified push up position. **Journal of back and Musculoskeletal rehabilitation**, v. 29, p. 557–563, 2016.

BARR, Karen; GRIGGS, Miriam; CADBY, Todd. Lumbar Stabilization. **American journal physical medicine and rehabilitation**, v. 84, n. 6, p. 473–480, 2005.

CARDINALE, Marco; LIM, Jon. Electromyography activity of vastus lateralis muscle during whole-body vibrations of different frequencies. **Journal of strength conditioning research**, v. 17, n. 3, p. 621–624, 2003.

COCHRANE, Darryl. The potential neural mechanisms of acute indirect vibration. **Journal of sports science e medicine**, v. 10, p. 19–30, 2011.

COCHRANE, Darryl. BLACK, Melissa; BARNES, Matthew. Does acute side-alternating vibration exercise enhance ballistic upper-body power? **International journal of sports science and medicine**, v. 35, n. 12, p. 1006–1011, 2014.

EKLUND, Greta; HAGBARTH, Karl Erik. Normal variability of tonic vibration reflexes in man. **Journal experimental neurology**, v. 1, n. 16, p. 80–92, 1966.

HALLAL, Camilla Zamfolini; MARQUES, Nise Ribeiro; GONÇALVES, Mauro. O uso da vibração como método auxiliar no treinamento de capacidades físicas: uma revisão da literatura. **Motriz**, v. 16, n. 2, p. 527–533, 2010.

MAEDA, Noriaki e colaboradores. Effect of whole-body-vibration training on trunk-muscle strength and physical performance in healthy adults: preliminary results of a randomized controlled trial. **Journal physical medicine and rehabilitation**, v. 25, n. 4, p. 357–363, 2016.

NG, Joseph K-F e colaboradores. EMG activity normalization for trunk muscles in subjects with and without back pain. **Journal medicine and science in sports and exercise**, v. 34, n. 7, p. 1082–1086, 2002.

OSAWA, Yasuke; OGUMA Yuko; ONISHI, Shohei. Effects of whole-body vibration training on bone-free lean body mass and muscle strength in young adults. **Journal of sports science and medicine**, v. 10, n. 1, p. 97–104, 2011.



PALMER, Thomas; UHL, Timothy. Interday reliability of peak muscular power outputs on an isotonic dynamometer and assessment of active trunk control using the chop and lift tests. **Journal of the athletic training**, v. 46, n. 2, p. 150-159, 2011.

PERCHTHALER, Dennis e colaboradores. Acute effects of whole-body vibration on trunk and neck muscle activity in consideration of different vibration loads. **Journal of sports science and medicine**, v. 14, n. 1, p. 155-162, 2015.

REINHER, Fernanda Beatriz; CARPES, Felipe Pivetta; MOTA, Carlos Bolli. Influence of core stabilization training on low back pain and stability. **Fisioterapia em movimento**, v. 21, n. 1, p. 123-129, 2008.

RODRIGUES, Renata dos Santos, MENEZES, Nathanny Corrêa, WEIS; Luciana Cezimbra. Os benefícios da plataforma vibratória em pacientes portadores da doença de Parkinson: revisão bibliográfica. Salão de Ensino e de Extensão, 7. **Anais...** Santa Cruz do Sul, BA: Unisc, 2016

ROELANTS, Machteld e colaboradores. Whole-body-vibration-induced increase in leg muscle activity during different squat exercises. **Journal of strength conditioning research**, v. 20, n. 1, p. 124-129, 2006.

SHINOHARA, Minoru. Effects of prolonged vibration on motor unit activity and motor performance. **Journal medicine and science in sports e exercise**, v. 37, n. 12, p. 2120-2125, 2005.

TEIXEIRA, Cauê La Scala e colaboradores. Ten important facts about core training. **ACSM's health & fitness journal**, v. 23, n. 1, p. 16-21, 2019.

TEYHEN, Deydre e colaboradores. Changes in deep abdominal muscle thickness during common trunk-strengthening exercises using ultrasound imaging. **The journal of orthopaedic and sports physical therapy**, v. 38, n. 10, p. 596-605, 2008.

VERSCHUEREN, Sabine e colaboradores. Effect of 6-month whole body vibration training on hip density, muscle strength and postural control in postmenopausal women: a randomized controlled pilot study. **Journal of bone and mineral research**, v. 19, n. 3, p. 352-359, 2004.

WIRTH, Brigitte; ZURFLUH, Stephan; MÜLLER, Roland. Acute effects of whole-body vibration on trunk muscles in young healthy adults. **Journal of electromyography and kinesiology**, v. 28, n. 10, p. 450-457, 2011.

YODAS, James e colaboradores. Electromyographic analysis of gluteus maximus and hamstring activity during the supine resisted hip extension exercise versus supine unilateral bridge to neutral. **Journal physiotherapy theory and practice**, v. 33, n. 2, p. 124-130, 2017.

**Dados do primeiro autor:**

Email: victorcosta.vtf@gmail.com

Endereço: Av. Fernando Correa da Costa, 2367, Bairro Boa Esperança, Cuiabá, MT, CEP: 78060-900, Brasil.



Recebido em: 28/05/2021

Aprovado em: 15/07/2021

**Como citar este artigo:**

COUTINHO, Vitor da Costa e colaboradores. Atividade eletromiográfica de estabilizadores de tronco no exercício push-up isométrico com vibrações mecânicas. **Corpoconsciência**, v. 25, n. 2, p. 149-161, mai./ ago., 2021.

**Agradecimentos:**

Os autores agradecem à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Mato Grosso (FAPEMAT) por proporcionar a aquisição de recursos necessários para a realização desse estudo.

## **A INFLUÊNCIA DO NÍVEL DE FLEXIBILIDADE E DA MOBILIZAÇÃO ARTICULAR NAS VARIÁVEIS BIOMECÂNICAS DA CORRIDA**

**THE INFLUENCE OF THE FLEXIBILITY LEVEL AND ARTICULAR MOBILIZATION IN THE BIOMECHANICAL VARIABLES OF THE RUN**

**LA INFLUENCIA DEL NIVEL DE FLEXIBILIDAD Y LA MOVILIZACIÓN ARTICULAR EN LAS VARIABLES BIOMECÁNICAS DE LA CARRERA**

**Hélen Spadari**

<https://orcid.org/0000-0003-2198-3416> 

<http://lattes.cnpq.br/4295913260136461> 

Universidade de Caxias do Sul (Bento Gonçalves, RS – Brasil)

helenspadari28@hotmail.com

**Guilherme Auler Brodt**

<https://orcid.org/0000-0002-8094-9835> 

<http://lattes.cnpq.br/4124783671364967> 

Universidade de Caxias do Sul (Caxias do Sul, RS – Brasil)

gabrodt@ucs.br

### **Resumo**

O objetivo deste estudo foi verificar a influência do nível de flexibilidade e da mobilização articular de membros inferiores nos parâmetros biomecânicos da corrida, sendo categorizado como um estudo experimental com delineamento transversal. Foram avaliados 12 corredores com idade de  $33 \pm 3$  anos, sendo 6 mulheres e 6 homens; com o banco de Wells, goniômetro e o sistema de análise de biomecânica cinemática da corrida. Após a primeira coleta foi feita a aplicação da mobilização articular e registrado o resultado do banco de Wells e no sistema de análise 3D. Então foi verificada a relação entre flexibilidade e a mobilização articular com as variáveis biomecânicas da corrida, concluindo que houve correlação de ângulo articular a partir da cinemática nos voluntários com maior amplitude de rotação externa (0,4555) e flexão do quadril (0,454), sendo que no teste de sentar e alcançar houve aumento no escore em centímetros após a intervenção.

**Palavras-chave:** Cinemática; Elasticidade; Resistência; Mobilidade; Lesões.

### **Abstract**

The purpose of this study is to verify the influence of the level of flexibility and joint mobilization of lower limbs on the biomechanical parameters of running, being categorized as a controlled experimental study with cross-sectional design. Twelve runners, 6 women and 6 men, aged  $33 \pm 3$  years were evaluated - with the Wells bench, goniometer and gait analysis system of the UCS. After the first collection, the intervention was performed, which consists of the application of joint mobilization and the result of the Wells bank and the 3D analysis system was recorded. Then, the relation between flexibility and joint mobilization with the biomechanical variables of the race will be verified, concluding that was a correlation of joint angle with the kinematics in volunteers with higher range of external rotation (0,4555) and hip flexion (0,454), being that in the sit and reach test there was an increase in the score in centimeters after the intervention.

**Keywords:** Kinematics; Elasticity; Endurance; Mobility; Injuries.

### **Resumen**

El objetivo de este estudio es verificar la influencia del nivel de flexibilidad y movilización articular de miembros inferiores en los parámetros biomecánicos de la carrera, siendo categorizado como un estudio experimental de diseño transversal. Se evaluaron 12 corredores,  $33 \pm 3$  años, 6 mujeres y 6 hombres, con el banco Wells, goniómetro y el análisis de la marcha de la UCS. Después de la primera recolección, se realizó la intervención, que consiste en la aplicación de la movilización conjunta y se registró el resultado del banco Wells y el sistema de análisis 3D. Luego,



se verificó la relación entre flexibilidad y movilización articular con las variables biomecánicas de la carrera, concluyendo que hubo correlación del ángulo articular con la cinemática en los voluntarios con mayor rango de rotación externa (0,4555) y flexión de cadera (0,454), siendo que en el test del cajón (alcanzar sentado) hubo un aumento en la puntuación en centímetros después de la intervención.

**Palabras clave:** Cinemática; Elasticidad; Resistencia; Movilidad; Lesiones.

## INTRODUÇÃO

Assim como em outras modalidades esportivas, a corrida é um meio dinâmico e concreto para desenvolver as pessoas, elevar seus níveis de saúde, promovendo o autoconhecimento, respeito ao próximo, que ensina a aceitar e explorar ao máximo suas possibilidades (RIBEIRO, 2006). Nessas condições houve crescimento no número de praticantes e da quantidade de lesões musculoesqueléticas (ROJO et al., 2017; SCHUBERT, 2014). Desta forma, a ciência vem buscando minimizar tal consequência, sendo a biomecânica uma das áreas que apresenta grande campo para estudo de fatores internos e externos que podem influenciar a ocorrência de lesões (AMADIO; SERRÃO, 2007).

Uma das capacidades físicas que pode ser discutida é a flexibilidade em paralelo à biomecânica, tendo em vista que possui grande influência nas propriedades técnicas dos praticantes e na eficiência dos gestos desportivos (BORGES, 2016). Podendo ser benéfica, quando adequada ou causar instabilidade articular, quando em demasia (PLATONOV, 2003). Sendo que, alguns indícios apontam que a flexibilidade pode estar associada à ocorrência de lesões durante a corrida (NORBERTO; PUGGINA, 2019).

Além da flexibilidade, evidências recentes têm apontado que alterações técnicas na biomecânica da corrida também podem estar relacionadas a ocorrência de lesões como tendinopatia patelar, fascíte plantar, dor patelofemoral e síndrome da banda iliotibial (VANNATTA; HEINERT; KERNOZEK, 2020). Sendo percebidas evidências moderadas de que o aumento da adução do quadril e redução da eversão tornozelos são fatores de risco para lesões relacionadas à corrida. Temos percebido na literatura estudos que apontam intervenções agudas como sendo capazes de alterar os níveis de amplitude de movimento (RUSSO; PONTE, 2011).

Segundo Souza (2016), um importante quadro a ser observado é o padrão de ataque do pé, que pode ser em antepé, mediopé e retropé. O aumento do ângulo de inclinação do pé no contato inicial possui forte correlação com as forças de impacto nas articulações (SOUZA, 2016). Além do ângulo de dorsiflexão durante o contato inicial, o ângulo da tíbia e do joelho também são importantes fatores na mecânica da passada. Ocorre logo depois do



contato inicial, quando o calçado começa a mudar a direção, são considerados importantes para dissipar o impacto. Outras variáveis de destaque são o pico de flexão do joelho, extensão do quadril e o *overstriding*, quando há ultrapassagem do pé na frente do centro de massa da pessoa na fase de aterrissagem (SOUZA, 2016). Sobretudo, a literatura carece de informações que façam a associação entre a flexibilidade com variáveis biomecânicas da corrida e se uma intervenção aguda de mobilização articular seria capaz de alterar tais variáveis biomecânicas durante o contato inicial no plano sagital.

Desta forma, o objetivo do presente estudo foi verificar a relação entre o nível de flexibilidade e mobilidade dos membros inferiores (quadril, joelho e tornozelo) com variáveis biomecânicas do contato inicial no plano sagital e avaliar o efeito da mobilização articular nestes parâmetros biomecânicos da corrida.

## MÉTODOS

### Participantes

Para o cálculo amostral foi utilizado o software G\*Power 3.1.9.2 (FAUL et al., 2007). No programa como input foram utilizados como referência para as variáveis biomecânicas estudadas um tamanho de efeito de 0,8; probabilidade de erro alfa de 0,05 e; poder estatístico de 0,8 para a família de testes T. Sendo calculado tamanho amostral de 12 corredores. Portanto, como amostra foram recrutadas 6 mulheres ( $34 \pm 5$  anos,  $53 \pm 9,5$  kg e  $162 \pm 6$  cm); e 6 homens ( $32 \pm 3$  anos,  $70 \pm 6,2$  kg e  $175 \pm 8$  cm) com velocidade média de competição em prova 5 km de  $14 \pm 3$  km/h (pace aproximado de 5:27 min/km a 3:32 min/km).

Todos os participantes assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido, estavam correndo na rua com regularidade de no mínimo três vezes semanais (20km a 80km semanais), praticando a modalidade há pelo menos um ano sem interrupções maiores que 15 dias. Se estivessem com dores severas ou moderadas agudas os corredores seriam excluídos, o que não ocorreu com nenhum dos voluntários. O presente trabalho foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade de Caxias do Sul. Com a finalidade de caracterizar a amplitude de movimento (ADM) de cada atleta foi realizada Avaliação de ADM completa. Após a Avaliação de ADM, passaram pela avaliação biomecânica antes e após um Protocolo de



intervenção aguda de mobilização articular. Sendo assim, foi possível verificar os efeitos do protocolo de intervenção aguda de mobilização sobre a biomecânica da corrida.

## COLETA DE DADOS

**Avaliação da amplitude de movimento (ADM):** para caracterização da ADM de quadril, joelho e tornozelo foram seguidas as recomendações de Marques (2003) e Batista, (2006). Foram avaliados os ângulos máximos de adução, abdução, rotação interna, rotação externa, flexão e extensão de quadris. Extensão e ângulo poplíteo de joelhos. Para tornozelo: Teste Lunge e flexão plantar. Por fim teste de sentar e alcançar no banco de Wells. Totalizando 11 variáveis de desfecho. Apenas a avaliação do banco de Wells foi realizado antes e após a intervenção aguda de mobilização articular.

**Avaliação da biomecânica da corrida:** Foram aplicados marcadores reflexivos em pontos anatômicos conforme recomendado pelo modelo *plugingait* (NÜESCH ET AL., 2017). Foi realizado aquecimento em esteira ergométrica (Super ATL - Inbramed Porto Alegre, BR) por 7 a 10 minutos em velocidade confortável até chegar na velocidade de competição referida pelo participante (competição em que apresenta melhor desempenho). Foi mantida a velocidade de competição constante por 10 minutos e então foi capturado o posicionamento tridimensional dos marcadores utilizando sistema de cinemetria de 7 câmeras infravermelho (VICON MX systems, Oxford Metrics Group, UK) a uma taxa de 100Hz. Trinta segundos foram gravados e 5 passadas completas com sinal consistente foram analisadas. As variáveis cinemáticas de desfecho selecionadas foram os ângulos no contato inicial (ACI) no plano sagital da pelve, quadril, joelho e tornozelo fornecidos pelo software Polygon. Foi realizada coleta da biomecânica da corrida antes e após o protocolo de intervenção aguda de mobilização articular.

**Protocolo de intervenção aguda de mobilização articular:** Entre as avaliações de corrida e teste foi realizada a intervenção de mobilização articular que consistiu em seis exercícios dinâmicos: dorsiflexão e plantiflexão completa de tornozelos, alternada entre membros em degrau (figura 1A), circundação de cada tornozelo com a ponta dos dedos apoiada sobre o solo (figura 1B), pêndulo em grande ADM de flexo-extensão do quadril no plano sagital (figura 1C) e de abdução-adição no plano coronal (figura 1D), transição do tronco para esquerda e direita no plano coronal a partir da abdução do quadril e extensão do joelho

ipsilateral e abdução do quadril e flexão do joelho contralateral (figura 1E). Por fim, uma sequência de alongamentos dinâmicos do quadríceps, glúteos e isquiotibiais repetidos 5 vezes para cada membro (figura 1F).

**Figura 1** – Sequência de exercícios de mobilização realizados como intervenção do estudo



**Fonte:** acervo dos autores

## ANÁLISE ESTATÍSTICA

Para comparação das variáveis de desfecho antes e depois da intervenção originadas da avaliação biomecânica e de ADM foi utilizado um teste T para medidas repetidas junto ao d de Cohen para cada comparação, após confirmar a normalidade dos dados. Para verificar se existe correlação entre as variáveis de desfecho pré-intervenção foi realizado o teste de correção P de Pearson. Para as variáveis que apresentassem correlação significativa foi elaborado um gráfico com a linha de tendência, equação e  $R^2$ . Todas as análises estatísticas foram realizadas no SPSS 21.0 sendo o alfa adotado menor a 0,05.

## RESULTADOS

As variáveis cinemáticas de desfecho da avaliação biomecânica não apresentaram diferença significativa antes e depois da intervenção. A cadência durante a corrida também parece não sofrer interferências da intervenção de mobilização. A avaliação do banco de Wells



apresentou aumento médio de 2,9 cm (tabela 1). A tabela 2 apresenta os resultados dos ângulos articulares para fins de descrição das avaliações.

**Tabela 1** – Resultados da estatística descritiva e inferencial das variáveis da corrida e banco de Wells avaliadas

Variável	Pré (M±DP)	Pós (M±DP)	p	TE
ACI Pelve (graus)	20,34 ± 5,93	20,11 ± 5,79	0,901	<0,01
ACI Quadril (graus)	43,78 ± 6,28	43,75 ± 6,44	0,984	<0,01
ACI Joelho (graus)	10,59 ± 3,86	10,23 ± 2,97	0,622	<0,01
ACI Tornozelo (graus)	6,7 ± 3,65	6,59 ± 4,72	0,694	<0,01
Cadência (passos por min)	173,83 ± 5,47	173,67 ± 4,59	0,267	<0,01
Wells (centímetros)	25,82 ± 8,34	28,72 ± 7,25	0,001*	0,399

M: média. DP: desvio padrão. ACI: ângulo no contato inicial. TE tamanho de efeito avaliado pelo d de Cohen

**Fonte:** construção dos autores

**Tabela 2** – Tabela descritiva dos resultados dos ângulos articulares obtidas na avaliação da amplitude de movimento

<b>Quadril</b>	<b>M ±DP (IC<sub>95%</sub>)</b>
Abdução de quadril	67° ±10° (47° - 87°)
Rotação Interna	44° ±12° (20° - 68°)
Rotação Externa	51° ±11° (29° - 73°)
Flexão	121° ±9° (103° - 140°)
Extensão	29° ±7° (16° - 43°)
Adução	50° ±14° (22° - 78°)
<b>Joelho</b>	<b>M ±DP (IC)</b>
Flexão	137° ±8° (122° - 153°)
Extensão	-3° ±3° (-10° - 4°)
Angulo Poplíteo	46° ±15° (17° - 75°)
<b>Tornozelo</b>	<b>M ±DP (IC)</b>
Teste Lunge	41° ±8° (26° - 56°)
Flexão plantar	47° ±13° (20° - 73°)

M: média DP: desvio padrão; IC<sub>95%</sub> intervalo de confiança para 95% dos dados

**Fonte:** construção dos autores



Foram encontradas duas correlações significativas entre as variáveis cinemáticas da corrida e as medidas de ADM (tabela 3). Onde os indivíduos com maior mobilidade de rotação externa do quadril apresentavam, no contato inicial, joelho mais flexionado (Figura 2). Os indivíduos que apresentaram o contato inicial em maior dorsiflexão eram os com maior mobilidade em flexão do quadril (Figura 3).

**Tabela 3** – Resultados da correlação de Pearson com ângulos articulares e a cinemática da corrida

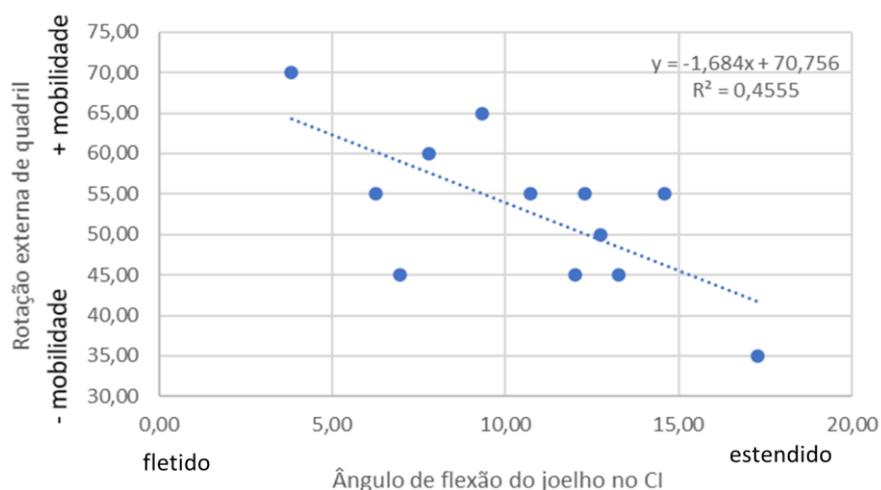
	Correlações										
	Q Abd	Q RI	Q RE	Q FL	Q EXT	Q ADU	J FLEX	J EXT	J POPL	T LUNGE	T PLANT
Wells PRÉ											
R <sup>2</sup>	0,043	0,021	0,148	0,277	0,133	0,031	0,022	0,003	0,014	0,016	0,001
P	0,208	0,143	0,384	0,526	0,365	0,176	0,160	0,181	0,094	0,206	0,023
Sig	0,517	0,656	0,218	0,079	0,244	0,583	0,620	0,574	0,772	0,520	0,942
ACI Pelve Pre											
R <sup>2</sup>	0,006	0,048	0,032	0,018	0,001	0,000	0,281	0,000	0,011	0,055	0,110
P	0,079	-0,218	0,179	0,134	-0,032	-0,004	-0,525	-0,344	-0,151	-0,310	-0,277
Sig	0,806	0,495	0,578	0,679	0,922	0,990	0,079	0,273	0,640	0,326	0,384
ACI Quadril Pre											
R <sup>2</sup>	0,048	0,043	0,021	0,073	0,027	0,038	0,144	0,002	0,013	0,002	0,103
P	-0,219	-0,208	0,144	0,270	-0,164	-0,196	-0,385	-0,324	-0,083	-0,111	-0,291
Sig	0,495	0,517	0,655	0,396	0,610	0,542	0,216	0,304	0,798	0,730	0,359
ACI Joelho Pre											
R <sup>2</sup>	0,193	0,072	<b>0,456</b>	0,033	0,037	0,179	0,157	0,027	0,011	0,068	0,054
P	-0,439	0,268	<b>-0,675*</b>	0,183	-0,193	0,423	0,347	-0,173	0,200	0,178	0,064
Sig	0,153	0,400	<b>0,016</b>	0,570	0,548	0,171	0,270	0,591	0,534	0,579	0,844
ACI Torn. Pre											
R <sup>2</sup>	0,019	0,083	0,046	<b>0,454</b>	0,160	0,008	0,321	0,583	0,642	0,027	0,009
P	0,139	0,287	0,214	<b>,674*</b>	0,400	0,088	0,521	-0,093	-0,049	0,383	0,429
Sig	0,666	0,365	0,503	<b>0,016</b>	0,197	0,785	0,082	0,773	0,880	0,219	0,164
CAD Pre											
R <sup>2</sup>	0,006	0,085	0,199	0,035	0,225	0,008	0,001	0,058	0,045	0,048	0,072
P	-0,078	0,292	-0,446	-0,186	-0,474	-0,087	-0,082	-0,039	0,124	-0,454	0,048
Sig	0,810	0,357	0,146	0,562	0,119	0,787	0,800	0,904	0,702	0,138	0,883

P indica o valor P de Pearson encontrado. ACI: Ângulo no contato inicial / CAD: cadência / Pre: pré-intervenção / Torn: tornozelo / Q\_Abd: abdução do quadril / Q\_RI: rotação interna do quadril / Q\_RE: rotação externa do quadril / Q\_FL: flexão do quadril / QEXT: extensão do quadril / QADU: adução de quadril / JFLEX: flexão de joelho / JEXT: extensão de joelho / JPOPL: ângulo poplíteo do joelho / T\_LUNGE: Lunge Test para tornozelo / T\_PLANT: flexão plantar

**Fonte:** construção dos autores

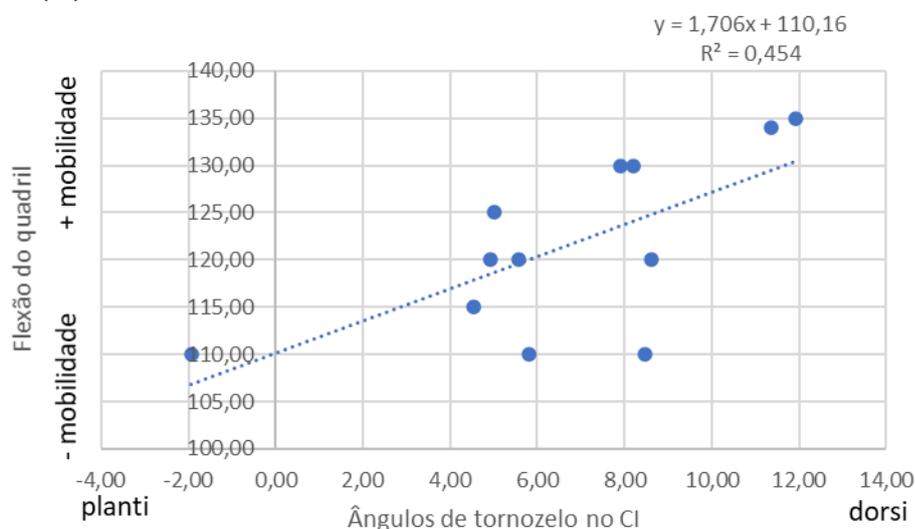


**Figura 2** – Correlação entre ângulo de rotação externa do quadril com o ângulo de flexão do joelho no contato inicial da corrida



**Fonte:** construção dos autores

**Figura 3** – Correlação entre o ângulo de flexão do quadril com o ângulo do tornozelo no contato inicial (CI) da corrida



**Fonte:** construção dos autores

## DISCUSSÃO

Uma capacidade que é discutida na área da corrida é a flexibilidade. Em qual momento do treinamento seria mais eficiente, se esta capacidade realmente é influente no desempenho e de que forma pode ser útil, tanto no gerenciamento de uma lesão e/ou na otimização do movimento. Borges (2016) enfatiza que a flexibilidade possui grande influência nas propriedades técnicas dos praticantes e na eficiência dos gestos desportivos, visto que é



determinada pela execução de uma atividade em grau de mobilidade máxima do músculo e da articulação.

Apesar de não poder concluir diretamente relação sobre a causa e efeito, podemos aceitar o coeficiente de correlação ao quadrado (conhecido como o coeficiente de determinação,  $r^2$ ) como uma medida da quantidade de variação em uma variável que é explicada pela outra. Então, o  $r^2$  pode nos dizer o quanto de variabilidade ocorre (FIELD, 2009) entre variáveis. Desta forma, pode-se dizer que a ADM de rotação externa do quadril é capaz de explicar cerca de 45% da variação do ângulo de flexão do joelho no contato inicial. Bem como, a ADM de flexão do quadril foi capaz de explicar cerca de 45% da variação do ângulo do tornozelo no contato inicial.

A relação existente entre a flexibilidade e a técnica de corrida pode estar relacionada a diminuição ao aumento do relaxamento muscular e a influência que a mobilidade articular tem capacidade de produção de força e potência (MONTEIRO, 2006). Além disso, maiores níveis de flexibilidade podem auxiliar na economia de energia durante tarefas como a corrida, já que há relação entre potencial elástico muscular – capacidade de armazenar e liberar energia - com o comprimento dos fascículos e a unidade musculotendínea (JUNIOR, 2007; BORGES, 2016).

Pileggi e colaboradores (2010) apontam para a deficiência de flexibilidade articular como um fator para predisposição de lesões. Silva e Jube (2020) concluem que ganhos de flexibilidade podem influenciar na diminuição do gasto energético e na proteção das estruturas sobrecarregadas durante a corrida. No presente estudo, não foi possível verificar efeitos de uma intervenção aguda nas medidas de amplitude de movimento, com exceção da medida do Banco de Wells, isso se deve provavelmente ao fato do banco de Wells ser um teste que envolve múltiplas cadeias musculares posteriores, que vão desde a panturrilha até os extensores de tronco. Essa grande abrangência muscular desse teste talvez o torne sensível a questões como o aquecimento do corpo causado durante o teste de corrida ou às mobilizações realizadas no estudo em detrimento às demais medições de ADM. Concordando com Rosa e Montandon (2006) que relata o uso do aquecimento antes do alongamento, pois acredita-se que o aumento da temperatura dentro do músculo gera mais plasticidade da musculatura e tendões, por consequência, aumentando a amplitude de movimento e diminuindo riscos de lesões musculares. De um ponto de vista descritivo, se pode notar pelos valores alcançados pelos voluntários no teste de sentar e alcançar e ângulos articulares é que



de maneira geral, os participantes possuem valores dentro da normalidade (MARQUES, 2003; RIBEIRO, 2010).

Os indivíduos com maior mobilidade de flexão de quadril apresentaram maior dorsiflexão, já os indivíduos com menor mobilidade tiveram maior plantiflexão durante o contato inicial da corrida. A maior mobilidade na flexão do quadril sugere a existência de maior flexibilidade da cadeia posterior, o que parece ter associação com a dorsiflexão no tornozelo durante a corrida. Ou seja, os indivíduos que apresentaram valores menores de flexão do quadril, possuem uma descarga de peso na parte anterior (antepé) do pé associada à diminuição de flexibilidade da cadeia posterior do membro inferior, conduzindo a menores ângulos de dorsiflexão do tornozelo. Apesar de não ser possível estabelecer relação entre causa e efeito, treinadores podem utilizar essa informação para utilizar ganhos de mobilidade de quadril como ferramenta para ajustes na técnica da pisada durante a corrida. Um mecanismo que poderia explicar esse resultado seria a presença de uma “pré-tensão” passiva em tecidos antagonistas da articulação do quadril (SOUZA, 2012). Essa “pré-tensão” pode ter causado uma espécie de frenagem da articulação do quadril levando o contato inicial a acontecer em antepé (maior plantiflexão). Ou o contrário também pode ser verdadeiro: indivíduos que tem o hábito de correr em antepé podem ter desenvolvido maior tensão na articulação do quadril devido a essa estratégia de corrida. Sugerem-se estudos que avaliem o desenvolvimento crônico de mobilidade de quadril para verificar a existência de efeitos a longo prazo na articulação do tornozelo e sua relação entre causa e efeito.

Já os resultados evidenciados nos graus de extensão joelho no contato inicial da corrida, indica que pode ocorrer *overstriding* – quando há ultrapassagem do pé na frente do centro de massa da pessoa devido ao aumento da extensão do joelho (SOUZA, 2016) – fenômeno este que ocorre devido ao joelho exageradamente estendido durante o contato inicial. Essa diminuição da flexão joelho no contato inicial que pode estar relacionada com o *overstring*, foi percebido nos indivíduos que possuem menor mobilidade de rotação externa do quadril. Os músculos rotadores externos de quadril são importantes estabilizadores durante a corrida, talvez a falta de mobilidade em rotação externa indique um déficit de controle dessa musculatura e/ou articulação, o que levaria a uma corrida com o joelho mais estendido. Quando corremos com os joelhos mais estendidos diminuimos a sobrecarga no quadril e aumentamos no tornozelo (LIEBERMAN, 2015). Com isso, propor intervenções de força e



mobilidade de quadríceps e rotadores externos do quadril pode ser algo a ser experimentado no âmbito da preparação física desses atletas.

Sugerimos para estudos futuros que as variáveis cinemáticas e ADM devem ser juntamente com histórico de lesões investigadas para possíveis associações. Além disso o efeito crônico de intervenções de flexibilidade também pode ser algo capaz de causar alterações na cinemática da corrida no plano sagital.

## CONCLUSÃO

As variáveis cinemáticas de ângulo articular da pelve, quadril, joelho e tornozelo durante o contato inicial da corrida não apresentaram diferença significativa após a intervenção aguda de mobilização. A cadência durante a corrida também parece não sofrer interferências da intervenção de mobilização. Os indivíduos com maior mobilidade de rotação externa do quadril apresentaram contato inicial com joelho mais flexionado e os indivíduos com maior mobilidade em flexão do quadril apresentaram contato inicial com maior dorsiflexão.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMADIO, Alberto Carlos; SERRÃO, Júlio Cerca. Contextualização da biomecânica para a investigação do movimento: fundamentos, métodos e aplicações para análise da técnica esportiva. **Revista brasileira de educação física e esporte**, v. 21, p. 61-85, 2007.

BATISTA, Lucia Helena e colaboradores. Avaliação da amplitude articular do joelho: correlação entre as medidas realizadas com o goniômetro universal e no dinamômetro isocinético. **Brazilian journal of physical therapy**, v. 10, n. 2, p. 193-198, 2006.

BORGES, José Manuel. **Teoria e metodologia do treino desportivo**: modalidades individuais. Lisboa, Portugal: Instituto Português do Desporto e Juventude, 2016.

FAUL, Franz e colaboradores. G\* Power 3: A flexible statistical power analysis program for the social, behavioral, and biomedical sciences. **Behavior research methods**, v. 39, n. 2, p. 175-191, 2007.

FIELD, Andy. **Descobrendo a estatística usando o SPSS**. 2. ed. Porto Alegre, RS: Artmed, 2009.

JUNIOR, Abdallah Achour. Alongamento e flexibilidade: definições e contraposições. **Revista brasileira de atividade física & saúde**, v. 12, n. 1, p. 54-58, 2007.



LIEBERMAN, Daniel E. e colaboradores. Effects of stride frequency and foot position at landing on braking force, hip torque, impact peak force and the metabolic cost of running in humans. **Journal of experimental biology**, v. 218, n. 21, p. 3406-3414, 2015.

MARQUES, Amélia Pasqual. **Manual de goniometria**. 2. ed. Barueri, SP: Manole, 2003.

MONTEIRO, Gizele de Assis. **Treinamento da flexibilidade: sua aplicabilidade para saúde**. Londrina, PR: Midiograf, 2006.

NÜESCH, Corina e colaboradores. Measuring joint kinematics of treadmill walking and running: comparison between an inertial sensor based system and a camera-based system. **Journal of biomechanics**, v. 57, p. 32-38, 2017.

NORBERTO, Matheus Silva; PUGGINA, Enrico Fuini. Relações entre flexibilidade de membros inferiores e índice de lesões em modalidades de resistência. **Revista brasileira de ciências do esporte**, v. 41, n. 3, p. 290-297, 2019.

PILEGGI, Paula e colaboradores. Incidência e fatores de risco de lesões osteomioarticulares em corredores: um estudo de coorte prospectivo. **Revista brasileira de educação física e esporte**, v. 24, n. 4, p. 453-462, 2010.

PLATONOV, Vladimir Nicolaievitch; BULATOVA, Marina M. **A preparação física**. Rio de Janeiro: Sprint, 2003.

RANGEL, Gabriel Mamoru Masuda; FARIAS, Joni Márcio de. Incidência de lesões em praticantes de corrida de rua no município de criciúma, Brasil. **Revista brasileira de medicina do esporte**, v. 22, n. 6, p. 496-500, 2016.

RIBEIRO, Cibele Calvi Anic e colaboradores. Nível de flexibilidade obtida pelo teste de sentar e alcançar a partir de estudo realizado na Grande São Paulo. **Revista brasileira cineantropometria desempenho humano**, v. 12, n. 6, p. 415-421, 2010.

RIBEIRO, Nuno Cobra. **A semente da vitória**. 84. ed. São Paulo: Senac, 2006.

ROJO, Jeferson Roberto e colaboradores. Transformações no modelo de corridas de rua no Brasil: um estudo na Prova Rústica Tiradentes. **Revista brasileira de ciência e movimento**, v. 25, n.1, p. 19-28, 2017.

ROSA, Alexandre Carlos; MONTANDON, Ivana. Efeitos do aquecimento sobre a amplitude de movimento: uma revisão crítica. **Revista brasileira de ciência e movimento**, v. 14, n. 2, p. 103-110, 2008.

RUSSO, André Faria; ADAIL, Karla Paula; PONTE, Maria Glesilene. A eficácia do alongamento ativo comparado ao ultrassom terapêutico no ganho de flexibilidade aguda dos músculos isquiotibiais. **Fisioterapia Ser**, v. 6, p. 4-8, 2011.



SCHUBERT, Amy G.; KEMPF, Jenny; HEIDERSCHEIT, Bryan C. Influence of stride frequency and length on running mechanics: a systematic review. **Sports health**, v. 6, n. 3, mai./ jun., 2014.

SILVA, Renata Cristina Araujo; JUBE, Lucas Paranaíba Medeiros. **Os benefícios da prática do método pilates para corredores:** uma revisão da literatura. Disponível em: <<https://ceafi.edu.br/site/wp-content/uploads/2019/05/os-beneficios-da-pratica-do-metodo-pilates-para-corredores-uma-revisao-da-literatura.pdf>> Acesso em: 26 de nov. 2020.

SOUZA, Thales Rezende de. **Relação entre o torque de rotação lateral do quadril e a cinemática do pé.** 2012. 134 f. Tese (Doutorado em Ciências da Reabilitação). Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, MG, 2012.

SOUZA, Richard B. An evidence-based videotaped running biomechanics analysis. **Physical medicine rehabilitation clinics**, v. 27, n. 1, p. 217-236, 2016.

VANNATTA, C. Nathan; HEINERT, Becky L.; KERNOZEK, Thomas W. Biomechanical risk factors for running-related injury differ by sample population: A systematic review and meta-analysis. **Clinical biomechanics**, v. 75, p. 104991, 2020.

**Dados da primeira autora:**

Email: [helenspadari28@hotmail.com](mailto:helenspadari28@hotmail.com)

Endereço: Alameda João Dal Sasso, 800, Universitário, Bento Gonçalves, RS, CEP: 95705-266, Brasil.

Recebido em: 29/04/2021

Aprovado em: 15/07/2021

**Como citar este artigo:**

SPADARI, Hélien; BRODT, Guilherme Auler. A influência do nível de flexibilidade e da mobilização articular nas variáveis biomecânicas da corrida. **Corpoconsciência**, v. 25, n. 2, p. 162-174, mai./ ago., 2021.

**EFEITO AGUDO DA CORRIDA COM OS PÉS DESCALÇO SOBRE AS COMPONENTES ANTEROPOSTERIOR E MEDIOLATERAL DA FORÇA DE REAÇÃO DO SOLO**

**SHORT-TERM EFFECTS OF BAREFOOT RUNNING ON ANTEROPOSTERIOR AND MEDIOLATERAL COMPONENTS OF GROUND REACTION FORCE**

**EFFECTO AGUDO DEL CORRER DESCALZO SOBRE LAS COMPONENTES ANTEROPOSTERIOR Y MEDIOLATERAL DE LA FUERZA DE REACCIÓN DEL SUELO**

**Ana Paula da Silva Azevedo**

<https://orcid.org/0000-0002-0430-8040> 

<http://lattes.cnpq.br/0987782639429253> 

Universidade de São Paulo (São Paulo, SP – Brasil)  
anaazevedo@usp.br

**Carlos Alberto Cardoso Filho**

<https://orcid.org/0000-0003-3204-9397> 

<http://lattes.cnpq.br/0248219632673942> 

Universidade de São Paulo (São Paulo, SP – Brasil)  
carlos.filho@alumni.usp.br

**Wilson Pereira Lima**

<https://orcid.org/0000-0002-1832-5108> 

<http://lattes.cnpq.br/9144131870576428> 

Universidade de São Paulo (São Paulo, SP – Brasil)  
wplima22@gmail.com

**Maura de Arruda Botelho Colturato**

<https://orcid.org/0000-0003-3649-5060> 

<http://lattes.cnpq.br/3635399924473627> 

Universidade de São Paulo (São Paulo, SP – Brasil)  
mauracolturato@gmail.com

**Júlio Cerca Serrão**

<https://orcid.org/0000-0002-3646-3387> 

<http://lattes.cnpq.br/9124685212860479> 

Universidade de São Paulo (São Paulo, SP – Brasil)  
jcserrao@usp.br

**Resumo**

Este estudo investigou o efeito agudo da corrida descalço sobre parâmetros selecionados das componentes anteroposterior e mediolateral da Força de Reação do Solo (FRS) em corredores habituados ao uso do calçado esportivo. Setenta e um corredores recreacionais, inexperientes em corrida descalço, correram em velocidade auto-selecionada por uma distância de 9 metros em piso fixo equipado com plataformas de força, sob duas condições: calçados e descalços. Os picos de frenagem e aceleração da componente anteroposterior, bem como os picos



mínimo e máximo da componente mediolateral foram obtidos. O pico de frenagem foi menor, enquanto o pico de aceleração foi maior na corrida descalço. Em contrapartida, a magnitude de ambos os picos mínimo e máximo foram maiores na condição descalço. Em síntese, a corrida descalço altera agudamente parâmetros selecionados das componentes anteroposterior e mediolateral da FRS relacionados à sobrecarga e ao desempenho de corredores habituados ao uso do calçado esportivo.

**Palavras-chave:** Locomoção; Biomecânica; Sobrecarga; Desempenho.

#### Abstract

This study investigated the short-term effects of barefoot running on selected parameters of the anteroposterior and mediolateral components of the Ground Reaction Force (GRF) in runners used to wearing athletic shoes. Seventy-one recreational runners, inexperienced in barefoot running, ran at a self-selected speed for a distance of 9 meters on a fixed floor equipped with force platforms, under two conditions: shod and barefoot. The braking and acceleration peaks of the anteroposterior component, as well as the minimum and maximum peaks of the mediolateral component were obtained. The braking peak was lower, while the acceleration peak was higher in barefoot running. In contrast, the magnitude of both the minimum and maximum peaks were greater in the barefoot condition. In summary, barefoot running acutely alters selected parameters of the anteroposterior and mediolateral components of the FRS related to the overload and performance of runners used to wearing sports shoes.

**Keywords:** Locomotion; Biomechanics; Overload; Performance.

#### Resumen

Este estudio investigó el efecto agudo de correr descalzo en parámetros seleccionados de los componentes anteroposterior y mediolateral de la fuerza de reacción del suelo (FRS) en corredores acostumbrados a usar calzado deportivo. Setenta y un corredores recreativos, sin experiencia en correr descalzo, corrieron a una velocidad autoseleccionada por una distancia de 30 pies en un piso fijo equipado con plataformas de fuerza, bajo dos condiciones: zapatos y descalzo. Se obtuvieron los picos de frenado y aceleración de la componente anteroposterior, así como los picos mínimos y máximos de la componente mediolateral. El pico de frenado fue menor, mientras que el pico de aceleración fue mayor al correr descalzo. Por el contrario, la magnitud de los picos tanto mínimo como máximo fue mayor en la condición de descalzo. En resumen, correr descalzo altera de forma aguda parámetros seleccionados de los componentes anteroposterior y mediolateral del FRS relacionados con la sobrecarga y el rendimiento de los corredores acostumbrados a llevar calzado deportivo.

**Palabras clave:** Locomoción; Biomecánica; Sobrecarga; Actuación.

## INTRODUÇÃO

A corrida com os pés descalços tem sido apontada como uma estratégia de locomoção potencialmente capaz de alterar a técnica de movimento, reduzir as forças externas e, conseqüentemente, diminuir os riscos de lesões em corredores (LIEBERMAN et al., 2010a; ALTMAN; DAVIS, 2012; 2016; DAOUD et al., 2012; WILLY; DAVIS, 2014; DA SILVA AZEVEDO et al., 2016a; HOLLANDER et al., 2019). Considerando-se especificamente a Força de Reação do Solo (FRS), principal força externa atuante durante a corrida, há evidências de que importantes variáveis da sua componente vertical relacionadas ao controle de choque mecânico sofrem a influência da condição descalço (DIVERT et al., 2005; LIEBERMAN et al., 2010b; WILLY; DAVIS, 2014; DA SILVA AZEVEDO et al., 2016a, 2016b; HOLLANDER et al., 2019). Enquanto a literatura reporta aumentos no pico passivo ( $F_{y1}$ ) e taxa de desenvolvimento da força ao longo desse pico (TDF1) como efeitos agudos da corrida descalço (WIT; CLERCQ; AERTS, 2000; LOHMAN; BALAN SACKIRIYAS; SWEN, 2011; FLEMING et al., 2015), sugerindo aumento do impacto



recebido, outros estudos apontam a redução dessas mesmas variáveis em resposta ao uso crônico da corrida descalça, sugerindo a possibilidade do aparelho locomotor se adaptar e aperfeiçoar seu controle de impacto sob essa condição (LIEBERMAN et al., 2010b; WARNE et al., 2013; SAMAAN; RAINBOW; DAVIS, 2014; WARNE; WARRINGTON, 2014; KHOWAILED et al., 2015; DA SILVA AZEVEDO et al., 2016a, 2016b; HOLLANDER et al., 2019).

O fato do transiente de impacto da componente vertical da FRS e sua taxa de desenvolvimento estarem associados a diversas lesões relacionadas à corrida, como fraturas por estresse, dor patelofemoral e fasciite plantar (MILNER et al., 2006; SARAGIOTTO et al., 2014; DAVIS; BOWSER; MULLINEAUX, 2016; SUN et al., 2020), tem suscitado concentração dos estudos acerca desta temática na componente vertical da FRS, havendo poucos dados sobre o comportamento das componentes anteroposterior e mediolateral dessa força diante da adoção da corrida com os pés descalços. Embora apresentem magnitudes significativamente menores que as observadas para a componente vertical, as componentes anteroposterior e mediolateral podem fornecer valiosas informações acerca do movimento, sobretudo relacionadas ao controle de sobrecarga e desempenho na corrida.

A componente anteroposterior da FRS ( $F_x$ ) apresenta, em média, magnitude de 0,5 PC (peso corporal), refletindo a aceleração horizontal do indivíduo (na direção do movimento) e as forças geradas em resposta ao comportamento dessa aceleração durante a fase de apoio (HAMILL; KNUTZEN; DERRICK, 2015). Esta componente é caracterizada por um pico de frenagem no início do apoio, relacionado às forças de fricção exercidas contra o corredor e absorvidas durante a desaceleração; e por um pico de aceleração no final do apoio, representando as forças propulsivas geradas pelo corredor na direção do movimento (HAMILL; KNUTZEN; DERRICK, 2015). Considerando-se que a minimização do pico de frenagem e maximização do pico de aceleração poderia indicar menores sobrecargas sobre as estruturas no eixo anteroposterior e menor desaceleração do corredor, a investigação dos efeitos da corrida descalço sobre esses componentes contribuiria para maior entendimento do controle de sobrecarga e desempenho na corrida (HUNTER; MARSHALL; MCNAIR, 2005; HAMILL; KNUTZEN; DERRICK, 2015).

A componente mediolateral da FRS ( $F_z$ ) é um pouco mais variável e menos consistente entre os indivíduos, apresentando magnitude média de 0,1 PC, e representa as forças geradas de um lado a outro do pé em resposta a aceleração neste eixo ao longo da fase de apoio (HAMILL; KNUTZEN; DERRICK, 2015). Considerando que esta componente está



relacionada aos movimentos de pronação e supinação (HAMILL; KNUTZEN; DERRICK, 2015), alterações na componente mediolateral podem induzir a movimentos articulares excessivos no tornozelo. Sabendo-se que movimentos excessivos de pronação e supinação são associados a dores na perna e joelho de corredores (WILLEMS et al., 2006; RODRIGUES; TENBROEK; HAMILL, 2013) (23,24), acessar o efeito da corrida descalço sobre essa componente torna-se relevante.

Diante da potencial contribuição das componentes anteroposterior e mediolateral no entendimento da sobrecarga e desempenho na corrida, e considerando a escassez de dados acerca do comportamento destes parâmetros durante a corrida descalço, o propósito deste estudo foi verificar o efeito agudo da corrida com os pés descalços sobre variáveis selecionadas das componentes anteroposterior e mediolateral da FRS de corredores habituados ao uso do calçado esportivo. Mais especificamente, o estudo investigou o efeito da corrida descalço sobre os picos de frenagem e aceleração da componente anteroposterior e sobre os picos mínimo e máximo da componente mediolateral da FRS de corredores inexperientes nesta condição de corrida.

## **MATERIAIS E MÉTODOS**

Setenta e um corredores recreacionais habituados ao uso do calçado esportivo (26 homens e 45 mulheres;  $28.41 \pm 4.87$  anos;  $62.48 \pm 24.33$  kg;  $1.66 \pm 0.09$  m) foram recrutados para participar do estudo. Um questionário prévio foi aplicado a fim de obter informações acerca da experiência em corrida, volume semanal de treino e lesões prévias nos membros inferiores. Para inclusão, os participantes deveriam ter idade entre 18 e 40 anos, possuir alguma experiência na prática da corrida, não estarem acometidos por nenhuma lesão ortopédica e/ou problema de saúde, nem apresentar histórico de lesão nos últimos 12 meses. Adicionalmente, não possuir experiência anterior em corrida com proteção plantar reduzida (descalço ou com calçados minimalistas) era também um critério fundamental para inclusão no estudo. Participantes que apresentaram problema de saúde, histórico de lesão nos últimos 12 meses, e/ou experiência anterior em corrida com proteção plantar reduzida foram excluídos do estudo. Todos os participantes foram informados sobre os objetivos e procedimentos do estudo, assinando o termo de consentimento informado. O desenho experimental do presente estudo foi aprovado pelo comitê de ética local.



Cada participante foi avaliado em uma única sessão de teste. A primeira etapa correspondeu à aferição e mensuração de dados antropométricos (como massa e estatura). Em seguida, um período de 5 minutos de aquecimento e adaptação ao ambiente foi fornecido aos participantes. Ao término da familiarização, os participantes executaram corridas intermitentes, em velocidade auto-selecionada, por uma distância de 9 metros sobre um piso fixo equipado com duas plataformas de força. Os participantes corriam até que o número de tentativas válidas necessário fosse obtido (totalizando, em média, 20 minutos de teste). Os participantes eram instruídos a adotar uma velocidade confortável, que pudesse ser mantida em uma hipotética situação de 30 minutos de corrida. Esse procedimento foi realizado para a corrida com o uso do calçado esportivo habitual do participante e para a corrida com os pés descalços, na mesma sessão de teste, havendo 2 minutos de intervalo entre cada uma das condições. A ordem das condições experimentais foi determinada de maneira randomizada. Parâmetros relacionados às componentes anteroposterior (horizontal) e mediolateral da Força de Reação do Solo (FRS) foram obtidos (a 3000 Hz) por intermédio de duas plataformas de força do tipo “strain gauge” (AMTI BP600900 - 2000; Watertown, EUA) posicionadas na segunda metade da distância de 9 m.

Rotinas matemáticas em ambiente Matlab foram utilizadas para o processamento e tratamento matemático dos dados. Inicialmente, os dados de FRS foram processados a partir de um filtro Butterworth de 4ª ordem, com frequência de corte de 90 Hz. O início e fim de cada apoio foi determinado utilizando-se um limiar de 20 N. Os dados de FRS foram normalizados pelo peso corporal dos indivíduos, enquanto o tempo foi normalizado pelo tempo total de apoio. A partir desta análise, foram obtidos os seguintes parâmetros da FRS: pico máximo (FzMáx) e pico mínimo (FzMín) da componente mediolateral, relacionados à atenuação de choque mecânico neste eixo; pico da componente anteroposterior durante a fase de frenagem (Fx1\_Fren), relacionado à desaceleração do corpo e atenuação de choque nesse eixo durante a fase inicial de contato; pico da componente anteroposterior durante a fase propulsiva (Fx2\_Prop), relacionado à força produzida nesse eixo para aceleração do corpo à frente durante a fase propulsiva (fase final) do contato.

Os dados foram submetidos ao teste de normalidade D’Agostino-Pearson Omnibus, constatando-se a distribuição normal dos dados. A comparação entre as condições experimentais (Calçado x Descalço) foi feita a partir da aplicação do Teste T Pareado. Os dados

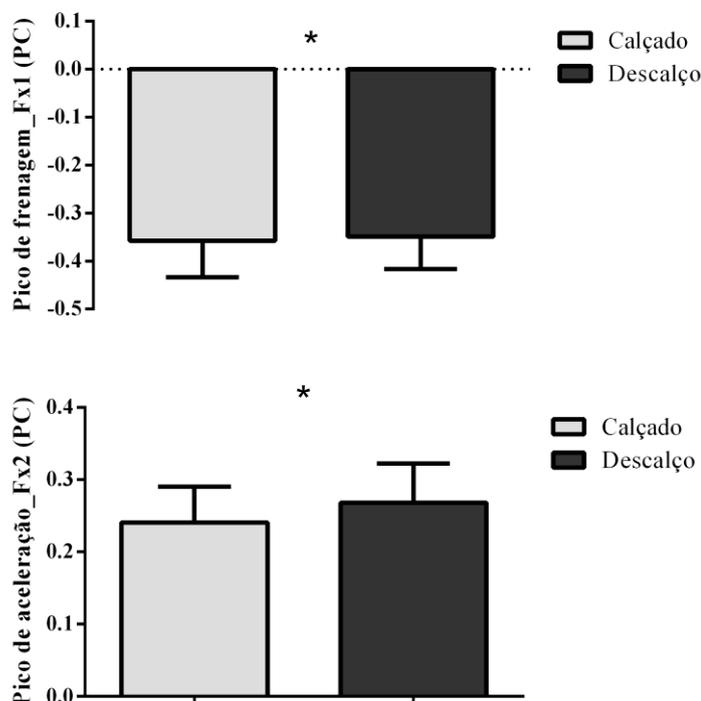


estão expressos em média  $\pm$  DP. O nível de significância adotado foi  $p < 0.05$ . O software GraphPad Prism 6.0 foi adotado para a análise estatística dos dados.

## RESULTADOS

Diferenças significativas foram observadas entre as condições Calçado e Descalço para todas as variáveis analisadas. Com relação à componente anteroposterior, o pico de frenagem (Fx1\_Fren) apresentou-se 2.5% menos negativo ( $p=0.033$ ) para a condição Descalço, enquanto o pico de aceleração (Fx2\_Prop) foi 11.2% maior ( $p<0.001$ ) para a corrida nesta mesma condição (Gráfico 1). A componente mediolateral apresentou pico máximo (FzMáx) 4.8% maior ( $p=0.006$ ) e pico mínimo (FzMín) 13.2% mais negativo ( $p=0.0001$ ) para a corrida Descalço (Gráfico 2).

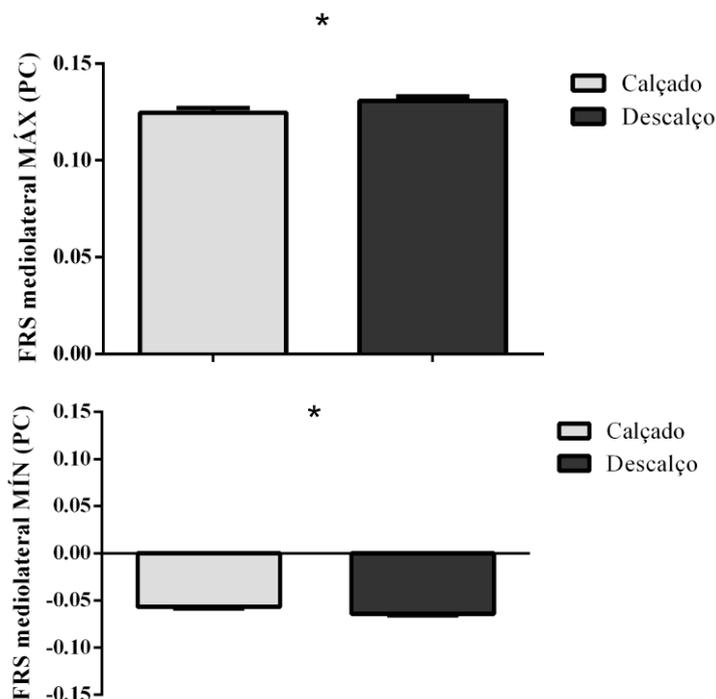
**Gráfico 1** – Média e desvio padrão dos picos de frenagem (gráfico superior) e aceleração (gráfico inferior) da componente anteroposterior da Força de Reação do Solo (FRS), onde (\*) indica diferença significativa entre as condições experimentais de corrida (Calçado e Descalço).



**Fonte:** Construção dos autores.



**Gráfico 2** – Média e desvio padrão dos picos máximo (gráfico superior) e mínimo (gráfico inferior) da componente mediolateral da Força de Reação do Solo (FRS), onde (\*) indica diferença significativa entre as condições experimentais de corrida (Calçado e Descalço).



**Fonte:** Construção dos autores.

## DISCUSSÃO

O presente estudo investigou o efeito da corrida descalço sobre parâmetros selecionados das componentes anteroposterior (horizontal) e mediolateral da Força de Reação do Solo (FRS) em corredores habituados ao uso do calçado esportivo. Dentro do melhor do nosso conhecimento, **este é um dos poucos estudos que** verificou a influência aguda da corrida descalço sobre as componentes anteroposterior e mediolateral da FRS.

Enquanto em estudo anterior não foram observadas diferenças significativas entre as condições calçado e descalço para os picos anteroposterior e mediolateral durante a corrida (THOMPSON; SEEGMILLER; MCGOWAN, 2016), como principal resultado deste trabalho verificou-se que a corrida com os pés descalços influencia agudamente parâmetros selecionados das componentes anteroposterior e mediolateral da FRS relacionados à sobrecarga e ao desempenho na corrida. O pico de frenagem menos negativo para a condição descalço sugere ligeira diminuição na sobrecarga anteroposterior a ser atenuada no início do contato, podendo significar menores riscos ao corredor (RODRIGUES; TENBROEK; HAMILL,



2013; HAMILL; KNUTZEN; DERRICK, 2015). Adicionalmente, este resultado aponta uma menor desaceleração do indivíduo nesta fase da corrida, o que poderia contribuir para uma melhor performance (HUNTER; MARSHALL; MCNAIR, 2005). Corroborando a este resultado, o maior pico de aceleração para a corrida descalço sugere a geração de maiores forças propulsivas pelo corredor na direção do movimento sob esta circunstância, o que poderia induzir a uma melhor performance, especialmente em situações de "sprint" (HUNTER; MARSHALL; MCNAIR, 2005; HAMILL; KNUTZEN; DERRICK, 2015). Ao observar-se estes resultados em conjunto, percebe-se que o fato dos picos de frenagem e aceleração não serem idênticos em magnitude indica que velocidade média dos corredores não foi constante ao longo do teste, e há uma diferença entre o quanto se desacelera no início do contato e o quanto se propulsiona no final do contato (HAMILL; KNUTZEN; DERRICK, 2015). Sobretudo para a condição descalço, essa diferença parece gerar um saldo positivo para a aceleração, beneficiando o desempenho na tarefa (HUNTER; MARSHALL; MCNAIR, 2005).

Por outro lado, maiores picos mínimo e máximo da componente mediolateral foram observados para a corrida descalço. Tais resultados sugerem maiores sobrecargas no eixo mediolateral na corrida aguda sob esta condição, o que pode relacionar-se com maiores amplitudes de movimentos no tornozelo, como pronação e supinação (HAMILL; KNUTZEN; DERRICK, 2015). Sabendo-se que movimentos excessivos de pronação e supinação são associados a dores na perna e joelho de corredores, tais resultados podem indicar um possível efeito negativo da corrida descalço sobre essa componente (WILLEMS et al., 2005; RODRIGUES; TENBROEK; HAMILL, 2013) (23,25).

Apesar da relevância do estudo, algumas limitações devem ser consideradas ao interpretar os presentes resultados. Primeiramente, nossos resultados são protocolo-dependentes e devem ser extrapolados com cautela para outras situações. Outras populações e/ou diferentes circunstâncias podem gerar resultados distintos. Segundo, os mecanismos por trás das mudanças observadas não foram acessados. Diante disso, mais estudos acerca dos efeitos da condição descalço sobre a corrida se fazem necessários para melhor compreensão deste fenômeno. Adicionalmente, o estudo acessou o efeito agudo da corrida descalço sobre a FRS. Sendo assim, se fazem também necessários estudos que investiguem os efeitos do uso crônico da condição descalço na FRS durante corrida, sobretudo nas componentes anteroposterior e mediolateral.



## CONCLUSÃO

A corrida com os pés descalços altera parâmetros selecionados das componentes anteroposterior e mediolateral da FRS em corredores habituados ao uso do calçado esportivo. De forma aguda, a corrida descalço parece diminuir ligeiramente as forças de frenagem e aumentar o potencial propulsivo no eixo anteroposterior, influenciado positivamente o controle de sobrecarga e desempenho. Por outro lado, as magnitudes dos picos de força mediolaterais apresentam-se aumentadas na corrida com os pés descalços, o que pode acarretar movimentos excessivos na articulação do tornozelo e aumentar o risco de lesões.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALTMAN, Allison R.; DAVIS, Irene S. Barefoot running: Biomechanics and implications for running injuries. **Current sports medicine reports**, v. 11, n. 5, p. 244-250, 2012.

\_\_\_\_\_. Prospective comparison of running injuries between shod and barefoot runners. **British journal of sports medicine**, v. 50, n. 8, p. 1-6, 2016.

AZEVEDO, Ana Paula da Silva e colaboradores. 16 weeks of progressive barefoot running training changes impact force and muscle activation in habitual shod runners. **PLoS ONE**, v. 11, n. 12, 2016.

AZEVEDO, Ana Paula da Silva e colaboradores. Does "transition shoe" promote an intermediate biomechanical condition compared to running in conventional shoe and in reduced protection condition? **Gait and posture**, v. 46, p. 142-146, 2016.

DAOUD, Adam I. e colaboradores. Foot strike and injury rates in endurance runners: a retrospective study. **Medicine and science in sports and exercise**, v. 44, p. 1325-1334, 2012.

DAVIS, Irene S.; BOWSER, Bradley J.; MULLINEAUX, David R. Greater vertical impact loading in female runners with medically diagnosed injuries: a prospective investigation. **British journal of sports medicine**, v. 50, n. 14, p. 887-892, 2016.

DIVERT, Carolyn e colaboradores. Mechanical comparison of barefoot and shod running. **International journal of sports medicine**, v. 26, n. 7, p. 593-598, 2005.

FLEMING, Neil e colaboradores. Acute response to barefoot running in habitually shod males. **Human movement science**, v. 42, p. 27-37, 2015.

HAMILL, Joseph; KNUTZEN, Kathleen M.; DERRICK, Timothy R. **Biomechanical basis of human movement**. 4th ed. Philadelphia: [s. n.], 2015.

HOLLANDER, Karsten e colaboradores. Adaptation of running biomechanics to repeated



barefoot running: a randomized controlled study. **American journal of sports medicine**, v. 47, n. 8, p. 1975-1983, 2019.

HUNTER, Joseph P.; MARSHALL, Robert N.; MCNAIR, Peter J. Relationships between ground reaction force impulse and kinematics of sprint-running acceleration. **Journal of applied biomechanics**, v. 21, n. 1, p. 31-34, 2005.

KHOWAILED, Iman A. e colaboradores. Six weeks habituation of simulated barefoot running induces neuromuscular adaptations and changes in foot strike patterns in female runners. **Medical science monitor**, v. 21, p. 2021-2030, 2015.

LIEBERMAN, Daniel E. e colaboradores. Foot strike patterns and collision forces in habitually barefoot versus shod runners. **Nature**, v. 463, n. 7280, p. 531-535, 2010.

LOHMAN, Everett B.; BALAN SACKIRIYAS, Kanikkai Steni; SWEN, R. Wesley. A comparison of the spatiotemporal parameters, kinematics, and biomechanics between shod, unshod, and minimally supported running as compared to walking. **Physical therapy in sport**, v. 12, n. 4, p. 151-163, 2011.

MILNER, Clare E. e colaboradores. Biomechanical factors associated with tibial stress fracture in female runners. **Medicine & science in sports & exercise**, v. 38, n. 2, p. 323-328, 2006.

RODRIGUES, Pedro; TENBROEK, Trampas; HAMILL, Joseph. Runners with anterior knee pain use a greater percentage of their available pronation range of motion. **Journal of applied biomechanics**, v. 29, n. 2, p. 141-146, 2013.

SAMAAN, Cynthia D.; RAINBOW, Michael J.; DAVIS, Irene S. Reduction in ground reaction force variables with instructed barefoot running. **Journal of sport and health science**, v. 3, n. 2, p. 143-151, 2014.

SARAGIOTTO, Bruno Tirotti e colaboradores. What are the main risk factors for running-related injuries? **Sports medicine**, v. 44, n. 8, p. 1153-1163, 2014.

SUN, Xiaole e colaboradores. Systematic review of the role of footwear constructions in running biomechanics: Implications for running-related injury and performance. **Journal of sports science and medicine**, v. 19, p. 20-37, 2020. .

THOMPSON, Melissa A.; SEEGMILLER, Jeff G.; MCGOWAN, Craig P. Impact accelerations of barefoot and shod running. **International journal of sports medicine**, v. 37, n. 5, p. 364-368, 2016.

WARNE, Joe P e colaboradores. A 4-week instructed minimalist running transition and gait-retraining changes plantar pressure and force. **Scandinavian journal of medicine and science in sports**, v. 24, n. 6, p. 964-973, 2014.

WARNE, Joe P.; WARRINGTON, Giles D. Four-week habituation to simulated barefoot running improves running economy when compared with shod running. **Scandinavian journal of**



**medicine and science in sports**, v. 24, n. 3, p. 563-568, 2014.

WILLEMS, Tine Marieke e colaboradores. A prospective study of gait related risk factors for exercise-related lower leg pain. **Gait and posture**, v. 23, n. 1, p. 91-98, 2006.

WILLEMS, Tine Marieke e colaboradores. Relationship between gait biomechanics and inversion sprains: A prospective study of risk factors. **Gait and posture**, v. 21, p. 379-387, 2005.

WILLY, Richard W; DAVIS, Irene S. Kinematic and kinetic comparison of running in standard and minimalist shoes. **Medicine and science in sports and exercise**, v. 46, n. 2, p. 318-323, 2014.

WIT, Brigit De; CLERCQ, Dirk De; AERTS, Peter. Biomechanical analysis of the stance phase during barefoot and shod running. **Journal of biomechanics**, v. 33, n. 3, 269-278, 2000.

#### **Dados da primeira autora:**

Email: anaazevedo@usp.br

Endereço: Laboratório de Biomecânica – Escola de Educação Física e Esporte, Avenida Professor Mello Moraes, 65, Vila Universitária, São Paulo, SP, CEP: 05508-030, Brasil.

Recebido em: 30/06/2021

Aprovado em: 22/07/2021

#### **Como citar este artigo:**

AZEVEDO, Ana Paula da Silva e colaboradores. Efeito agudo da corrida com os pés descalço sobre as componentes anteroposterior e mediolateral da força de reação do solo. **Corpoconsciência**, v. 25, n. 2, p. 175-185, mai./ ago., 2021.

#### **Agradecimentos**

Os autores agradecem ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo financiamento à pesquisa e à Universidade de São Paulo pelo apoio ao estudo. Adicionalmente, os autores são gratos aos participantes da pesquisa.

#### **Indicação de apoio de órgãos de fomento**

Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq).

## COMPARAÇÃO ELETROMIOGRÁFICA DOS MULTÍFIDOS NO AGACHAMENTO LIVRE E ELEVAÇÃO PÉLVICA

ELECTROMYOGRAPHIC COMPARASION OF MULTIFIDUS IN FREE  
SQUAT AND HIP THRUST EXERCISE

COMPARACIÓN ELECTROMYOGRÁFICA DE MULTIFIDES EN  
SENTADILLA LIBRE Y ELEVACIÓN PÉLVICA

**Eduardo Borges**

<https://orcid.org/0000-0002-7815-1365> 

<http://lattes.cnpq.br/9289971136357239> 

Faculdade de Educação Física de Sorocaba (Sorocaba, SP – Brasil)

eduardo.borges2010@uol.com.br

**Fábio Gianolla**

<https://orcid.org/0000-0003-1163-6533> 

<http://lattes.cnpq.br/4724784551282078> 

Faculdade de Educação Física de Sorocaba (Sorocaba, SP – Brasil)

fgianoll@gmail.com

**Júlio Cerca Serrão**

<https://orcid.org/0000-0002-3646-3387> 

<http://lattes.cnpq.br/9124685212860479> 

Universidade de São Paulo (São Paulo, SP – Brasil)

jcserrao@usp.br

### Resumo

No melhor de nosso conhecimento, nenhum estudo da literatura comparou a ativação eletromiográfica bilateral dos músculos multifídeos e longuíssimo dorsal entre o agachamento e elevação pélvica. O objetivo do presente estudo foi comparar a ativação eletromiográfica por mensuração bilateral dos músculos multifídeos e longuíssimo dorsal entre os exercícios de agachamento livre e elevação pélvica em 9 voluntários, competidores universitários de fisiculturismo que estavam utilizando ambos os exercícios na rotina de treinamento. Os resultados mostraram que ambos os músculos apresentaram maior atividade eletromiográfica na fase ascendente. Com relação ao efeito do exercício, os multifídeos apresentaram maior ativação na elevação pélvica ( $80,9 \pm 21,4 \times 58,5 \pm 17,7$  para o pico,  $p < 0,05$  e  $50,1 \pm 17,6 \times 34,5 \pm 12,1$  para a média,  $p < 0,05$ ). Não houve diferença entre os exercícios para o longuíssimo. Concluímos que os músculos multifídeos são mais solicitados no exercício de elevação pélvica e ambos os exercícios apresentam maior ativação na fase ascendente.

**Palavras-chave:** Elevação Pélvica; Agachamento Livre; Eletromiografia; Treinamento Resistido.

### Abstract

The best of our knowledge no study in the literature has compared the bilateral electromyographic activation of the multifidus and longissimus dorsi muscles between the squat and hip thrust exercise. The aim of the present study was to compare the electromyographic activation by bilateral measurement of the multifidus and longissimus dorsi muscles between the squat and hip thrust exercise in 9 university bodybuilding competitors who were using both exercises in their training routine. The results show that both muscles increased electromyography activity in the ascending phase. Regarding the exercise effect, the multifidus show greater activation in pelvic elevation ( $80.9 \pm 21.4 \times 58.5 \pm 17.7$  for the peak,  $p < 0.05$ , and  $50.1 \pm 17.6 \times 34.5 \pm 12.1$  for the mean,  $p < 0.05$ ). There was no difference between the exercises for the longissimus. We conclude that the multifidus muscles are more requested in the hip thrust exercise and both show greater activation in the ascending phase.

**Keywords:** Hip Thrust Exercise; Squat; Electromyography; Resistance Training.



### Resumen

Ningún estudio en la literatura ha comparado la activación electromiográfica bilateral de los músculos multifidus y longissimus dorsi entre la sentadilla y el levantamiento pélvico. El objetivo del presente estudio fue comparar la activación electromiográfica por medición bilateral de los músculos multifidus y longissimus dorsi entre los ejercicios de sentadilla libre y levantamiento pélvico en 9 competidores de culturismo universitarios que utilizaban ambos ejercicios en su rutina de entrenamiento. Los resultados mostraron que ambos músculos mostraron mayor actividad en la fase ascendente. En cuanto al efecto del ejercicio, el multifido mostró mayor activación en la elevación pélvica ( $80,9 \pm 21,4 \times 58,5 \pm 17,7$  para el pico,  $p < 0,05$  y  $50,1 \pm 17,6 \times 34,5 \pm 12,1$  para la media,  $p < 0,05$ ). No hubo diferencia entre los ejercicios para el longissimus. Concluimos que los músculos multifidos son más solicitados en el ejercicio de elevación pélvica y ambos muestran mayor activación en la fase ascendente.

**Palabras clave:** Elevación Pélvica; Sentadilla Libre; Electromiografía; Entrenamiento de Resistencia.

## INTRODUÇÃO

Os músculos multífidos são considerados por (BOGDUK, 2005) os principais responsáveis pelos movimentos intervertebrais. A massa dos multífidos na região lombar é superficial, e na região L4-L5 são os únicos responsáveis por mover e estabilizar a transição lombo sacral (BOJADSEN et al., 2000) e o controle das forças de cisalhamento que ocorrem durante a flexão do tronco é feita por elementos passivos e pelos multífidos da região lombar (RICHARDSON et al., 1999). Neste contexto, os exercícios de elevação pélvica e agachamento são exercícios utilizados em programas de reabilitação que envolvam os músculos eretores da coluna e multífidos com papel estabilizador (CHUNG; LEE; YOON, 2013; STEELE; BRUCE-LOW; SMITH, 2015). Uma recente revisão aponta que, exercícios que enfatizam a musculatura posterior do tronco apresenta melhores resultados para manejo de pessoas com dor lombar crônica (TATARYN et al., 2021).

O exercício de elevação pélvica apresenta uma elevada ativação do músculo longuíssimo dorsal (ANDERSEN et al., 2018) e, maior ativação deste músculo, quando comparada ao agachamento livre (NETO; VIEIRA; GAMA, 2019). No entanto, não foram encontrados estudos da literatura que compararam a ativação eletromiográfica bilateral dos músculos multífidos e longuíssimo dorsal entre os exercícios de agachamento livre e elevação pélvica, nem avaliaram as fases ascendente e descendente desses exercícios de forma independente.

Entender como os exercícios de agachamento e elevação pélvica ativa os músculos multífidos lombar e os eretores da coluna, seria uma ferramenta importante de tomada de decisão, para programas de treinamento em geral e de pessoas com dor lombar. No entanto, pessoas com dor lombar crônica apresentam assimetria dos multífidos (WALLWORK et al.,



2009; HUANG et al., 2014) com deficiência de ativação (HODGES, 2001; SILFIES et al., 2009), sendo assim, seria inviável caracterizar tais exercícios nessa população.

O objetivo do presente estudo foi comparar a ativação eletromiográfica por mensuração bilateral dos músculos multífidos e longuíssimo dorsal entre os exercícios de agachamento livre e elevação pélvica em indivíduos experientes em treinamento resistido.

## MATERIAIS E MÉTODOS

### Sujeitos

Nove voluntários com experiência nos exercícios agachamento e elevação pélvica (5 mulheres, 4 homens), competidores universitários de fisiculturismo sem histórico de lesão musculoesquelética participaram deste estudo. Os dados descritivos dos voluntários são apresentados na Tabela 1.

Todos os voluntários assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido e o estudo foi aprovado pelo comitê de ética local (CAAE 86600618.4.0000.5500).

**Tabela 1** – Características antropométricas dos voluntários apresentados em média  $\pm$ DP ( $\pm$ desvio padrão)

Variáveis	Média $\pm$ DP
Idade (anos)	25,8 $\pm$ 3,4
Estatura (cm)	164,7 $\pm$ 8,1
Massa corporal (kg)	67 $\pm$ 13
Gordura corporal (%)	10,4 $\pm$ 6,8

**Fonte:** construção dos autores

### Abordagem experimental

Estudo com um modelo crossover no qual os voluntários realizaram os exercícios: agachamento livre e elevação pélvica para obtenção de parâmetros eletromiográficos dos músculos multífidos e longuíssimo dorsal. Os voluntários compareceram em uma única sessão ao laboratório da Faculdade de Educação Física de Sorocaba para realização dos exercícios.

No dia da coleta dos dados, inicialmente foi realizada uma avaliação antropométrica dos voluntários conforme dados apresentados na Tabela 1. Na sequência, os



voluntários foram preparados para colocação dos eletrodos nos músculos longuíssimo dorsal e multifídeos, bem como a colocação de marcadores cinemáticos.

O experimento começou com a realização de um aquecimento, utilizando, 50% da carga de 10 repetições máxima (10RM) tanto para exercício de agachamento quanto para a elevação pélvica, conforme randomização e balanceamento previamente realizados. A carga de 10 repetições máximas (10RM) foi informada pelos voluntários que, já estavam praticando os dois exercícios em preparação para uma competição de fisiculturismo universitário e, haviam ajustado as cargas de exercício uma semana antes do experimento.

No momento da coleta, para evitar um efeito de fadiga, os voluntários realizaram 4 repetições com a carga de 10RM, tanto no agachamento quanto na elevação pélvica.

No final dos dois exercícios os voluntários realizaram uma contração isométrica voluntária máxima dos eretores da coluna contra uma resistência manual do avaliador.

### **Execução do agachamento**

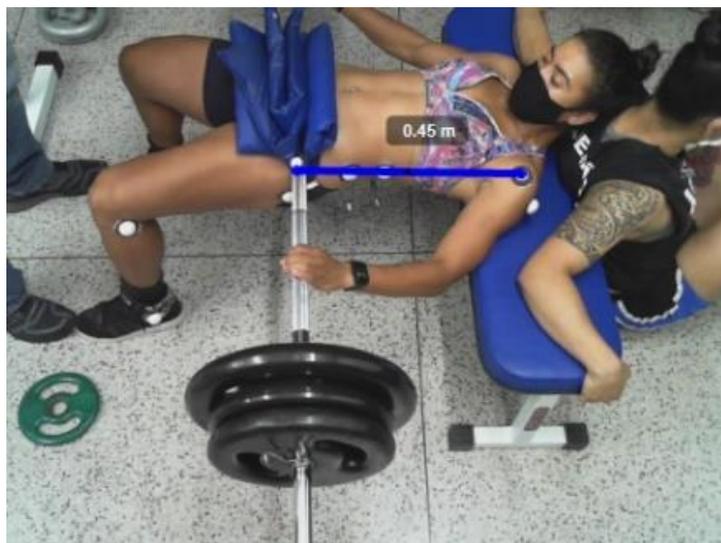
O próprio voluntário, posicionado em pé, retirou a barra de um suporte cavalete (®Pórtico Fitness), ajustou a barra nas costas sobre os ombros, afastou os pés numa distância biacromial com rotação dos pés escolhida pela técnica habitual de cada voluntário. A partir dessa posição o indivíduo realizou a fase descendente do exercício até as coxas ficarem paralelas ao solo. Após isso, retornou à posição inicial até ficar totalmente em pé, caracterizando o final da fase ascendente do agachamento.

### **Execução da elevação pélvica**

O voluntário, apoiou as escápulas em um banco de 1,50 m (®Pórtico Fitness) e, manteve os joelhos flexionados em 90°, mantendo a coluna completamente ereta e, estático na posição, aguardando que a barra fosse posicionada. Dois avaliadores posicionaram a barra logo abaixo das espinhas ilíacas superiores dos voluntários (Figura 1). Após a barra estar perfeitamente centralizada e estabilizada, o voluntário iniciava a fase descendente do exercício, por meio da flexão dos quadris e joelhos, flexionando ambas as articulações o máximo possível, até que os glúteos chegassem o mais próximo do solo. Após isso, retornava à posição inicial até a coluna ficar totalmente ereta, caracterizando o final da fase ascendente do exercício.



**Figura 1** – Voluntária posicionada para iniciar a fase descendente do exercício



**Fonte:** construção dos autores

## Eletromiografia

Para aquisição do sinal eletromiográfico (EMG) foi utilizado o sistema myotrace 400 (Noraxon Scottsdale, Arizona), com taxa de amostragem de 1000 Hz, conversor analógico-digital de 16 bits. Os dados foram enviados em tempo real para um computador via wireless para o software MyoResearch 3.10 master (Noraxon USA, Inc., Scottsdale, AZ).

Os eletrodos foram posicionados nos músculos longuíssimo dorsal (direito e esquerdo) e multífidos lombar (direito e esquerdo) de acordo com as recomendações da SENIAM (HERMENS et al., 1999).

O sinal EMG foi filtrado por um filtro recursivo passa banda Butterworth de quarta ordem (4thorder) com frequência de corte de 20 e 450 Hz. Para a normalização dos dados. Foi realizado um alisamento “*smoothing root mean square*” (RMS) com 100ms de janelamento e a normalização dos dados foi realizada pelo maior valor RMS obtido por uma contração isométrica voluntária máxima (CIVM) de 5s. A CIVM foi realizada para cada voluntário em tentativa de estender a coluna vertebral contra uma resistência manual de um avaliador sobre as escápulas. O tratamento matemático dos dados foi realizado no software MyoResearch 3.10 master (Noraxon USA, Inc., Scottsdale, AZ).

Uma análise cinemática bidimensional foi realizada para separar as fases ascendente e descendente dos exercícios. Foi utilizado uma câmera Logitech brio (® Logitech) com taxa de amostragem de 90 Hz. Marcadores cinemáticos foram posicionados no lado



esquerdo do maléolo lateral, centro articular do joelho, trocanter maior do fêmur, espinha íliaca anterior superior, crista íliaca e acrômio. Os dados gravados e sincronizados em tempo real com a eletromiografia por meio do software MyoResearch 3.10 master (Noraxon USA, Inc., Scottsdale, AZ).

### **Análise estatística**

A normalidade e esfericidade dos dados foram verificadas pelos testes de Kolmogorov-Smirnov e Mauchly respectivamente. Para comparar a atividade dos músculos analisados entre os diferentes exercícios, nas fases ascendente e descendente foi utilizada a análise de variância com dois fatores para medidas repetidas, sendo os fatores o exercício (agachamento x elevação pélvica) e as fases (ascendente e descendente). Quando necessário foi utilizado o post-hoc SNK. O nível de significância adotado foi de 5% e todas as análises foram feitas no software SigmaStat 3.5.

### **RESULTADOS**

Os resultados das médias e pico do sinal EMG dos músculos analisados nos exercícios de agachamento livre e elevação pélvica, separados por fase descendente e ascendente são apresentados na tabela 2.

Não foi encontrada interação entre os fatores analisados (exercício e fase) para nenhuma das variáveis. Para o efeito principal da fase do exercício, ambos os músculos apresentaram maior atividade na fase ascendente (LM:  $42,9 \pm 12,5$  x  $35,8 \pm 10,8$ ; LP:  $69,4 \pm 16,2$  x  $59,8 \pm 16$ ; MM:  $48,4 \pm 16,6$  x  $36,2 \pm 15,2$ ; e MP:  $77,1 \pm 21,7$  x  $62,3 \pm 21,2$  para as fases ascendente e descendente respectivamente,  $p < 0,05$ ). Com relação aos exercícios, os multífidos apresentaram maior ativação na elevação pélvica comparada ao agachamento ( $80,9 \pm 21,4$  x  $58,5 \pm 17,7$  para o pico,  $p < 0,05$ , e  $50,1 \pm 17,6$  x  $34,5 \pm 12,1$  para a média,  $p < 0,05$ ). Não houve diferença entre os exercícios para o longuíssimo.

**Tabela 2** – % CIVM de ativação do sinal EMG de músculos lombares no agachamento e elevação pélvica. Dados apresentados em média e desvio padrão

Músculo	AGACHAMENTO		ELEVAÇÃO PÉLVICA		P VALOR		
	Descendente	Ascendente	Descendente	Ascendente	Exercício	Fase	Interação
LM	34,6±7,9	39,8±10,4	37±13,4	46,1±14,1	0,271	0,007	0,055
LP	62,6±14,9	72±17,7	56,9±17,4	66,8±15,2	0,233	0,011	0,867
MM	29,6±11,1	39,3±11,5	42,8±16,4	57,5±16,3	0,025	0,001	0,065
MP	50,3±14,4	66,8±17,5	74,4±20,4	87,5±21,3	0,028	0,001	0,430

**Legendas:** %CIVM = Percentual da ativação eletromiográfica normalizada pela contração isométrica voluntária máxima; LM = média de ativação para o músculo longuíssimo dorsal; LP = pico de ativação para o músculo longuíssimo dorsal; MM = média de ativação para o músculo multifídeos; MP = pico de ativação para o músculo multifídeo. Diferença estatística significativa observados nos valores de  $p < 0,05$

**Fonte:** construção dos autores

## DISCUSSÃO

O objetivo do presente estudo foi comparar a ativação eletromiográfica por mensuração bilateral dos músculos multifídeos e longuíssimo dorsal entre os exercícios de agachamento livre e elevação pélvica em indivíduos experientes em treinamento resistido.

Os resultados encontrados no presente estudo, não mostraram interação significativa entre os fatores analisados (exercício e fase). Assim, prosseguimos para a análise de efeito principal que, permitiu encontrar diferença significativamente maior de ativação na fase ascendente de ambos os exercícios, bem como maior ativação dos músculos multifídeos na elevação pélvica.

No melhor do nosso conhecimento, este é o primeiro estudo a demonstrar uma maior ativação de músculos eretores e estabilizadores da coluna na fase ascendente dos dois exercícios. É o primeiro estudo a avaliar a ativação dos multifídeos na comparação dos exercícios de agachamento livre e elevação pélvica, bem como, o primeiro a separar as fases ascendente e descendente e analisar tanto a média quanto o pico de ativação. Essas análises de forma separada permitem uma melhor compreensão dos exercícios a respeito da magnitude da ativação muscular, permitindo que os profissionais envolvidos na prescrição desses exercícios possam selecionar o exercício mais adequado a sua necessidade. Neto, Vieira e Gama (2019) não encontraram trabalhos que tenham realizado tal análise.



Uma inspeção visual dos nossos dados, mas que não foi analisada estatisticamente, sugere um comportamento da ativação dos músculos longuíssimo dorsal e multífidos como típicos de uma contração concêntrica e excêntrica, respectivamente para as fases ascendente e descendente dos exercícios. Fato, que coincidiu com uma menor ativação na fase descendente. Tal achado, pode ser importante para a prescrição do exercício, principalmente na reabilitação. Pois, provavelmente os elementos passivos da coluna vertebral estão em maior exigência na fase descendente dos exercícios.

Andersen e colaboradores (2018) avaliaram os eretores da coluna no exercício de elevação pélvica, mas não avaliaram os multífidos e analisaram apenas a fase ascendente do movimento. Sendo que, os autores citados, encontraram um pico de ativação de aproximadamente 85% da CIVM para o músculo longuíssimo dorsal. No presente estudo, encontramos para o longuíssimo dorsal um pico de 66,8% da CIVM na fase ascendente do movimento. Pressupomos que, Andersen e colaboradores (2018) encontraram um maior pico de ativação do longuíssimo dorsal porque os voluntários realizaram a elevação pélvica com carga para 1RM. Nós, por além de avaliar a ativação de forma bilateral, utilizamos carga equivalente a 10RM, por ser mais próximo da realidade utilizada pelos treinadores.

A maior ativação dos músculos multífidos na elevação pélvica comparada ao agachamento, tanto no pico quanto na média da ativação, provavelmente ocorre por geração de torques diferentes entre os exercícios, necessitando de mais investigações. A maior ativação dos multífidos na elevação pélvica, que foi encontrado no presente estudo, é um fato importante para treinadores que pretendam prescrever um exercício de maior solicitação para esses músculos.

## CONCLUSÕES

Os músculos eretores da coluna (longuíssimo dorsal) no nível da vértebra lombar 1 (L1) não apresenta diferença significativa de ativação na comparação entre os exercícios de agachamento livre e elevação pélvica. Os músculos multífidos são mais solicitados na elevação pélvica do que no agachamento livre, sendo 38% e 45% maior, respectivamente para pico e média de ativação. Tanto o agachamento livre quanto a elevação pélvica apresentam maior ativação na fase ascendente dos exercícios.



Uma possível aplicação prática destas conclusões, seria realizar uma progressão do treinamento dos exercícios de agachamento e elevação pélvica, a partir da solicitação dos músculos multífidos encontrada no presente estudo. Assim, pessoas fragilizadas poderiam começar seu programa de treinamento com o exercício de agachamento livre, progredindo posteriormente para o exercício de elevação pélvica.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDERSEN, Vidar e colaboradores. Electromyographic comparison of barbell deadlift, hex bar deadlift, and hip thrust exercises: a cross-over study. **Journal of strength and conditioning research**, v. 32, n. 3, p. 287-593, 2018.

BOGDUK, Nikolai. **Clinical anatomy of the lumbar spine & sacrum**. 4th ed. London, England: Elsevier Churchill Livingstone, 2005.

BOJADSEN, Thais W. A. e colaboradores. Comparative study of mm. multifidi in lumbar and thoracic spine. **Journal of electromyography and kinesiology**, v. 10, n. 3, p. 143-149, 2000.

CHUNG, Sin Ho; LEE, Ju Sang; YOON, Jang Soon. Effects of stabilization exercise using a ball on multifidus cross-sectional area in patients with chronic low back pain. **Journal of sports science and medicine**, v. 12, n. 3, p. 533-541, 2013.

HERMENS, Hermie J. e colaboradores. **SENIAM Project**. 1999. Disponível em: <<http://www.seniam.org/>>. Acesso em: 30 jun. 2021.

HODGES, Paul W. Changes in motor planning of feedforward postural responses of the trunk muscles in low back pain. **Experimental brain research**, v. 141, n. 2, p. 261-266, 2001.

HUANG, Qiuchen e colaboradores. The evaluation of chronic low back pain by determining the ratio of the lumbar multifidus muscle cross-sectional areas of the unaffected and affected sides. **Journal of physical therapy science**, v. 26, n. 10, p. 1613-1614, 2014.

NETO, Walter Krause; VIEIRA, Thais Lima; GAMA, Eliane Florêncio. Barbell hip thrust, muscular activation and performance: a systematic review. **Journal of sports science and medicine**, v. 18, n. 2, p. 198-206, 2019.

RICHARDSON, Carolyn e colaboradores. **Therapeutic exercise for spinal segmental stabilisation in low back pain**. London, England: Churchill Livingstone, 1999.

SILFIES, Sheri P. e colaboradores. Differences in feedforward trunk muscle activity in subgroups of patients with mechanical low back pain. **Archives of physical medicine and rehabilitation**, v. 90, n. 7, p. 1159-1169, 2009.

STEELE, James; BRUCE-LOW, Stewart; SMITH, Dave. A review of the specificity of exercises



designed for conditioning the lumbar extensors. **British Journal of sports medicine**, v. 49, n. 5, p. 291-297, 2015.

TATARYN, Nicholas e colaboradores. Posterior-chain resistance training compared to general exercise and walking programmes for the treatment of chronic low back pain in the general population: a systematic review and meta-analysis. **Sports medicine - open**, v. 7, n. 1, 2021.

WALLWORK, Tracy L. e colaboradores. The effect of chronic low back pain on size and contraction of the lumbar multifidus muscle. **Manual therapy**, v. 14, n. 5, p. 496-500, 2009.

**Dados do primeiro autor:**

Email: eduardo.borges2010@uol.com.br

Endereço: Rua Renato Swensson, 93, Parque Três Meninos, Sorocaba, SP, CEP 18016-220, Brasil.

Recebido em: 30/06/2021

Aprovado em: 24/07/2021

**Como citar este artigo:**

BORGES, Eduardo; GIANOLLA, Fábio; SERRÃO, Júlio Cerca. Comparação eletromiográfica dos multífidus no agachamento livre e elevação pélvica. **Corpoconsciência**, v. 25, n. 2, p. 186-195, mai./ ago., 2021.

**LABORATÓRIO DE BIOMECÂNICA DO PORTO:  
ENSINO, INVESTIGAÇÃO E SERVIÇOS À COMUNIDADE**

**PORTO BIOMECHANICS LABORATORY:  
TEACHING, RESEARCH AND COMMUNITY SERVICES**

**LABORATORIO DE BIOMECÁNICA DE PORTO:  
DOCENCIA, INVESTIGACIÓN Y SERVICIOS A LA COMUNIDAD**

**João Paulo Vilas-Boas**

<https://orcid.org/0000-0002-4109-2939>   
Universidade do Porto (Porto, Portugal)  
jpvb@fade.up.pt

**Pedro Filipe Pereira da Fonseca**

<https://orcid.org/0000-0002-4885-4924>   
Universidade do Porto (Porto, Portugal)  
pedro.labiomep@fade.up.pt

**Manoela Vieira Sousa**

<https://orcid.org/0000-0003-2141-0829>   
Universidade do Porto (Porto, Portugal)  
manoelavsousa@fade.up.pt

**Ricardo Sebastião**

<https://orcid.org/0000-0002-7310-7509>   
Universidade do Porto (Porto, Portugal)  
rsebastiao@fade.up.pt

**Diogo Carvalho**

<https://orcid.org/0000-0001-8871-5614>   
Universidade do Porto (Porto, Portugal)  
diogoduarte\_03@hotmail.com

**João Pedro Duarte**

<https://orcid.org/0000-0002-7536-9780>   
Universidade do Porto (Porto, Portugal)  
jpmd@fade.up.pt

**Rodrigo Zacca**

<https://orcid.org/0000-0003-0494-0000>   
Universidade do Porto (Porto, Portugal)  
rzacca@fade.up.pt

**Márcio Fagundes Goethel**

<https://orcid.org/0000-0003-4382-0159>   
Universidade do Porto (Porto, Portugal)  
gbiomech@fade.up.pt

**Márcio Borgonovo-Santos**

<https://orcid.org/0000-0001-7930-1620>   
Universidade do Porto (Porto, Portugal)  
marcio.santos@riedel.net

**Susana Soares**

<https://orcid.org/0000-0002-8313-8181>   
Universidade do Porto (Porto, Portugal)  
susana@fade.up.pt

**Filipa Sousa**

<http://orcid.org/0000-0002-4084-1942>   
Universidade do Porto (Porto, Portugal)  
filipas@fade.up.pt

**Leandro Machado**

<http://orcid.org/0000-0001-5332-5974>   
Universidade do Porto (Porto, Portugal)  
lmachado@fade.up.pt

**Ricardo J. Fernandes**

<http://orcid.org/0000-0002-5811-0443>   
Universidade do Porto (Porto, Portugal)  
ricfer@fade.up.pt

**Resumo**

O Laboratório de Biomecânica do Porto (LABIOMEUP-UP) é um centro de competências da Universidade do Porto dedicado ao ensino, investigação científica e tecnológica, inovação, prestação de serviços técnicos especializados e transferência de conhecimento e tecnologia em Biomecânica (humana e animal) de interesse ergonómico, clínico, desportivo ou biomimético (ex: design, animação computacional e desenvolvimento de modelos). A missão do LABIOMEUP-UP é catalisar o potencial de crescimento e vantagem competitiva da Universidade do Porto em todos os domínios direta ou indiretamente relacionados com a Biomecânica, incluindo a interação com o tecido industrial e comercial.

**Palavras-chave:** Desporto; Saúde; Biofísica; Biomecânica; Fisiologia; I&D+i.

**Abstract**

Porto Biomechanics Laboratory is a technological centre of the University of Porto dedicated to teaching, scientific and technological research, innovation, to provide specialized technical services and transference of knowledge and technology (product development) in Biomechanics (human and animal) of ergonomic, clinical, sports or biomimetic interest (e.g. design, computer animation and model development). LABIOMEUP-UP mission is to catalyse the growth potential and competitive edge of University of Porto in all domains directly or indirectly related to Biomechanics, including the interaction with industry.

**Keywords:** Sports; Health; Biophysics; Biomechanics; Physiology; R&D+i

**Resumen**

El Laboratorio de Biomecánica de Porto es un centro tecnológico de la Universidad de Porto dedicado a la docencia, la investigación científica y tecnológica, la innovación, proporcionar servicios técnicos especializados y transferencia de conocimiento y tecnología (desarrollo de productos) en Biomecánica (humana y animal) de ergonomía, clínica, deportiva, o interés biomimético (por ejemplo, diseño, animación por computadora y desarrollo de modelos). La misión de LABIOMEUP-UP es catalizar el potencial de crecimiento y la ventaja competitiva de la Universidad de Oporto en todos los dominios relacionados directa o indirectamente con la biomecánica, incluida la interacción con la industria.

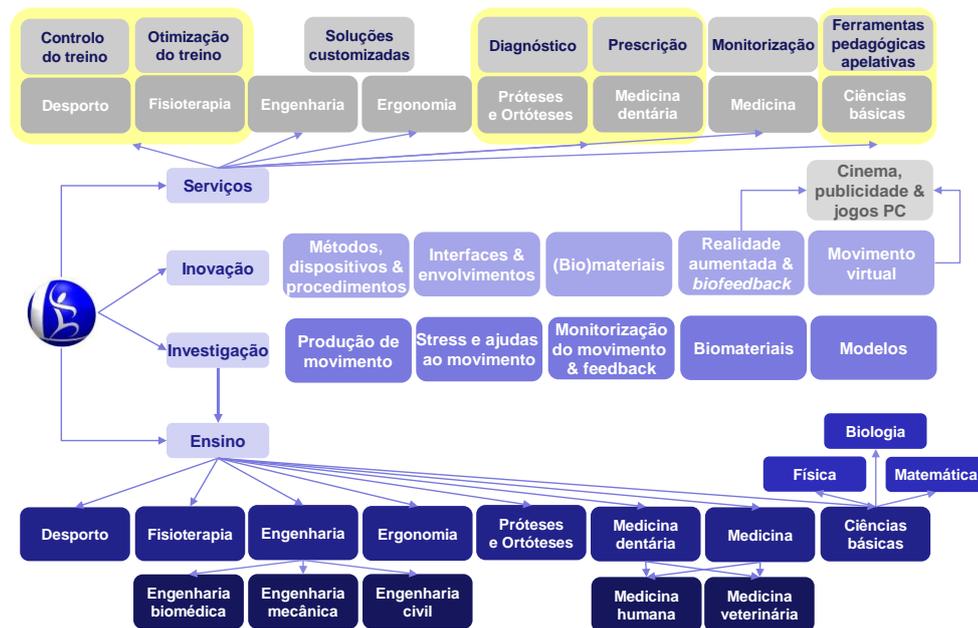
**Palabras llave:** Deportes; Salud; Biofísica; Biomecánica; Fisiología; I&D+i



## INTRODUÇÃO

O Laboratório de Biomecânica do Porto (LABIOMEPEP-UP) é um Centro de Competências da Universidade do Porto com a função de promover e incentivar, de uma maneira transversal a todas as Unidades Orgânicas da Universidade, a qualidade e a interdisciplinaridade nas atividades de formação, investigação e desenvolvimento e inovação (I&D+i) nos domínios da Biomecânica e áreas afins (em que possui competência e recursos tecnológicos), através do fomento da cooperação interna na Universidade do Porto e da agregação de recursos e serviços para uso partilhado e integrado. Complementarmente, é também objetivo do LABIOMEPEP-UP prestar serviços à comunidade, garantindo aprofundada e profícua transferência de conhecimento e translação de tecnologia instalada e a desenvolver.

O LABIOMEPEP-UP é um laboratório da Universidade do Porto que se relaciona de forma privilegiada com várias unidades orgânicas e institutos de interface com o tecido empresarial, conferindo-lhe um estatuto de singularidade quando se perspetiva a massa crítica envolvida, a capacidade laboratorial complementar (outros laboratórios colaborativos) e o potencial sinérgico para a mais aprofundada, complexa, diversificada e abrangente problematização da Biomecânica. Neste contexto, a visão do LABIOMEPEP-UP estende-se pela centralização dos serviços da Universidade do Porto no domínio da Biomecânica, passando pelo apoio à docência graduada e pós-graduada, pela formação ao longo da vida, pela formação à distância, pela investigação científica, desenvolvimento tecnológico e inovação, pela prestação de serviços de desenvolvimento e otimização, certificação, avaliação e prescrição em todos os contextos onde forças produzidas e aplicadas por e a sistemas biológicos estejam em questão. A Figura 1 mostra um diagrama representativo da “Visão” da atividade deste Centro de Competências.

**Figura 1** – Representação esquemática dos eixos nucleares da atividade do LABIOMEUP-UP

**Fonte:** construção dos autores.

São os seguintes os eixos de intervenção do LABIOMEUP-UP: (i) apoio técnico e científico à realização de trabalhos de I&D+i (instalação e desenvolvimento de novas tecnologias e equipamentos, observação, caracterização e estudo de sistemas biomecânicos e de técnicas de análise já existentes ou a criar, participação em projetos de investigação, desenvolvimento e demonstração, apoio a trabalhos de pós-graduação e colaboração na implementação de projetos de desenvolvimento industrial, empresarial e associativo); (ii) promoção e divulgação de conhecimentos e técnicas de base em Biomecânica (organização e promoção da realização de cursos de formação científica, técnica, reciclagem e aperfeiçoamento, prestação de apoio à atividade letiva no ensino superior em especial à de natureza laboratorial, promoção e apoio à realização de cursos, colóquios, congressos ou reuniões de caráter técnico-científico nos domínios da Biomecânica ou áreas afins e estimulação à difusão dos conhecimentos técnico-científicos obtidos pela realização de trabalhos de qualquer índole, publicando-os em revistas da especialidade com arbitragem científica, em meios de grande divulgação de ciência, em livro e em eventos vários); (iii) prestação de serviços (de avaliação, controlo e monitorização de processos de otimização de sistemas biomecânicos, nomeadamente clínicos, ergonómicos, de segurança, de desempenho - em contexto de aprendizagem e treino); (iv) design e desenvolvimento de produto.



customizado e otimizado biomecanicamente, nomeadamente de dispositivos e interfaces para o utilizador (ex: vestuário, calçado, ortóteses, próteses, pisos, dispositivos e ferramentas); (v) desenvolvimento de ferramentas pedagógicas e de divulgação científica na área da Biomecânica.

## DESENVOLVIMENTO

Um laboratório universitário de biomecânica pode ser percebido de várias formas, dependendo do observador: o local onde os docentes realizam investigação, um ambiente de aprendizagem (para atividades letivas dos vários ciclos de estudos), uma infraestrutura para conduzir momentos experimentais de várias ordens e obter novos conhecimentos, uma rede social de partilha de conhecimento ou um local para prestação de serviços a diferentes entidades externas à academia. Seals (2021) refere, inclusivamente, que um laboratório académico deve também ser visto como uma pequena empresa, um negócio, que produz produtos e fornece serviços (sobretudo aqueles que os nossos “clientes” procuram, valorizam, apoiam ou compram e usam para as necessidades das suas próprias organizações). Na Tabela 1 encontram-se descritos os produtos e serviços nos quais as atividades do LABIOMEUP-UP estão centradas.

**Tabela 1** – Resumo dos produtos e serviços associados às atividades do LABIOMEUP-UP

Serviços	Variáveis analisadas
Análise (clínica) de marcha (e outras atividades motoras cíclicas e acíclicas), caracterização postural e do posto de trabalho	Parâmetros cinemáticos 3D, cinemática 2D de muito alta velocidade, dinâmica inversa, forças de reação do solo, podobarometria dinâmica (pressões plantares) e conforto térmico (idem em condições ecológicas)
Regulação postural e equilíbrio	Identificação das oscilações corporais (estabilograma e estatoquinesigrama no plano transversal)
Pressões plantares	Identificação dos padrões de distribuição de pressão plantar, monitorização da migração do centro de pressão bilateral, pressão máxima e média por zona plantar e força normal ao contacto
Ativação muscular, força, treino e reabilitação	Comparações agonista/antagonista, níveis de força/momento de força, ativação muscular (tempo, intensidade, frequência), caracterização das unidades motoras recrutadas e comparações pré e pós-treino, pós-operatório e pós-reabilitação



Eletrofisiologia	Eletromiografia (incluindo subaquática), ativação muscular (tempo, intensidade e frequência) e caracterização das unidades motoras recrutadas
Ultrassonografia	Arquitetura muscular e tendinosa (comprimento fascicular, ângulo de penação, espessura muscular, encurtamento muscular e rigidez musculotendinosa <i>in vivo</i> ), ecocardiografia e elastografia
Antropometria digital	Forma e dimensões corporais (discriminação segmentar), comprimentos, diâmetros, perímetros e circunferências, e modelação 3D (levantamento de forma)
Bioimpedância	Índice de massa muscular corporal e segmentada, e índice de gordura corporal e segmentada
Caracterização mecânica de biomateriais e materiais biológicos	Relação tensão / deformação, rigidez, tensão limite, histerese, relaxamento em tensão e <i>creeping</i> (ensaios estáticos e dinâmicos)
Flexibilidade	Protocolos de testes de flexibilidade associados a captura de movimento 3D
Termografia	Mapeamento térmico da superfície da pele, comparações pré e pós-treino, pós-lesão, pós-patologia, pós-operatório e pós-reabilitação e auxiliar de diagnóstico através de reação a choque-térmico
Bioenergética (em seco e na água)	Determinação do consumo máximo de oxigênio e cinética do consumo de oxigênio, determinação do custo energético e da economia motora, e determinação de concentrações de lactatemia capilar
Dinamometria hidrodinâmica	Determinação do arrasto hidrodinâmico ativo, determinação do arrasto passivo por dinâmica inversa, caracterização de forças aplicadas em apoios sólidos mas em meio subaquático (viragens em natação e marcha e corrida subaquática em hidroterapia)
Avaliação postural e ergonomia	Identificação da posição e relação dos segmentos corporais, caracterização ergonômica de membros inferiores, superiores e corpo-inteiro em contexto laboral e interação do sujeito com objetos e o meio envolvente

**Fonte:** construção dos autores.

É neste contexto que se estabeleceram várias parcerias e projetos, alguns das quais serão, seguidamente, objeto de descrição sumária a título de exemplo da atividade do laboratório.

## **AVALIAÇÃO CLÍNICA DA MARCHA**

O LABIOMEUP-UP tem vindo a implementar métodos de avaliação objetiva e detalhada da marcha e a apostar na sua translação para o apoio à decisão clínica. Este serviço



decorre há já cinco anos como meio de suporte à decisão clínica e ao desenvolvimento do conhecimento científico, sendo solicitado por médicos do serviço nacional de saúde (SNS) e de clínicas privadas, para identificar padrões e informações relevantes ao tratamento de diversas patologias dos membros inferiores.

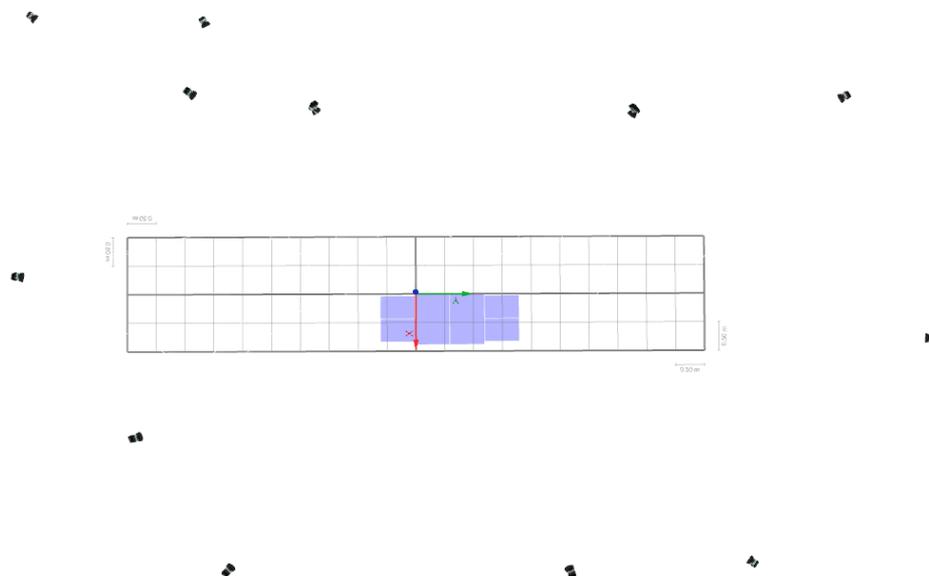
O sucesso da aplicação desta tipologia de serviço é, em grande parte, fomentado pelo uso sinérgico de equipamentos laboratoriais robustos para medição de movimento (cinemetria), forças (dinamometria) e atividade mioelétrica (eletromiografia - EMG), alicerçados pela aplicação de modelos biomecânicos apropriados e ao processamento de dados potenciado pelos softwares mais conceituados como o Visual3D (C-Motion, EUA), o OpenSim (DELP et al., 2007) e o AnyBody (AnyBody Technologies, Dinamarca).

A análise de marcha é realizada num corredor de 10 metros úteis de comprimento, no centro do qual se encontra um conjunto de seis plataformas de força, das quais se incluem 5 extensiométricas (Bertec Inc., EUA) – duas 60x90 e três 60x40 – e uma piezoelétrica (Kistler, Suíça, 60x40). A localização destas plataformas coincide com a “área de performance” do laboratório, com 3 m de comprimento e 2 m de largura, na qual é geralmente calibrado o sistema de 12 câmaras de infravermelhos (Qualisys AB, Suécia). Uma ilustração destes equipamentos pode ser observada na Figura 2. De particular nota é o arranjo das plataformas de força adotado pelo LABIOMEPEP-UP, que nos permite o registo de quatro apoios consecutivos (2 ciclos de marcha) de qualquer membro inferior, independentemente do primeiro apoio ter sido realizado pelo membro direito ou esquerdo. Para situações de marcha comprometida, em particular aquelas caracterizadas pelo encurtamento da passada, este posicionamento permite ainda a recolha de um apoio direito e esquerdo nas duas primeiras plataformas da área de performance. Estes equipamentos operam em sincronia, podendo ainda ser adicionado um sistema de EMG sem fios (Delsys, EUA) permitindo o registo da atividade elétrica muscular.

Todas as opções metodológicas disponíveis para a exploração da marcha são muito frequentemente completadas por soluções podobarométricas, capacitivas e resistivas, vestíveis (palmilhas inseríveis em calçado próprio, em calçado customizado, ou em calçado neutro) ou com base em tapetes instrumentados, que permitem conhecer a distribuição de esforços (pressões) pela superfície de contacto entre os pés e o solo, ou entre a superfície plantar do pé e o calçado.



**Figura 2** – Distribuição das 12 câmaras de captura de movimento e plataformas de força ao longo do corredor de marcha do LABIOMEUP



**Nota:** Sobre as plataformas encontra-se indicação do eixo de coordenadas implementado. Cada quadricula do corredor de marcha corresponde a 0.50 metros

**Fonte:** construção dos autores.

O estudo cinemático da locomoção no LABIOMEUP pode ainda ser realizado com base em tecnologia inercial, recorrendo ao “padrão-ouro” atual neste domínio: o sistema Xsens (Países Baixos) (<https://www.xsens.com/>). Esta solução é implementada em contexto ambulatório, quando se torna clinicamente recomendável a exploração de especificidades biomecânicas em situações de vida diária, fora do ambiente laboratorial, potenciando-se o enquadramento ecológico do estudo. Em contrapartida, importa referir que, apesar de impondo constrangimentos de validade ecológica reconhecidos, o LABIOMEUP dispõe de um tapete rolante instrumentado (AMTI, USA) com duas plataformas de força em tandem, com 6 graus de liberdade, proporcionando a possibilidade de realização de marcha contínua por períodos longos e a exploração de efeitos de fadiga (PEREIRA; GONÇALVES, 2017).

As ferramentas antes descritas foram extensivamente utilizadas nos projetos que descrevemos em seguida, o primeiro dos quais focado no desenvolvimento de ortóteses ativas, inteligentes, coadjuvantes da locomoção em diferentes contextos, muito em especial para os sobreviventes de acidentes vasculares cerebrais (AVC).



## ORTOTETIZAÇÃO ATIVA INTELIGENTE, COADJUVANTE DA MARCHA

Dados da Organização Mundial de Saúde sustentam que aproximadamente 15 milhões de pessoas sofrem de acidente vascular cerebral (AVC) por ano. Este tipo de acometimento causa um expressivo impacto socioeconómico e severos prejuízos para a qualidade de vida dos pacientes, sendo necessário o desenvolvimento de soluções terapêuticas tão eficazes e rápidas quanto possível, com o intuito de restaurar, pelo menos parcialmente, a função e a vida independente dos indivíduos afetados. Como forma de apoio às soluções terapêuticas mais comuns, sugerem-se soluções que envolvem a ortotetização ativa coadjuvante da locomoção.

O grande objetivo do projeto *Smart, stand-salone active orthotic system* (SmartOs, POCI-01-0247-FEDER-039868) insere-se nestes esforços, por um lado procurando desenvolver um laboratório móvel e portátil capaz de recolher, analisar e fundir informações biomecânicas que quantificarão em tempo real a contribuição do sujeito e o resultado esperado da interação humano-ortótese e, por outro, desenvolvendo uma nova ortótese ativa e inteligente para a reabilitação locomotora personalizada e orientada às necessidades do indivíduo.

Para a implementação deste projeto foi criado um consórcio de entidades do tecido industrial, da área da saúde e da ciência (três empresas e duas entidades do sistema científico e tecnológico), incluindo o LABIOMEUP-UP. Especificamente, o projeto propõe uma solução tecnológica personalizada (*assist-as-needed*) inovadora para o treino de marcha assistida de utilizadores com marcha incapacitada, através de uma ortótese ativa e inteligente para o membro inferior sinergicamente conectada a um laboratório portátil de análise de movimento, ou seja, através da integração de diferentes sistemas sensoriais *wearable* para o diagnóstico biomecânico e fisiológico.

Enquanto copromotor deste projeto, o LABIOMEUP-UP participa com o objetivo de uma análise aprofundada no que diz respeito à configuração, operacionalidade, fiabilidade, durabilidade e usabilidade do sistema, enquanto ferramenta personalizada e vestível para monitorizar a locomoção. Portanto, contribuindo com o estudo biomecânico do sistema ortótico, no sentido de o aproximar às necessidades e apreciação dos utilizadores finais. As avaliações envolvem: (i) operabilidade dos módulos de *hardware* em termos de autonomia, conectividade mecânica, robustez da monitorização, repetibilidade, sensibilidade e resolução sensorial; (ii) operabilidade dos módulos de *software* perante interferências na rede de



comunicação sem fios; (iii) fiabilidade dos sistemas sensoriais, comparativamente aos sistemas de referência embebidos no laboratório de marcha, considerando validações cinemétrica, podobarométrica e da miotensiografia; (iv) funcionalidade das ferramentas computacionais face a desafios de calibração e adaptabilidade ao ambiente e utilizador.

## **AVALIAÇÃO E DESENVOLVIMENTO DE PRODUTO PARA A INDÚSTRIA DO CALÇADO**

Dispondo o LABIOMEUP de soluções vanguardistas para a análise detalhada da marcha e de potenciais efeitos nesta de diferentes fatores “perturbadores”, foi naturalmente desafiado pela indústria do calçado nacional, nomeadamente pelo Centro Tecnológico do Calçado de Portugal (CTCP) para apoiar o desenvolvimento de soluções inovadoras e para a avaliação da qualidade de produtos líderes do mercado internacional. Esta colaboração já decorre há uma dúzia de anos (tendo decorrido durante a criação do LABIOMEUP em 2012), praticamente sem interrupções, tendo sido sucessivamente implementados três projetos em co-promoção: o *Stress-less Shoe*, o *Newalk* e o *Famest*.

### **STRESS-LESS SHOE**

O projeto *Stress-less Shoe* (QREN Nº3470/2008) foi implementado entre 2009 e 2011 e teve como objetivo desenvolver ortóteses plantares passivas, sustentáveis (desenvolvidas em cortiça) e calçado minimizador do stress mecânico da locomoção para indivíduos com sobrepeso, ou em condição de sobrecarga ocasional por transporte de carga. Foi dinamizado através de um consórcio envolvendo entidades de I&DT, entre as quais o LABIOMEUP, articuladas com um conjunto de empresas ligadas à produção e investigação industrial de calçado e ortóteses.

Foram avaliados os efeitos da sobrecarga e da cadência na marcha (CASTRO et al., 2015), em sujeitos em situação de sobrecarga ocasional e com obesidade, em parâmetros cinéticos e podobarométricos (CASTRO et al., 2013, 2014a, 2015). Foi, também, avaliado o efeito das ortóteses plantares desenvolvidas especificamente para mochileiros e sujeitos com obesidade nas forças de reação do solo e na distribuição da pressão plantar (CASTRO et al., 2014b). Estas atividades permitiram definir as especificações de uma ortótese multifuncional e



tipologias de calçado adequadas a este perfil de utilização, bem como proceder à realização dos ensaios de caracterização e validação dos protótipos industriais.

## **NEWALK**

O projeto NEWALK (<https://newalk.ctcp.pt/>; QREN Nº 13850/2009) deu seguimento ao anterior (implementado entre 2011 e 2014) e procurou desenvolver materiais, componentes, dispositivos e tecnologias potenciadores da criação de novas soluções de calçado, assentes nos princípios do conforto e diferenciação. Envolveu 22 empresas inovadoras das áreas do calçado e da moda, a par de oito entidades do Sistema Científico e Tecnológico. O LABIOMEP-UP participou através de análise biomecânica da marcha com diversas tipologias de calçado, tendo avaliado modelos existentes e participado na especificação de novos modelos e respetiva avaliação. Este projeto contribuiu para o desenvolvimento de materiais e modelos específicos, nomeadamente de: (i) calçado para crianças, com especificações ajustadas em função da faixa etária, (ii) calçado de moda, (iii) calçado específico para a população sénior e (iv) calçado de saúde e bem-estar, como calçado com regulação térmica e/ou humidade e minimizador do stress mecânico na superfície plantar do pé. O conhecimento gerado por este projeto potenciou a construção de novos conceitos e produtos de calçado, assim como a consolidação da indústria portuguesa de calçado no mercado internacional.

## **FAMEST**

O projeto FAMEST - *Footwear, Advanced Materials, Equipment's and Software Technologies* (<https://famest.ctcp.pt/>; COMPETE2020 - POCI-01-0247-FEDER-024529) foi o último desta fileira, implementado entre 2017 e 2021. Teve e tem ainda, como objetivo, desenvolver soluções inovadoras de calçado que, por um lado, permitissem minimizar a influência e repercussões na marcha de determinadas patologias (nomeadamente neuropatias periféricas) e, por outro, promovessem o aumento do conforto e a satisfação na sua utilização. Para a sua dinamização foi criado um consórcio integrado por 23 empresas do setor do calçado, produtos químicos, equipamentos e *software*, em sinergia com 11 entidades do Sistema Nacional de Investigação e Inovação, entre os quais o LABIOMEP-UP.

A análise biomecânica da marcha na utilização de diferentes tipologias de calçado, nomeadamente calçado casual/uso intensivo, calçado fisiológico (elevado conforto e baixo



stress mecânico) e calçado de trabalho/militar, permitiu a definição de características biomecânicas associadas ao conforto, em indivíduos saudáveis e com neuropatia diabética. Na avaliação do calçado militar, aferiu-se o efeito da sobrecarga no equilíbrio estático (FONSECA et al., 2021) e nos parâmetros cinéticos e cinemáticos da marcha (SOUSA et al., 2021). Definiram-se, também, as especificações de um calçado biomecanicamente superior, através da análise de parâmetros biomecânicos, nomeadamente da pressão plantar (SEBASTIÃO et al., 2021). Adicionalmente, foi analisado o efeito de modelos de calçado específicos na população com neuropatia diabética, com base em parâmetros cinemáticos, cinéticos, podobarométricos e eletromiográficos.

Os resultados permitiram o desenvolvimento de soluções de calçado inovadoras, competitivas e baseadas no conhecimento, tirando vantagens também do design e preservando a capacidade de produção em Portugal e potenciando a competitividade do setor do calçado português.

## PARCERIAS COM A INDÚSTRIA TÊXTIL

A estratégia seguida pela indústria do calçado foi também adotada pela indústria têxtil portuguesa, tendo o Centro Tecnológico da Indústria Têxtil e do Vestuário (CITEVE) catalisado sinergias com o LABIOMEUP para acrescentar valor biomecânico em diferentes áreas de desenvolvimento. Foram até ao momento desenvolvidos dois projetos nesta linha: *"TexBoost - less Commodities more Specialities"* e *"Wear2Heal"*.

### TexBoost

O projeto *TexBoost* (<https://www.texboost.pt/>; POCI-01-0247-FEDER-024523) foi um projeto estruturante do Cluster Têxtil: Tecnologia e Moda, que teve como objetivo englobar um conjunto de iniciativas de I&D de forte carácter coletivo e elevado efeito indutor e demonstrador, com o envolvimento central de empresas da fileira Têxtil e Vestuário, mas também de outros sectores complementares da economia, nomeadamente o setor Ciência e I&D+i.

O consórcio de desenvolvimento do *TexBoost* foi liderado por uma empresa do setor (RIOPELE, <https://www.riopele.pt/>) e, sob a coordenação técnica do CITEVE (<https://www.citeve.pt/>), envolveu um total de 43 entidades, sendo 23 empresas industriais de



toda a fileira têxtil e 15 entidades não empresariais do sistema de I&D+i, entre as quais o LABIOMEUP-UP.

A participação do laboratório no projeto *TexBoost* teve por objetivo o desenvolvimento de dois trajes, ou fatos (Figura 3), instrumentados para ciclistas, um vocacionado para a captura de movimento (MoCap) 3D de base inercial, EMG e frequência cardíaca, tudo em tempo real, com a vocação de coadjuvar a avaliação do desempenho e o controlo, avaliação e aconselhamento do treino. O segundo dispositivo, foi desenvolvido para a monitorização da temperatura, humidade e tensão exercida sobre o têxtil em diferentes localizações anatómicas, para além de incorporar o mesmo sistema de MoCap 3D. Este dispositivo foi desenvolvido com o intuito de apoiar a desmaterialização da produção têxtil, favorecendo a rapidez de produção de soluções customizadas que permitam maximizar o conforto e usabilidade dos equipamentos desportivos.

**Figura 3** – Equipamentos desenvolvidos pelo projeto *TexBoost* para ciclismo (produção e monitorização do desempenho)



**Fonte:** construção dos autores.

## Wear2Heal

Uma das principais preocupações relacionadas com a prática desportiva é a recuperação muscular após o exercício, permitindo diminuir a consequente sensação retardada de desconforto muscular e a fadiga. O projeto “Wear2Heal” (POCI-01-0247-FEDER-039918) procurou gerar soluções têxteis inovadoras e com design apelativo, tendo em vista a

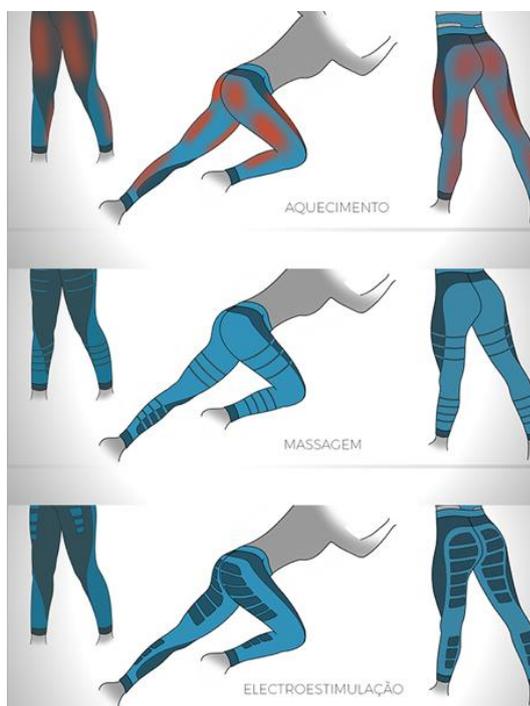


otimização do processo de recuperação após a prática desportiva, em treino ou competição (DUARTE et al., 2019). Tem como promotores diferentes entidades do tecido industrial e de I&D+i, entre as quais o LABIOMEUP-UP e o CITEVE. De entre as empresas parceiras, destacam-se a INTEX TEXTILES S.A. e a HATA.

O principal objetivo do consórcio foi o desenvolvimento de soluções têxteis vestíveis para o membro inferior, que integram eletroestimulação localizada, massagem, compressão e aquecimento ativo localizado. Para o efeito, foram utilizadas tecnologias emergentes, associadas a materiais e processos, nomeadamente a integração e impressão de dispositivos eletrónicos. O desenvolvimento de sistemas inteligentes de massagem e compressão, funciona por introdução de materiais com memória de forma integrados por processos têxteis; e os sistemas inteligentes para electroestimulação e aquecimento, por introdução de fios/fibras condutores.

Os protótipos (Figura 4) contêm as soluções desenvolvidas de forma individual (eletroestimulação, aquecimento, compressão e massagem), ou a combinação destas, sob a forma de uma peça de vestuário adaptada aos membros inferiores. O LABIOMEUP-UP participa neste projeto em termos de desenvolvimento de conceito e na avaliação dos dispositivos têxteis desenvolvidos, tanto de forma individualizada como conjugados numa mesma peça vestível. Os métodos de medição e análise laboratorial estabelecem programas de recuperação integrados numa unidade de monitorização e controlo. O projeto contempla ainda o desenvolvimento de uma aplicação móvel conjuntamente com um sistema de comunicação e hardware.

**Figura 4** – Estruturas têxteis avançadas (aquecimento localizado; compressão para massagem localizada; electroestimulação)



**Fonte:** construção dos autores.

## DOR E MOVIMENTO HUMANO

A dor é uma experiência sensorial e emocional desagradável associada a, ou semelhante àquela associada a, dano real ou potencial ao tecido (RAJA et al., 2020). É um fenómeno causado por diversos fatores e que afeta negativamente a qualidade de vida. Especificamente, a dor musculoesquelética tem alta prevalência, afetando indivíduos de todas as idades, incluindo desportistas (KORFF; DUNN, 2008). Assim, devido à dor causar um impacto socioeconómico significativo na população mundial (WORLD HEALTH ORGANIZATION, 2017) a literatura tem investido esforço para tentar compreender as alterações causadas pela dor associadas ao controle motor (ERVILHA et al., 2004).

A capacidade de produzir força é extremamente importante, seja nas atividades diárias ou no desempenho de atletas no desporto (AAGAARD et al., 2007). A capacidade de produzir força resulta do desempenho combinado e sincronizado dos sistemas nervosos central e periférico e da função muscular. Portanto, diversos mecanismos podem modificar a capacidade de produzir força, entre eles, por exemplo, a dor, que demonstra provocar alterações na atividade motora (SALOMONI et al., 2016).



Como a dor tem efeitos multidimensionais, estudos envolvendo dor experimentalmente induzida têm sido utilizados como alternativa a estudos clínicos. De entre as vantagens dos estudos experimentais, destaca-se a possibilidade de se realizarem análises pareadas, pois pode-se avaliar o mesmo voluntário nas condições sem e com dor aguda (GRAVEN-NIELSEN et al., 2002; HODGES; TUCKER, 2011). Desta forma, também é possível estudar o efeito da dor em um músculo específico, posto que a infusão de substância alógena é realizada num músculo alvo ou em mais do que um músculo.

Dada a importância da temática que envolve dor e movimento humano, o LABIOMEUP tem implementado, em colaboração com a Universidade de São Paulo, Brasil, através do GDOR (Grupo de Pesquisa em Interações Sensório-motoras: efeitos da dor muscular no controle do movimento humano), uma série de projetos de investigação que, através da dinamometria, cinemetria, EMG, eletroencefalografia (EEG) e outros métodos de medida, buscam desvendar as nuances dos efeitos da dor no movimento humano. Entre os assuntos inovadores abordados destacam-se: aspetos relacionados ao comportamento neuromuscular e produção de força em atletas e não atletas, em contrações voluntárias e não voluntárias (electroestimulação); recrutamento de unidades motoras através de decomposição de sinal eletromiográfico (dEMG); uso de inteligência artificial para identificação de dor lombar não específica e investigação de padrões cinéticos, cinemáticos, eletromiográficos, eletroencefalográficos, de percepção da dor e de expressão facial em quadros dolorosos.

## **AValiação e Aconselhamento do Treino Desportivo**

Enquanto laboratório de Biomecânica de vocação global, mas sobretudo dada a sua implantação na Faculdade de Desporto da Universidade do Porto, o LABIOMEUP tem igualmente dedicado parte importante do seu esforço à Biomecânica do Desporto, nomeadamente no que se refere à avaliação de desportistas e aconselhamento desportivo, sobretudo nos domínios do aconselhamento do treino e prevenção de lesões. Têm sido várias as experiências nesta área, em modalidades diversas, passando por desportos coletivos a individuais, realizados em terra ou na água. Foi, de resto, bem interessante a iniciativa que resultou na avaliação e aconselhamento das "Esperanças Olímpicas" das mais diversas modalidades, reunidas no Porto pelo Comité Olímpico de Portugal (COP) em 2020. Todavia, a

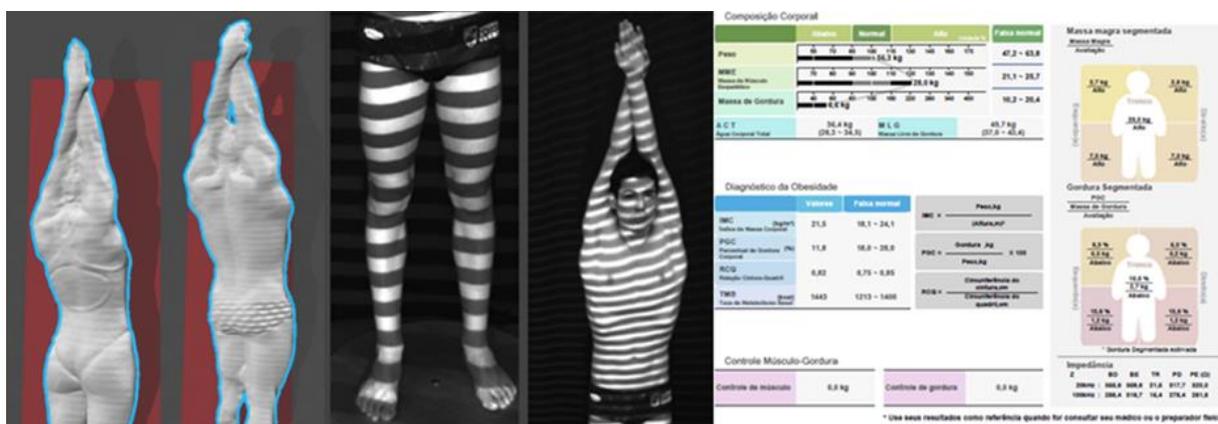


experiência mais relevante tem sido a da natação, nomeadamente no que respeita ao protocolo estabelecido com a Federação Portuguesa de Natação (FPN).

A parceria entre o LABIOMEUP-UP e a FPN está centrada no apoio ao processo de treino das equipas portuguesas de natação pura, natação adaptada, natação de águas abertas e polo aquático, quer de idades mais jovens quer das seleções principais. Esta prestação de serviços tem por objetivo avaliar cada um dos desportistas de elite (ou no percurso para a alta competição) da natação portuguesa, centrando-se nos grupos de fatores mais determinantes do rendimento desportivo de cada especialidade. Para tal, idealizaram-se protocolos de testes dedicados aos praticantes de natação pura e aos jogadores de polo aquático, dos quais retiramos alguns exemplos que passaremos a apresentar.

A **avaliação antropométrica** contempla a medição da massa corporal, índice de massa corporal, altura e outras dimensões lineares relevantes, que permitam a obtenção de índices tidos como determinantes do potencial de performance do praticante, como a razão envergadura/altura e diâmetro biacromial/diâmetro bicristal (FERNANDES et al., 2002). É também obtida uma imagem 3D do sujeito que permite a introdução de diferentes medidas em soluções numéricas de simulação computacional de fluidos (MACHADO et al., 2010). São ainda obtidos dados de composição corporal por bioimpedância, permitindo controlar os percentuais de massa gorda e de massa magra, e a sua repartição segmentar (Figura 5).

**Figura 5** – Scanner 3D (Mephisto EX), projeção de luz estruturada sobre um nadador para proporcionar o levantamento 3D da forma corporal (esquerda) e exemplo de relatório de composição corporal global e segmentada (direita)



**Fonte:** construção dos autores.

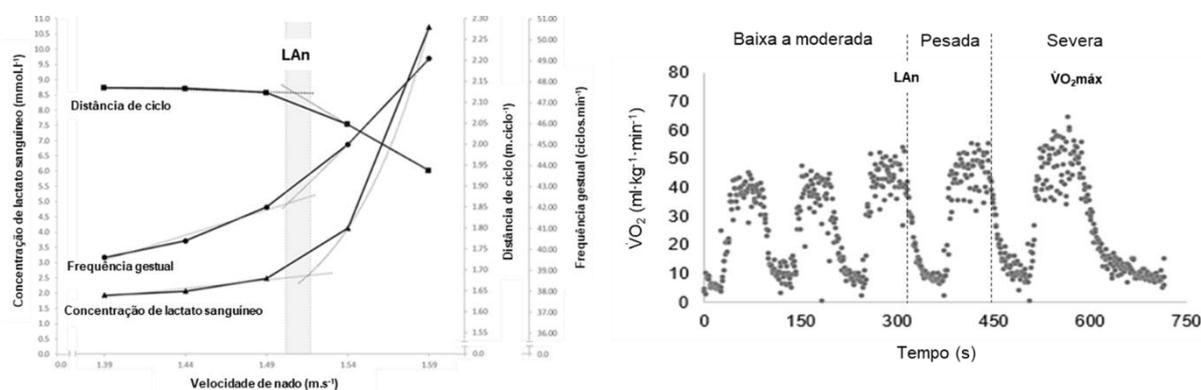


A **avaliação fisiológica** inclui, entre outros, o protocolo incremental de 5x200 m com 30 s de intervalo e aumento de 0.05 m/s a cada patamar até à exaustão (CARVALHO et al., 2020), sendo determinados os valores em repouso, os de cada patamar e os correspondentes ao final do protocolo, de variáveis como a frequência cardíaca, as concentrações de lactato sanguíneo e do consumo de oxigénio. Este último indicador pode ser medido, através de um analisador portátil (*K4b2*, Cosmed, Itália), continuamente durante o nado (usando-se um *snorkel* respiratório) ou imediatamente após o final de cada segmento (analisando-se o ar expirado durante 20 s e estimando-se os valores de exercício por retro extrapolação (MONTEIRO et al., 2020). Durante cada 200 m são também obtidos os tempos de passagem e a frequência gestual utilizando-se um cronómetro com cronofrequencímetro de base 3 (FERNANDES et al., 2010) e subsequente cálculo da distância de ciclo (CARVALHO et al., 2020). Este protocolo permite fornecer aos treinadores dados relativos às intensidades alvo para o treino da resistência e potência aeróbias, permitindo contrastar os dados com as avaliações anteriores do mesmo nadador, monitorizando a respetiva evolução ou involução (Figura 6).

Estas variáveis são complementadas por **informações biomecânicas**, nomeadamente a avaliação da técnica de partida em bloco instrumentado com sete plataformas de força, permitindo determinar, por exemplo, os tempos de reação, o tempo total de impulsão e o tempo aos 15 m, a força e o impulso 3D de cada uma das mãos e de cada um dos pés (isoladamente), quer para partidas ventrais (VANTORRE et al., 2010), quer para dorsais (DE JESUS et al., 2016). De salientar também a avaliação da técnica de viragem (ventral ou dorsal) em parede instrumentada, mensurando-se o tempo de aproximação (5 m "in"), de contacto, de saída (10 m "out") e aos 15 m, assim como a força e impulso durante o contacto com a parede (PEREIRA et al., 2015). Este dispositivo dinamométrico, desenvolvido no LABIOMEUP-UP, permite avaliar tempos, forças, impulsos e momentos de força produzidos em 3D pela ação de cada membro inferior e de cada membro superior durante as partidas e viragens de todas as técnicas descritas de partida e viragem em Natação Pura Desportiva (VILAS-BOAS et al., 2014; Figura 7).



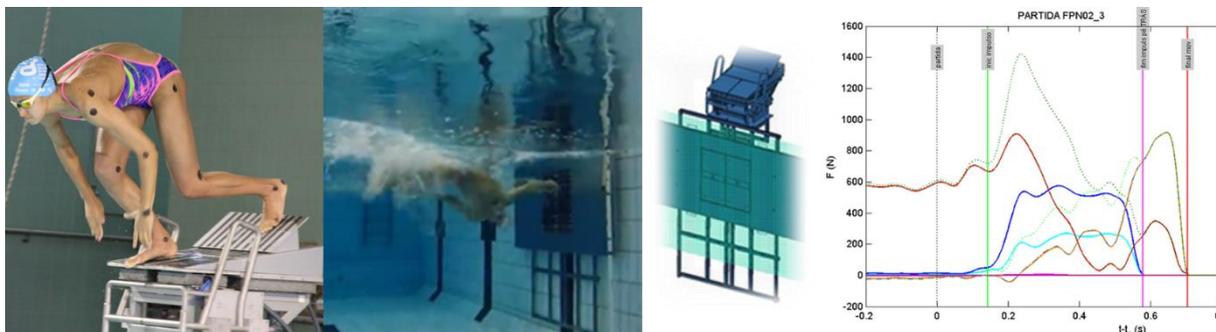
**Figura 6** – Curva da concentração de lactato/velocidade de nado para determinação do limiar anaeróbio (LAN, à esquerda) e cinética do consumo de oxigénio durante teste incremental para determinação do consumo máximo de oxigénio e posterior definição das zonas de treino (direita)



**Fonte:** construção dos autores.

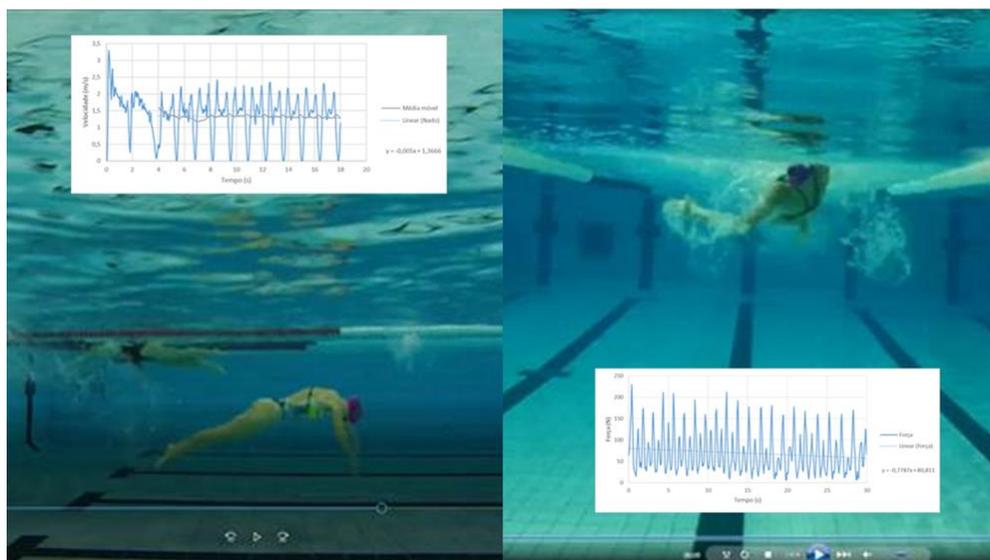
A **avaliação biomecânica** acima descrita reporta-se a variáveis quantitativas, enquanto a avaliação global da técnica é também avaliada de forma qualitativa, o que veio a constituir-se como uma das áreas de avaliação mais apreciadas por treinadores e nadadores (provavelmente devido ao clima de abertura e de debate que se estabelece entre os participantes). Para a sua realização são recolhidas imagens vídeo (subaquáticas e de superfície) nos planos sagital e transversal do sujeito, da(s) técnica(s) de nado, de viragem e de partida. Depois, projetam-se estas imagens e é debatida a execução da impulsão na parede, do percurso subaquático, do início do nado, de cada fase do nado, da viragem e da partida, recorrendo-se ao "*super slow motion*", às imagens paradas e a ferramentas de análise de vídeo para se proceder à identificação de erros técnicos, muitas vezes impercetíveis ao treinador. Coadjuvando estas avaliações são ainda disponibilizados vídeos no plano sagital sincronizados com o registo de variáveis relevantes, como por exemplo a produção de força propulsiva, ou a velocidade instantânea do nadador (Figura 8).

**Figura 7** – STARTMETER FADEUP/LABIOMEUP para a avaliação 3D de forças e momentos de força dos membros superiores e inferiores direitos e esquerdos durante partidas e viragens em natação (exemplo de registo de forças 3D durante uma "kick start").



**Fonte:** construção dos autores.

**Figura 8** – Apresentação do vídeo sincronizado com as curva velocidade/tempo e força/tempo (esquerda e direita, respetivamente)



**Fonte:** construção dos autores.

Nos diferentes domínios de avaliação, cada participante recebe um relatório detalhado de cada área, sendo cada registo contrastado com os anteriores do mesmo sujeito e com a amostra de referência do mesmo nível desportivo ou de referência internacional. O treinador (e o participante) poderá assim verificar como os dados vão evoluindo no tempo e em que medida essa evolução se encontra na direção pretendida.

Apesar do elevado envolvimento tecnológico no âmbito desta atividade do LABIOMEUP o papel que vimos desempenhando na biomecânica da natação e dos



desportos aquáticos à escala global, justificou novos desenvolvimentos. É com uma breve referência aos mesmos que encerraremos este mapeamento de atividades do laboratório, sobretudo por abrirem excelentes perspectivas de otimização dos procedimentos de avaliação e aconselhamento de desportistas.

## **INOVAÇÃO TECNOLÓGICA PARA AVALIAÇÃO DE DESPORTOS AQUÁTICOS**

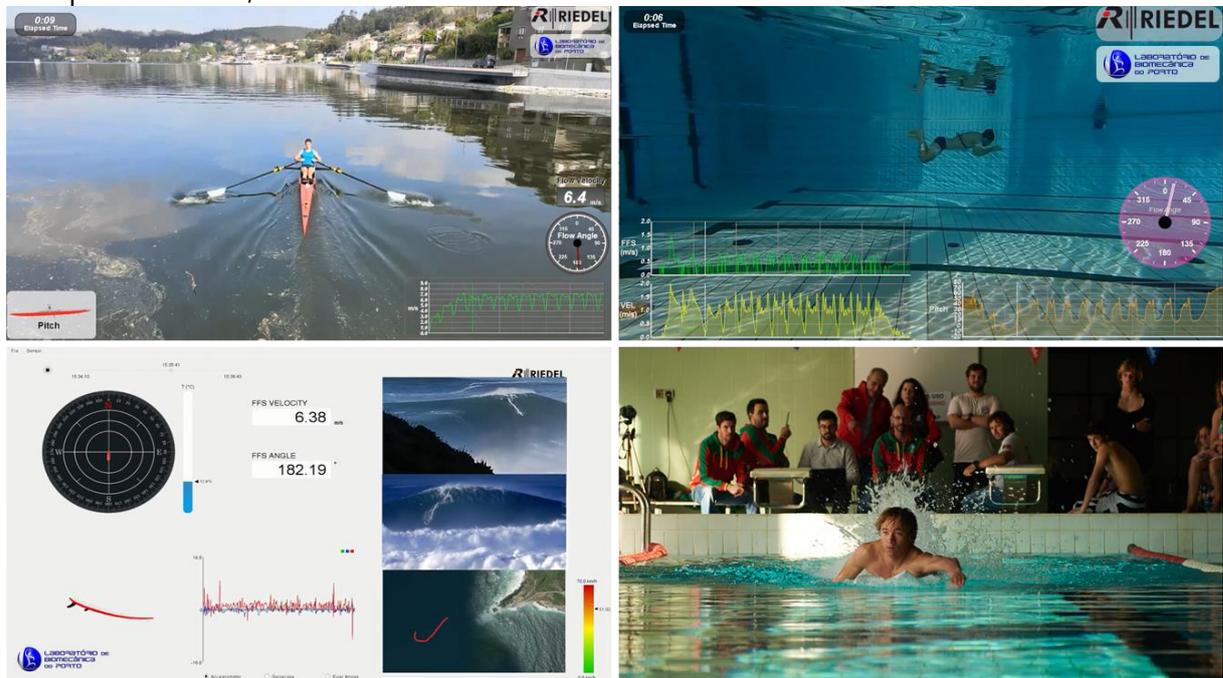
Na esteira de uma das teses de doutoramento desenvolvidas no LABIOMEUP-UP, sobre biomecânica e bioenergética do surf (BORGONOVO-SANTOS, 2018), a Televisão Alemã ZDF - programa Terra X (2015) -, desafiou-nos a avaliar um surfista campeão de ondas gigantes, diretamente nas condições oceânicas mais adversas possíveis.

Esse evento desencadeou o desenvolvimento de uma solução inexistente no mercado, um sensor de fluxo de água bidimensional, com informação inercial e de posicionamento global integrada. Essa solução passou por todos os processos de validação de mercado, culminando num processo de aquisição tecnológica e criação de um *Hub* de pesquisa e desenvolvimento, pela *Riedel Communications GmbH & Co. KG* (Alemanha). Toda essa infraestrutura de desenvolvimento continuou associada ao LABIOMEUP-UP, permitindo desenvolver uma série de estudos de caso para o uso da tecnologia desenvolvida em desportos aquáticos (surf, natação, remo, canoagem, etc.).

A tecnologia avalia o fluxo de água sobre o objeto que se desloca na água e combina, em tempo real, essas medições com a movimentação espacial tridimensional obtida por central inercial e, quando possível, por GPS. Essas informações depois de tratadas, permitem identificar parâmetros de desempenho específicos de cada modalidade (Figura 9), muito em especial a variação da velocidade no tempo e variáveis associadas, como a aceleração e a força aplicada para a induzir.



**Figura 9** – Aplicações da tecnologia de medição de fluxo e cinemetria inercial ao Remo, Natação, Surf de ondas gigantes e esperanças olímpicas de Portugal, em Surf, para as os Jogos Olímpicos de Paris, 2024.



**Fonte:** construções dos autores.

## CONCLUSÕES

Neste artigo procuramos dar conta do tipo e diversidade do trabalho realizado num laboratório de biomecânica, ilustrando a diversidade de aplicações e serviços possíveis. Naturalmente não nos foi possível sermos exaustivos, sobretudo por constrangimentos de espaço. As prestações de serviço e parcerias mais específicas não puderam ser aqui exploradas, como na área das artes, especialmente da análise da técnica instrumental em música, ou da técnica de movimentos na dança, da biomecânica forense (na definição de incapacidade física ou motora ou na identificação de causas de lesão), do exercício terapêutico em fisioterapia e das posições e movimentos realizados em ambiente laboral (ergonomia).

Também o desenvolvimento de instrumentos de avaliação e análise do movimento, ou de meios coadjuvantes do mesmo, nomeadamente em ambiente de apoio ao idoso e particularmente no domínio da prevenção de quedas, não foram explorados. Da mesma forma, os desenvolvimentos numéricos (modelos computacionais) e a caracterização de materiais e tecidos não foram áreas desenvolvidas neste artigo, mas não deixam de ser preocupações do LABIOMEUP e áreas de intervenção bem-sucedidas e com elevado potencial de desenvolvimento.



As colaborações do LABIOMEPE-UP com as unidades de investigação com sede na Faculdade de Desporto da Universidade do Porto (Centro de Investigação, Formação, Inovação e Intervenção em Desporto - CIFI<sub>2</sub>D – e Centro de Investigação em Atividade Física, Saúde e Lazer - CIAFEL) a exemplo de outras da Universidade do Porto e de outras instituições de ensino superior tem sido também uma peça central neste contexto, pois procuram promover a investigação e a formação de investigadores de elevado nível nos domínios do desporto, do exercício vocacionado para a promoção da saúde e do exercício terapêutico, bem como a transferência e aplicação dos conhecimentos e saberes existentes para os diferentes contextos e ofícios da saúde, da atividade física e do desporto.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AAGAARD, Per e colaboradores. Mechanical muscle function, morphology, and fiber type in lifelong trained elderly. **Medicine and science in sports and exercise**, v. 39, n. 11, p. 1989-1996, 2007.

BORGONOVO-SANTOS, Márcio. **Surf biomechanics and bioenergetics**. 2018. 220f. Thesis (Doctoral degree in sports sciences). Faculty of Sports, University of Porto, Porto, Portugal, 2018.

CARVALHO, Diogo Duarte e colaboradores. Anaerobic threshold biophysical characterisation of the four swimming techniques. **International journal of sports medicine**, v. 41, n. 5, p. 318-327, 2020.

CASTRO, Marcelo e colaboradores. Ground reaction forces and plantar pressure distribution during occasional loaded gait. **Applied ergonomics**, v. 44, n. 3, p. 503-509, 2013.

CASTRO, Marcelo e colaboradores. In-shoe plantar pressures and ground reaction forces during overweight adults' overground walking. **Research quarterly for exercise and sport**, 85, n. 2, p. 188-197, 2014a.

CASTRO, Marcelo e colaboradores. Influence of pressure-relief insoles developed for loaded gait (backpackers and obese people) on plantar pressure distribution and ground reaction forces. **Applied ergonomics**, v. 45, n. 4, p. 1028-1034, 2014b.

CASTRO, Marcelo e colaboradores. The influence of gait cadence on the ground reaction forces and plantar pressures during load carriage of young adults. **Applied ergonomics**, v. 49, p. 41-46, 2015.

DE JESUS, Karla e colaboradores. The effect of different foot and hand set-up positions on backstroke start performance. **Sports biomechanics**, v. 15, n. 4, p. 481-496, 2016.



DELP, Scott L. e colaboradores. OpenSim: open-source software to create and analyze dynamic simulations of movement. **IEEE Transactions on biomedical engineering**, v. 54, n. 11, p. 1940-1950, 2007.

DUARTE, João Pedro e colaboradores. Otimização do processo de recuperação após a prática desportiva: hábitos e tipos de vestuário durante a prática. **Portuguese journal of sport sciences**, n. 3, 2019.

ERVILHA, Ulysses Fernandes e colaboradores. Effect of load level and muscle pain intensity on the motor control of elbow-flexion movements. **European journal of applied physiology**, 92, n. 1-2, p. 168-175, 2004.

FERNANDES, Ricardo J. e colaboradores. Step length and individual anaerobic threshold assessment in swimming. **International journal of sports medicine**, v. 32, n. 12, p. 940-946, 2011.

FERNANDES, Ricardo J.; BARBOSA, Tiago M.; VILAS-BOAS, João Paulo. Fatores cineantropométricos determinantes em natação pura desportiva. **Revista brasileira de cineantropometria e desempenho**, v. 4, n. 1, p. 67-89, 2002.

FONSECA, Pedro e colaboradores. Postural control in military personnel: effect of load and footwear. In: CONGRESS OF THE PORTUGUESE SOCIETY OF BIOMECHANICS, 9th, 2021. **Conference Proceedings....** Porto, Portugal: INEGI, 2021, p. 16-17.

GRAVEN-NIELSEN, Thomas e colaboradores. Inhibition of maximal voluntary contraction force by experimental muscle pain: a centrally mediated mechanism. **Muscle nerve**, v. 26, n. 5, p. 708-712, 2002.

HODGES, Paul W.; TUCKER, Kylie. Moving differently in pain: a new theory to explain the adaptation to pain. **Pain**, v. 152, n. 3, Suppl., p. 90-98, 2011.

MACHADO, Leandro e colaboradores. The effect of depth on the drag force during underwater gliding: a CFD approach. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM OF BIOMECHANICS IN SPORTS, 28<sup>th</sup>, 2010. **Conference Proceedings....** Marquette, USA: Northern Michigan University, 2010, p. 747-748.

MONTEIRO, Ana Sofia e colaboradores. Post-swim oxygen consumption: assessment methodologies and kinetics analysis. **Physiological measurement**, v. 41, n. 10, p. e105005, 2020.

PEREIRA, Marcos; GONÇALVES, Mauro. Effects of fatigue induced by prolonged gait when walking on the elderly. **Human movement**, v. 12, n. 3, p. 242-247, 2011.

PEREIRA, Suzana Matheus e colaboradores. Kinematic, kinetic and EMG analysis of four front crawl flip turn techniques. **Journal of sports science**, v. 33, n. 19, p. 2006-2015, 2015.



RAJA, Srinivasa N. e colaboradores. The revised international association for the study of pain definition of pain: concepts, challenges, and compromises. **Pain**, v. 161, n. 9, p. 1976-1982, 2020.

SALOMONI, Sauro e colaboradores. Reduced maximal force during acute anterior knee pain is associated with deficits in voluntary muscle activation. **Plos one**, v. 11, n. 8, p. e0161487, 2016.

SEALS, Douglas R. The academic biomedical research laboratory as a "small business". **Journal of applied physiology (1985)**, 2021.

SEBASTIÃO, Ricardo e colaboradores. Military overloaded gait: considerations for developing specific footwear. In: In: CONGRESS OF THE PORTUGUESE SOCIETY OF BIOMECHANICS, 9th, 2021. **Conference Proceedings....** Porto, Portugal: INEGI, 2021, p. e18049.

SOUSA, Manoela e colaboradores. Military overloaded gait: considerations for developing specific footwear. In: In: CONGRESS OF THE PORTUGUESE SOCIETY OF BIOMECHANICS, 9th, 2021. **Conference Proceedings....** Porto, Portugal: INEGI, 2021, p. e18050.

VANTORRE, Julien e colaboradores. Comparison of grab start between elite and trained swimmers. **International journal of sports medicine**, v. 31, n. 12, p. 887-893, 2010.

VILAS-BOAS, João Paulo e colaboradores. A novel dynamometric central for 3D forces and moments assessment in swimming starting. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON BIOMECHANICS AND MEDICINE IN SWIMMING, XIIth, 2014. **BMS2014 abstracts handbook**. Canberra, Australia: Australian Institute of Sport, 2014.

VON KORFF, Michael; DUNN, Kate M. Chronic pain reconsidered. **Pain**, v. 138, n. 2, p. 267-276, 2008.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. **World Health Statistics 2017**: monitoring health for the SDGs. [s.l: s.n.].

#### **Dados do primeiro autor:**

Email: jpvb@fade.up.pt

Rua: Doutor Plácido Costa, 91, 4200-450, Porto, Portugal

Recebido em: 12/07/2021

Aprovado em: 27/07/2021

#### **Como citar este artigo:**

VILAS-BOAS, João Paulo e colaboradores. Laboratório de biomecânica do Porto: ensino, investigação e serviços à comunidade. **Corpoconsciência**, v. 25, n. 2, p. 196-220, mai./ ago., 2021.

## CHARACTERIZATION OF TEXTILE ELECTRODES FOR EMG MEASUREMENTS: IMPEDANCE AND SIGNAL MORPHOLOGY

CARACTERIZAÇÃO DE ELÉCTRODOS TÊXTEIS PARA MEDIÇÕES EMG: IMPEDÂNCIA E MORFOLOGIA DO SINAL

CARACTERIZACIÓN DE ELECTRODOS TEXTILES PARA MEDICIONES EMG: IMPEDANCIA Y MORFOLOGÍA DE SEÑAL

**Pedro Filipe Pereira da Fonseca**

<https://orcid.org/0000-0002-4885-4924> 

Universidade do Porto (Porto, Portugal)

pedro.labiomep@fade.up.pt

**Márcio Borgonovo-Santos**

<https://orcid.org/0000-0001-7930-1620> 

Universidade do Porto (Porto, Portugal)

marcio.santos@riedel.net

**André Catarino**

<https://orcid.org/0000-0003-2907-6845> 

Universidade do Minho (Guimarães, Portugal)

whiteman@det.uminho.pt

**Miguel Velhote Correia**

<https://orcid.org/0000-0001-6065-9358> 

Universidade do Porto (Porto, Portugal)

mcorreia@fe.up.pt

**João Paulo Vilas-Boas**

<https://orcid.org/0000-0002-4109-2939> 

Universidade do Porto (Porto, Portugal)

jpvb@fade.up.pt

### Abstract

Textile electrodes are an alternative to conventional silver-chloride electrodes in wearable systems. Their easy integration in garments and comfort provided to the user make them an interesting development of textile engineering. The potential of such electrodes to allow more unobtrusive data collection in health and sports context may enable the development of biosensing garments to be used in biomechanics. However, proper validation of the recorded signals is paramount, and few studies have yet presented consistent methodologies for textile-based electromyographic recordings. This study presents the validation of the electrical and morphological properties of electromyographic signals recorded with textile electrode, in comparison to conventional silver-chloride electrodes. Results indicate that both sets of electrodes have identical signal-to-noise ratios, but with distinct impedance frequency responses. Electromyographic envelope morphologies are also identical, although textile electrodes usually have lower amplitudes.

**Keywords:** Wearable; Textile Electrode; Electromyography; Sensory Garment.

### Resumo

Eléctrodos têxteis são uma alternativa aos convencionais eléctrodos de cloreto de prata em sistemas vestíveis. A sua fácil integração em vestuário e o conforto que providenciam tornam-nos um interessante desenvolvimento da engenharia têxtil. O potencial destes eléctrodos para permitir a discreta recolha de dados em contexto de saúde e



desporto poderá permitir o desenvolvimento de vestuário biossensível com aplicação em biomecânica. No entanto, uma adequada validação dos sinais registados é fundamental, e poucos estudos apresentaram metodologias consistentes para registos electromiográficos baseados em eléctrodos têxteis. Este estudo apresenta a validação das propriedades eléctricas e morfológicas de sinais electromiográficos registados com eléctrodos têxteis, em comparação com os convencionais eléctrodos de cloreto de prata. Os resultados indicam que ambos os eléctrodos apresentam razões sinal-ruído idênticos, mas com uma resposta em frequência de impedância distinta. A morfologia do envelope electromiográfico é também idêntica entre eléctrodos, ainda que geralmente de menor amplitude no eléctrodo têxtil.

**Palavras-chave:** Sistemas Vestíveis, Eléctrodos Têxteis, Electromiografia, Vestuário Sensorial.

### Resumen

Los electrodos textiles son una alternativa a los electrodos de cloruro de plata convencionales en los sistemas portátiles. Su fácil integración en las vestimentas y la comodidad que brinda al usuario las convierten en un interesante desarrollo de la ingeniería textil. El potencial de tales electrodos para permitir una recopilación de datos más discreta en el contexto de la salud y el deporte puede permitir el desarrollo de vestimentas biosensibles para su uso en biomecánica. Sin embargo, la validación adecuada de los señales registradas es primordial y pocos estudios han presentado metodologías consistentes para registros electromiográficos basados en textiles. Este estudio presenta la validación de las propiedades eléctricas y morfológicas de señales electromiográficas registradas con electrodo textil, en comparación con electrodos convencionales de cloruro de plata. Los resultados indican que ambos los electrodos tienen relaciones señal-ruído idénticas, pero con una respuesta de frecuencia de impedancia distinta. La morfología de la envoltura electromiográfica también se identifica entre electrodos, aunque generalmente de menor amplitud en el electrodo textil.

**Palabras clave:** Sistemas Vestibles, Electrodos Textiles, Electromiografía, Indumentaria Sensorial.

## INTRODUCTION

The use of wearable solutions is a popular solution to perform human physiological and movement measurements (TAJ-ELDIN et al., 2018), allowing unobtrusive data collection. This is particularly valuable in biomechanics, where movement should not be impaired by the measuring equipment. Additionally, clinical and sports biomechanics require the availability of measuring solutions that combine convenience with reliability.

Biologically originated electrical potentials such as the electrocardiogram (ECG) and the electromyogram (EMG) are commonly measured on medical and scientific contexts, and they are of great importance to assess cardiac and muscular activity in a myriad of situations. Currently, silver-chloride electrodes are the most frequently used type of electrodes to perform this measurements, allowing the recording of good quality signals (XU; ZHANG; TAO, 2008). However, some disadvantages such as skin irritation because of the fixation adhesives (CATRYSSE et al., 2004), the limited shelf-life, the dehydration over time (GRUETZMANN; HANSEN; MÜLLER, 2007; MAROZAS et al., 2011) and the heterogeneity of coupling silver-chloride electrodes with textile garments, led researchers to start looking for alternatives to record biopotentials.

Textile technology has been providing alternatives to non-conventional sensors (ISLAM; ALI; COLLIE, 2020), especially during long-term and continuous EMG recordings (GUO



et al., 2019). Besides the ability to fully integrate the electrodes into a garment and enable measurements during almost any land-based activity, such electrodes presents other advantages, such as being lightweight (XU; ZHANG; TAO, 2008), and the ability to endure several sessions of use since they can be washed (BIFULCO et al., 2011; COOSEMANS; HERMANS; PUERS, 2005; SCILINGO et al., 2005). Of particular interest for sports biomechanics applications is their flexibility, allowing an improved skin contact, especially in muscles with high curvatures (XU; ZHANG; TAO, 2008).

Despite the possibilities for biomechanical monitoring, textile electrodes are not without some drawbacks. Some challenges have been reported, such as an higher skin-electrode impedance than the silver-chloride electrodes (CATRYSSSE al., 2004), the presence of higher levels of noise (CHO; LEE; CHO, 2009; COOSEMANS; HERMANS; PUERS, 2005) and the higher vulnerability to motion artifacts due to the lack of fixation adhesives. Regardless of the abundance of publications on the development of textile electrodes new designs and fabrication methods, their validation is scarce. Recently, some studies have presented methods for the validation of textile-based EMG electrodes (KIM; LEE; JEONG, 2020; PANI et al., 2019), proving useful methodologies for the reliable assessment of textile products.

This work aims at validating a new set of EMG textile electrodes developed for the integration of functional garments for health and sports applications. To do so, skin-electrode impedance testing, signal-to-noise ratio and the morphological analysis of EMG recordings during isometric tasks with different loads were performed using textile and conventional silver-chloride electrodes simultaneously.

## **MATERIALS AND METHODS**

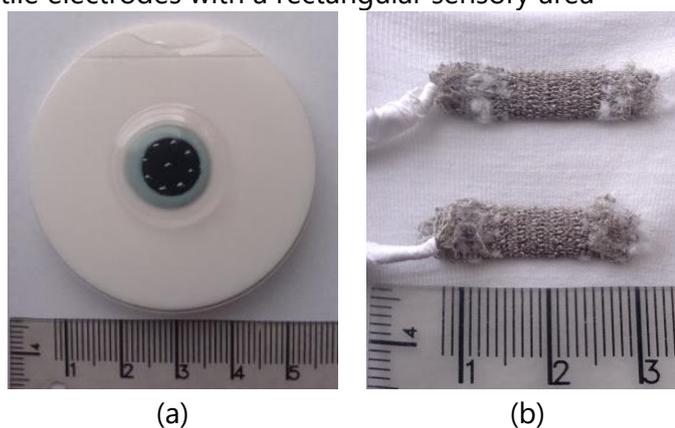
Two groups of healthy volunteers, with no history of neuromuscular conditions or injuries in the upper limbs in the last six months, were recruited from the local university student body. The first group, comprising ten participants (six male and four female) aged  $24 \pm 3.3$  years old,  $69.1 \pm 12.2$  kg of mass,  $1.74 \pm 0.97$  m in height and a Body Mass Index (BMI) of  $22.72 \pm 1.73$  kg/m<sup>2</sup> participated in the skin-electrode impedance measurements. The second group included ten participants (five male, five female) aged  $25.0 \pm 3.0$  years old,  $65 \pm 10$  kg of mass,  $1.69 \pm 0.11$  m in height and BMI of  $22.78 \pm 1.76$  kg/m<sup>2</sup>, and was involved in the physiological EMG recordings.



The textile electrodes (TE) under validation were a custom-blend of 80% silver plated polyamide (Elitext) and 20% Lycra with an average linear mass of 23.5 tex. Each electrode was manufactured in a rectangular shape with a 1 cm<sup>2</sup> sensory area. Due to their lack of self-adhesive properties, the TE were sewn on a semi-rigid material (plastazote) and fixed to the skin with an adjustable elastic band. The conventional silver-chloride electrode (CE), used as reference, was the self-adhesive SX-30 model of Dormo&Blayco (Telic S.A., Spain), with a gel film over a 1 cm<sup>2</sup> circular sensory area. Both sets of electrodes are depicted in Figure 1.

All volunteers were informed of the study objectives and the experimental protocol, following the appropriate ethical procedures in accordance with the Helsinki Declaration and its later amendments. Participants had the opportunity to familiarize themselves with both types of electrodes and the experimental procedures before data collection began.

**Figure 1** – The two electrodes used in the study: (a) a conventional silver-chloride electrode, and (b) the EMG textile electrodes with a rectangular sensory area



**Source:** authors's owns.

Prior to any data collection, the skin in the measuring area was shaven and cleaned with a piece of cotton embedded in a 95% alcohol solution, and slightly abraded until redness with the same cotton piece.

Skin-electrode impedance measurements of both the CE and TE were performed with a Voltage Controlled Current Source based on an Improved Howland Circuit. This circuit generated a 100  $\mu$ A sinusoidal current signal from 15 to 1000 Hz, and both impedance magnitude and phase were measured. The magnitude was obtained by measuring the voltage drop between the electrodes and the skin, while the phase shift was calculated as the difference between the current's phase before and after the injection into the body. All measurements



were performed with a NI USB6211 (National Instruments, USA) acquisition board with a resolution of 16 bit and a sampling frequency of 42KSamples/s.

Impedance measurements were performed over the right ventral forearm, with electrodes placed at its midpoint with a 2 cm center to center distance. A thin layer of 0.1 ml of conductive gel (Quick Eco-Gel, Lessa S.A., Spain) was applied on each TE to provide similar skin contact conditions to those of the CE. A settling period of at least two minutes was ensured after placing the electrodes on the skin and a sphygmomanometer cuff was used to maintain a constant pressure of 2.67 kPa (20 mmHg). Impedance was measured from 15 to 1000 Hz, which covered all the frequency range used in the EMG physiological measurements.

The physiological EMG measurements were performed with both sets of electrodes. To this end, a two-stage amplifier was used, amplifying the signal 1100 times (first stage: 100; second stage: 11) with a Common Mode Rejection Ratio (CMRR) over 110 dB. The amplified signals were then recorded using a BIOPAC MP100 (BIOPAC Systems Inc., USA) with a 16 bit resolution and 1000 Hz sampling frequency.

Electrodes were placed on the biceps brachii muscle belly, according to the SENIAM recommendations (HERMENS; FRERIKS; DISSELHORST-KLUG; RAU, 2000), and the reference electrode attached to the elbow. Due to the inability of placing both the CE and TE on the same place, and to prevent substantial differences in the recorded signal, they were carefully placed as near as possible. The CE was placed on the middle of the muscle belly, while the TE was placed distal to CE, along the muscle fibers orientation. Conductive gel was applied in the same manner as in the impedance measurements. The pressure exerted by the TE against the skin was not standardized, but the elastic band was adjusted to keep a good and comfortable skin contact, always by the same researcher.

Participants were asked to sit on a rigid armless chair with the right elbow flexed at 90° and the forearm supine, while keeping the trunk at 90° regarding the chair seat, and the shoulder at 0° of flexion, as described by Oliveira et al. (2009) and Linz, Gourmelon and Langereis (2007). All joint angles were measured with a goniometer. With the participant sitting in the abovementioned position, three maximum voluntary contractions (MVC) attempts with ten seconds of duration and at least two minutes of rest between repetitions were performed with strong verbal encouragement. During each MVC attempt, the maximum isometric force was measured with a Globus Ergo Meter Load Cell (Globus Italia, Italy). The load cell was connected to an ergonomic handle held at the participant's hand, and to the ground, by a



metal chain. The EMG recording obtained during the maximum force production attempt was selected for further signal normalization. After a resting period of at least three minutes, isometric sub-maximal contractions, with the participant sitting with the same posture as during the MVCs, were performed holding dumbbells against gravity, with loads representing 20%, 50% and 80% of the MVC, in a randomized order. For each sub-maximal load, three repetitions of five seconds were performed. A recovery period of at least two minutes between repetitions, and three minutes between loads was observed.

## DATA ANALYSIS

Data from the impedance and physiological measurements were processed using Matlab 7.9.0 (MathWorks, MA, USA).

EMG data was digitally filtered with a 20-500 Hz zero-phase Butterworth bandpass filter, followed by a full-wave rectification. The signal envelope was obtained by the calculation of its Root Mean Square (RMS) with a 150 ms window. The resulting envelopes of each electrode were then normalized by the corresponding MVC value. The level of noise content in the signal was measured as the average Signal to Noise Ratio (SNR) obtained from the MVC envelopes of each participant.

The EMG morphological analysis compared the TE and CE envelope patterns while holding different loads. To that end, the Root Mean Square Error (RMSE) between envelopes was calculated as a measure of their overall similarity, the envelope's peak (pEMG) as a measure of their maximum measurement ability, and the envelope's integral (iEMG) as a metric of the total area of the envelopes. EMG onset and offset, required for the calculation of iEMG, was detected using the Teager-Kaiser Energy Operator (TKEO) (LI; ARUIN, 2005). Whenever the automatic detection failed, manual detection with the aid of the TKEO generated threshold was performed. All the iEMG values were time-normalized to remove the effect of different contraction durations (HILDENBRAND; NOBLE, 2004).

Statistical analysis included the assessment of data distribution according to the Shapiro-Wilk test, and the calculation of descriptive statistics. In order to evaluate the differences between the CE and TE across the sub-maximal loads, an ANOVA for repeated measures test was carried out. All statistic procedures were performed using SPSS Statistics 18 (IBM, USA), with a significance level of 95% ( $p < 0.05$ ) and following the Greenhouse-Geisser



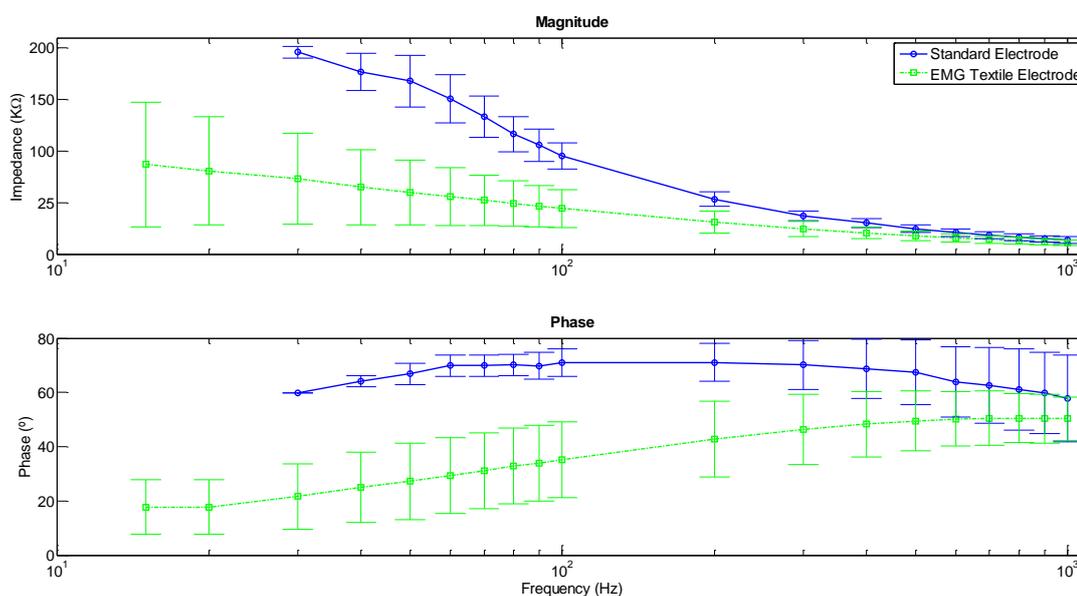
line to guarantee data homogeneity. Agreement between the CE and TE measurements of the pEMG and the iEMG were assessed using Bland-Altman diagrams.

## RESULTS

Both types of electrodes present an impedance decrease with the increase of frequency, as depicted in Figure 2. However, CE have a higher impedance, especially at lower frequencies where it achieves 200 k $\Omega$ . At higher frequencies, CE reduces its amplitude to 13.6 k $\Omega$  after showing a sharper transition at 100 Hz. The TE presents lower impedance across all the tested frequencies, with an almost linear decreasing trend.

Similarly, electrodes present distinct impedance phase differences across frequencies. TE introduces a lower phase shift than CE, but it increases almost linearly with the signal frequency. On the other hand, CE shows a decreasing shift at 500 Hz.

**Figure 2** – Measured impedance magnitude and phase from the skin-electrode interface



**Source:** authors's owns.

The ratio of signal to noise measured for each electrode is summarized in Table 1. On average, the difference between electrodes is only one decibel. However, the standard deviation and the difference between the maximum and minimum of each type of electrodes reveal that the TE have a higher range than the CE.



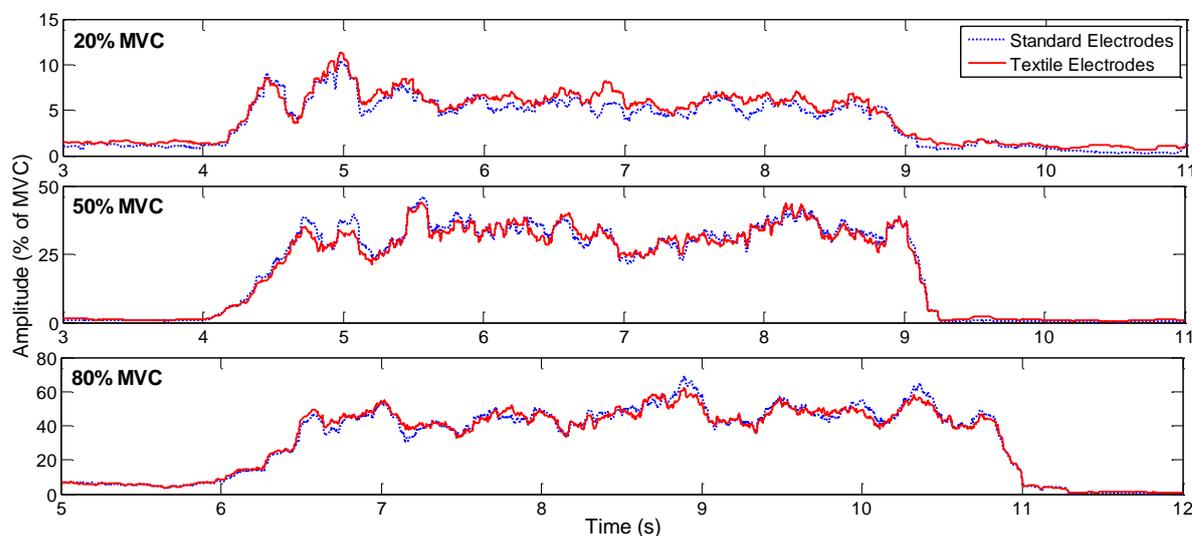
**Table 1** – Average signal-to-noise ratio of the standard and textile electrodes during maximum voluntary contractions.

	Conventional (dB)	Textile (dB)	Difference (dB)
Mean	23.4	22.4	1.0
Standard Deviation	4.6	5.6	1.0
Minimum	16.9	13.5	3.4
Maximum	36.3	37.5	1.2

**Source:** authors's owns.

The shape of the envelopes may provide some insight on the ability of the TE to measure the same EMG information than CE. The envelopes corresponding to the sub-maximal loads are depicted in Figure 3. Despite some differences during the resting period, at 20% MVC the envelope of both signals seems to present an almost complete overlapping (Figure 3). This matching of features and dynamics seems to improve with load.

**Figure 3** – Overlapping of the RMS envelopes of the EMG signals recorded with the conventional and textile electrodes at different sub-maximal loads.



**Source:** authors's owns.

However, the results of the RMSE reveal that the differences between signals are, on average, lower at 20% and 80% MVC, and a high variation does occur as reported by the mean and standard deviation in Table 2.

When looking at the pEMG, the CE reveals a higher value along all loads. This higher activation leads to a higher difference with TE with the increase in the load. The iEMG,



representing the area of the envelope, presents a similar trend, with CE showing higher values when compared with TE.

Despite these apparent dissimilarities, the ANOVA analysis found no differences between measurements ( $p=0.48$ ) or between the measurements and electrodes ( $p=0.75$ ), which indicates that both types of electrodes can measure similar values of pEMG. Finally, no differences were found between electrodes measurements at different sub-maximal loads ( $p=0.97$ ), which indicates that for the same load, both electrodes returned similar measurements.

**Table 2** – Comparison of envelope morphological parameter between conventional and textile electrodes, expressed as mean (standard deviation) and range (minimum- maximum)

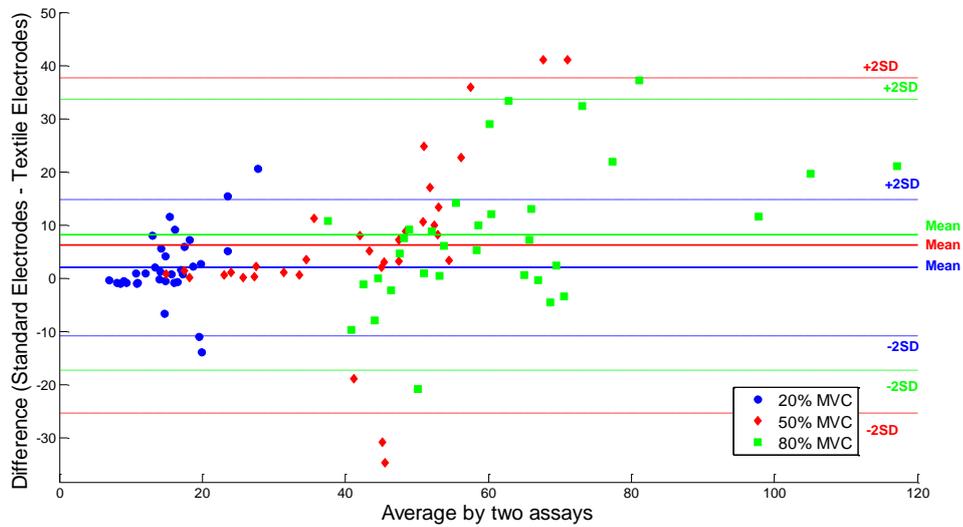
Load	Electrode	RMSE		pEMG	iEMG
		(%MVC)		(%MVC)	(%MVC)
		Mean (SD)	Range	Mean (SD)	Mean (SD)
20% MVC	Conventional			16.10 (6.99)	9.66 (3.97)
	Textile	3.6 (3.2)	0.8 – 11.5	14.16 (4.74)	8.77 (3.23)
	Difference			1.93 (2.25)	0.89 (0.74)
50% MVC	Conventional			41.22 (23.04)	29.01 (15.73)
	Textile	9.3 (9.5)	1.2 – 31.5	36.42 (16.61)	24.46 (8.98)
	Difference			4.79 (6.44)	4.55 (6.75)
80% MVC	Conventional			60.33 (29.03)	38.39 (14.14)
	Textile	7.9 (4.9)	1.9 – 22.1	52.80 (23.55)	35.09 (11.29)
	Difference			7.53 (5.48)	3.30 (2.85)

**Source:** authors's owns.

The agreements between pEMG measurements were analyzed with the Bland-Altman plot and the results are depicted in Figure 4. The positive bias of the pEMG difference shows that the CE generally have higher peak amplitude, which becomes higher with the increase of the sub maximal load. Just a few data points can be found outside the limit of agreement established by the  $\pm 2$  SD interval, which account for 10% (at 20% MVC), 13.3% (at 50% MVC) and 6.7% (at 80% MVC) of the total data points.



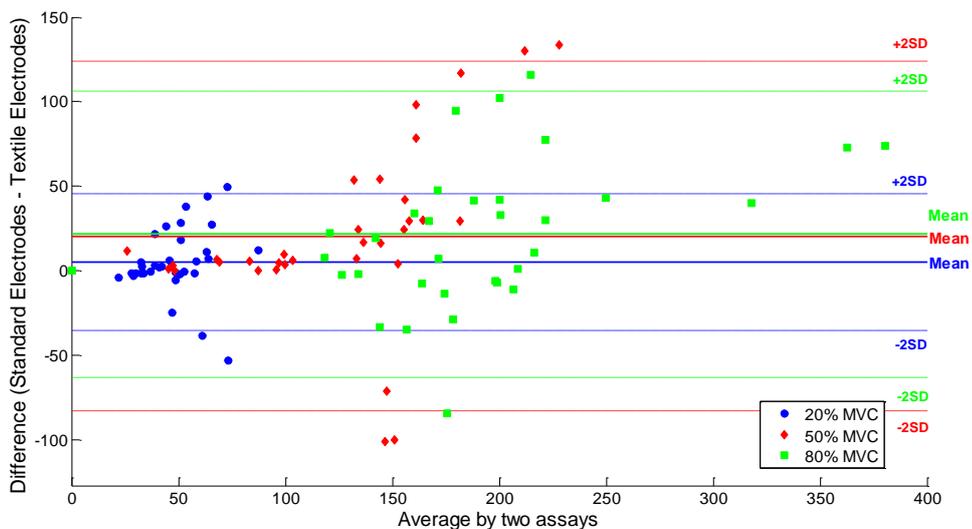
**Figure 4** – Bland-Altman diagram of the pEMG values for each load



**Source:** authors's owns.

Similar agreement analysis was performed with the iEMG, and the results are reported in Figure 6. The difference bias shows that the CE tend to have higher values than the TE, with the bias increasing with load. However, the bias between 50% and 80% is smaller indicating that at these levels of activation, the iEMG are more similar.

**Figure 5** – Bland-Altman diagram of the iEMG value for each load



**Source:** authors's owns.



## DISCUSSION

The skin-electrode impedance is very different between electrodes. The CE has higher impedance and phase shift, which may cause differences to the measured signal across the frequency spectrum. Although the TE and CE have similar impedance at high frequencies, the EMG physiological signals usually have relevant information only up to 500Hz. Therefore, the TE has a superior performance by inducing lower impedance and phase shift to the EMG signals in this range.

Since the electrical noise affects the amplitude of both the isoelectric lines and the myoelectric signal in the same manner, the fact that CE and TE present similar amplitude seems to indicate they also share the same susceptibility to noise. However, the evaluation performed by the SNR calculation of both signals revealed smaller average differences, when compared with the results obtained by authors like Chan and Lemaire (2010), and Laferriere, Lemaire and Chan (2011), that also compared non-conventional electrodes with CE for EMG applications. These results indicate that both electrodes have a similar susceptibility to the power-line noise at 50 Hz and its harmonics.

The morphological analysis of the signal was intended to observe if there were any significant pattern differences between the signals measured by the CE and TE. The need of such assessment is related with the influence of the electrode's different manufacturing process, shape, and the simultaneous placement over the muscle. According to Hermens et al. (2000), the difference in shape is not an issue as long as the total area is similar. This did in fact occur since the TE and CE had an identical sensory area. Therefore, the only concern that remained was the difference in the electrode placement. The biceps brachii muscle was chosen because it was large enough to accommodate two pairs of electrodes over its belly. When qualitatively compared, signals recorded with both types of electrodes did not show any decisive difference between their overall patterns. Although there are differences between the CE and TE envelopes, they seem to coincide in most of their features, has revealed by the matching of several peaks. The RMSE between the envelopes of each type of electrode presented small differences (average <10 %MVC) over the entire signal length which enabled the TE to measure patterns identical to CE.

The TE seems to be capable of measuring pEMG with smaller amplitudes than the CE. This can be explained by the practical impossibility of placing each pair of electrodes on



the exact same muscle location. The small distance between each pair of electrodes, and the fact that TE was placed distal to CE, was enough to cause amplitude differences between the recorded signals (BECK et al., 2008; RAINOLDI et al., 2000). Results support this statement since the CE presented higher amplitudes along all the sub-maximal loads. Despite the lower pEMG mean, the small standard deviation of TE shows they have a smaller variability when measuring this parameter.

The iEMG results put into evidence that CE have a greater area under its envelope at all the sub-maximal loads. This is in accordance with the pEMG results, and the hypothesis that the lower amplitude is related to the distal placement of TE. The Bland-Altman diagram distribution is very similar between pEMG and iEMG, denoting a close relationship between these two variables. The small difference in terms of mean and standard deviation, and the identical range established by the minimum and maximum values reveal that the CE and TE measure identical EMG signals. The results provided by the ANOVA statistical analysis ensured that the measurements performed with both types of electrodes at different sub-maximal loads do not have differences.

## CONCLUSION

The EMG signals recorded with a TE electrode were characterized in terms of electrical and morphological characteristics and compared with a CE.

Morphological analysis revealed that the textile electrodes are capable of measuring signals with similar patterns but with smaller amplitude. However, caution is advised as this may be the result of different electrodes placement locations.

The overall noise content was not substantially different between electrodes and did not compromise the ability to interpret the textile electrode's signals. Further studies should be performed to evaluate the frequency content of the signals, which may vary due the different impedance and phase shifts found. This may be particularly important in during dynamic activities.

From the results obtained in this study, we can conclude that textile electrodes have a good measuring performance during isometric conditions, allowing the measurement of EMG signals with morphological features identical to the standard electrodes. Thereby, the textile electrodes may be used as a reliable alternative to the conventional silver-chloride



electrodes in EMG measurement applications without any trade-off of signal quality or pattern alterations.

## BIBLIOGRAPHIC REFERENCES

BECK, Travis W. e colaboradores. The effects of electrode placement and innervation zone location on the electromyographic amplitude and mean power frequency versus isometric torque relationships for the vastus lateralis muscle. **Journal of electromyography and kinesiology**, v. 18, n. 2, p. 317-328, 2008.

BIFULCO, Paolo e colaboradores. A wearable device for recording of biopotentials and body movements. In: IEEE INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON MEDICAL MEASUREMENTS AND APPLICATIONS, 2011. **Digest of technical papers...** Bari, Italy, p. 469-472, 2011.

CATRYSSÉ, Michael e colaboradores. Towards the integration of textile sensors in a wireless monitoring suit. **Sensors and actuators A: physical**, v. 114, n. 2, p. 302-311, 2004.

CHAN, Adrian; LEMAIRE, Edward. Flexible dry electrode for recording surface electromyogram. In: IEEE INSTRUMENTATION & MEASUREMENT TECHNOLOGY, 2010. **Conference proceedings...** Austin, USA, p. 1234-1237, 2010.

CHO, Gilsoo; LEE, Seungsin; CHO, Jayoung. Review and reappraisal of smart clothing. **International journal of human-computer interaction**, v. 25, n. 6, p. 582-617, 2009.

COOSEMANS, Johan; HERMANS, Bart; PUERS, Robert. Integrating wireless ECG monitoring in textiles. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOLID-STATE SENSORS, ACTUATORS AND MICROSYSTEMS, 13<sup>th</sup>, 2005. **Digest of technical papers...** Seoul, Korea, p. 5-9, 2005.

GRUETZMANN, Anna; HANSEN, Stefan; MÜLLER, Jörg. Novel dry electrodes for ECG monitoring. **Physiological measurement**, v. 28, n. 11, p. 1375-1390, 2007.

GUO, Li e colaboradores. Systematic review of textile-based electrodes for long-term and continuous surface electromyography recording. **Textile research journal**, v. 90, n. 2, p. 227-244, 2019.

HERMENS, Hermie J. e colaboradores. Development of recommendations for SEMG sensors and sensor placement procedures. **Journal of electromyography and kinesiology**, v. 10, n. 5, p. 361-374, 2000.

HILDENBRAND, Kasee; NOBLE, Larry. Abdominal muscle activity while performing trunk-flexion exercises using the ab roller, abslide, fitball, and conventionally performed trunk curls. **Journal of athletic training**, v. 39, n. 1, p. 37-43, 2004.

ISLAM, G. M. Nazmul; ALI, Mohammad Azan; COLLIE, Stewart. Textile sensors for wearable applications: a comprehensive review. **Cellulose**, v. 27, n. 11, p. 6103-6131, 2020.



KIM, Siyeon; LEE, Sojung; JEONG, Wonyoung. EMG measurement with textile-based electrodes in different electrode sizes and clothing pressures for smart clothing design optimization. **Polymers**, v. 12, n. 10, p. 2406, 2020.

LAFERRIERE, Pascal; LEMAIRE, Edward D.; CHAN, Adrian. D. C. Surface electromyographic signals using dry electrodes. **IEEE Transactions on Instrumentation and Measurement**, v. 60, n. 10, p. 3259-3268, 2011.

LI, Xiaoyan.; ARUIN, Alexander S. Muscle activity onset time detection using teager-kaiser energy operator. In: IEEE ENGINEERING IN MEDICINE AND BIOLOGY SOCIETY. 2005. **Conference proceedings...** p. 7549-7552, 2005.

LINZ, Torsten.; GOURMELON, Lena; LANGEREIS, Geert. Contactless EMG sensors embroidered onto textile. In: International Workshop on Wearable and Implantable Body Sensor Networks, 4<sup>th</sup>, 2007. **IFMBE proceedings...** Springer, Berlin, Heidelberg, 2007.

MAROZAS, Vaidotas e colaboradores. A comparison of conductive textile-based and silver/silver chloride gel electrodes in exercise electrocardiogram recordings. **Journal of electrocardiology**, v. 44, n. 2, p. 189-194, 2011.

OLIVEIRA, Liliam F. e colaboradores. Effect of the shoulder position on the biceps brachii emg in different dumbbell curls. **Journal of sports science & medicine**, v. 8, n. 1, p. 24-29, 2009.

PANI, Danilo e colaboradores. Validation of polymer-based screen-printed textile electrodes for surface EMG detection. **IEEE transactions on neural systems and rehabilitation engineering**, v. 27, n. 7, p. 1370-1377, 2019.

RAINOLDI, Alberto e colaboradores. Geometrical factors in surface EMG of the vastus medialis and lateralis muscles. **Journal of electromyography and kinesiology**, v. 10, n. 5, p. 327-336, 2000.

SCILINGO, Enzo Pasquale e colaboradores. Performance evaluation of sensing fabrics for monitoring physiological and biomechanical variables. **IEEE transactions on information technology in biomedicine**, v. 9, n. 3, p. 345-352, 2005.

TAJ-ELDIN, Mohammed e colaboradored. A review of wearable solutions for physiological and emotional monitoring for use by people with autism spectrum disorder and their caregivers. **Sensors**, v. 18, n. 12, p. 4271, 2018.

XU, Pengjun.; ZHANG, Hui; TAO, Xiaoming. M. Textile-structured electrodes for electrocardiogram. **Textile progress**, v. 40, n. 4, p. 183-213, 2008.

**Dados do primeiro autor:**

Email: pedro.labiomep@fade.up.pt

Endereço: LABIOMEPE: Laboratório de Biomecânica da Universidade do Porto. Rua Dr. Plácido Costa, 91. 4200-450 – Porto, Portugal.



Recebido em: 30/06/2021

Aprovado em: 27/07/2021

**Como citar este artigo:**

FONSECA, Pedro Filipe Pereira da e colaboradores. Characterization of textile electrodes for EMG measurements: impedance and signal morphology. **Corpoconsciência**, v. 25, n. 2, p. 221-235, mai./ ago., 2021.

## CONTROLE POSTURAL E O ENVELHECIMENTO

### POSTURAL CONTROL AND AGING

### CONTROL POSTURAL Y ENVEJECIMIENTO

#### **Samuel Klippel Prusch**

<https://orcid.org/0000-0002-3857-1699> 

<http://lattes.cnpq.br/1537818755374026> 

Universidade Federal de Santa Maria (Santa Maria, RS – Brasil)  
samuel\_klippel@yahoo.com.br

#### **Igor Martins Barbosa**

<https://orcid.org/0000-0001-6237-2254> 

<http://lattes.cnpq.br/7291589661998875> 

Universidade Federal de Santa Maria (Santa Maria, RS – Brasil)  
igor.barbosa@ufsm.br

#### **Elisama Josiane Mello dos Santos**

<https://orcid.org/0000-0002-6494-4372> 

<http://lattes.cnpq.br/7662931112172244> 

Universidade do Vale do Rio dos Sinos (São Leopoldo, RS – Brasil)  
elisama.mello@hotmail.com

#### **Luiz Fernando Cuozzo Lemos**

<https://orcid.org/0000-0002-1866-0491> 

<http://lattes.cnpq.br/8586428160068943> 

Universidade Federal de Santa Maria (Santa Maria, RS – Brasil)  
luizcanoagem@yahoo.com.br

#### **Resumo**

Com o envelhecimento, muitos decréscimos acompanham o indivíduo. Do ponto de vista biológico, as alterações celulares causam um declínio geral da homeostase celular, de modo a gerar uma menor capacidade de respostas à estresses fisiológicos, deixando o indivíduo mais susceptível a perturbações intrínsecas e extrínsecas, destacando as mudanças relacionadas ao controle postural, e os cuidados necessários a fim de evitar possíveis quedas na população idosa. Diante disto, o objetivo do presente estudo foi verificar, na literatura científica, as alterações que acometem o sistema de controle postural em função do processo de envelhecimento. Foram utilizadas distintas bases de dados, usando os seguintes descritores: "envelhecimento", "controle postural", "sistemas sensoriais". A partir disto, observou-se que para uma melhor manutenção da postura, o sistema nervoso central e os sistemas sensoriais precisam estar atuando da melhor maneira possível, no entanto, estes sistemas também são prejudicados ao longo do tempo.

**Palavras-chave:** Equilíbrio Postural; Acidentes por Quedas; Sarcopenia.

#### **Abstract**

With aging, many decreases accompany the individual. From a biological point of view, cellular changes cause a general decline in cell homeostasis, in order to generate a lower capacity to respond to physiological stresses, leaving the individual more susceptible to intrinsic and extrinsic disturbances, highlighting changes related to postural control, and the necessary care in order to avoid possible falls in the elderly population. Therefore, the aim of this study was to verify, in the scientific literature, the changes that affect the postural control system due to the aging process. Different databases were used, using the following descriptors: "aging", "postural control", "sensory systems". From this, it was observed that for a better maintenance of posture, the central nervous system and sensory systems need to be acting in the best possible way, however, these systems are also harmed over time.



**Keywords:** Postural Balance; Accidental Fall; Sarcopenia.

### Resumen

Con el envejecimiento, muchas disminuciones acompañan al individuo. Desde un punto de vista biológico, los cambios celulares provocan un declive general de la homeostasis celular, con el fin de generar una menor capacidad de respuesta a los estreses fisiológicos, dejando al individuo más susceptible a las alteraciones intrínsecas y extrínsecas, destacando los cambios relacionados con el control postural, y el cuidados necesarios para evitar posibles caídas en la población anciana. Ante esto, el objetivo de este estudio fue verificar, en la literatura científica, las alteraciones que afectan al sistema de control postural debido al proceso de envejecimiento. Se utilizaron diferentes bases de datos, utilizando los siguientes descriptores: "envejecimiento," control postural "," sistemas sensoriales ". A partir de esto, se observó que para un mejor mantenimiento de la postura, el sistema nervioso central y los sistemas sensoriales necesitan estar actuando de la mejor manera posible, sin embargo, estos sistemas también se ven perjudicados con el tiempo.

**Palabras clave:** Equilibrio Postural; Accidentes por Caídas; Sarcopenia.

## INTRODUÇÃO

Em previsões feitas pelo IBGE (2018), existe uma tendência de haver um crescente envelhecimento populacional nas próximas décadas. De tal modo que uma a cada quatro pessoas terá 65 anos ou mais, em 2060. De maneira que a proporção de idosos, que atualmente está em 9,2%, avançará para 25,5% da população geral. Esses números têm a contribuição do aumento significativo da qualidade de vida e os avanços da medicina nos últimos 50 anos, os quais influenciaram positivamente a expectativa de vida e, conseqüentemente, o crescimento da população idosa (VENTURELLI et al., 2018). A expectativa de vida do brasileiro em 2018 chegou a 76,2 anos, em comparação, na década de quarenta ela correspondia a 45,5 anos (IBGE, 2018).

Com o envelhecimento surgem distintas alterações, principalmente fisiológicas, as quais causam uma perda significativa na funcionalidade e na qualidade de vida da população idosa (CADORE et al., 2013). Dentre essas alterações, destacam-se as que acometem o controle postural, pois este sistema é desafiado constantemente por oscilações corporais, especialmente nesta fase da vida, a qual muitos fatores prejudicam o seu desempenho (marcha lenta, histórico de quedas anteriores, baixa aptidão física etc.) (HORAK et al., 1996). Desta maneira, para a população idosa, uma queda pode representar um problema maior que a própria queda em si (lesões ósseas, bater a cabeça), podendo gerar lesões muito mais graves do que aconteceria em um adulto-jovem (RODACKI et al., 2009). Além disso, cair pode ocasionar um ciclo de futuras outras quedas, o que por sua vez afeta diretamente a qualidade de vida dos idosos.

Para a manutenção do controle postural é necessário utilizar informações sensoriais advindas dos sistemas visual, vestibular e proprioceptivo (DUARTE; FREITAS, 2010).



Para que a manutenção adequada ocorra, os sistemas sensoriais agem de modo a conduzir informações específicas relacionadas ao posicionamento do corpo no tempo e espaço, sendo o sistema nervoso central (SNC) acionado para organizar estas informações e controlar a postura corporal tanto estática quanto dinâmica.

A respeito dos sistemas sensoriais, é sabido que os três sistemas utilizam três principais fontes de informações: visuais, proprioceptivas e vestibulares. Essas informações são enviadas, por via aferente, até o SNC, no qual são processadas e definidas respostas motoras para a correção de possíveis perturbações e/ou desequilíbrios. Assim, compreender como o equilíbrio postural é afetado ao longo do tempo é de suma importância para elaboração de estratégias clínicas e de condicionamento físico, a fim de evitar possíveis quedas na população idosa. Diante disto, o objetivo do presente estudo foi verificar, na literatura científica, as alterações que acometem o sistema de controle postural em função do processo de envelhecimento.

## **MATERIAIS E MÉTODOS**

O presente estudo se trata de uma revisão narrativa de literatura, conforme Rother (2007), efetuada a partir de artigos científicos selecionados nas seguintes bases de dados: Medline/PubMed, Science direct e Scielo. Foram utilizados os descritores “Envelhecimento”, “Controle postural” e “Sistemas sensoriais” nos idiomas português e inglês.

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Esta revisão visa apresentar informações pertinentes as alterações que acometem os sistemas através do envelhecimento, e como isso pode influenciar a sua busca por uma manutenção adequada da postura.

### **Envelhecimento**

O ato de envelhecer consiste em um processo multifatorial genético e não genético, que resulta em perdas em funções naturais do organismo oriundas de mudanças tanto em células quanto em tecidos (BORGES et al., 2018). Ao contrário do envelhecimento cronológico, que apenas documenta a passagem do tempo, o envelhecimento celular, do ponto de vista biológico, é um declínio geral da homeostase celular e uma capacidade reduzida de responder aos estressores fisiológicos (VENTURELLI et al., 2018). Desta maneira,



ocasionando alterações funcionais e bioquímicas que tornam o indivíduo mais susceptível a perturbações intrínsecas e extrínsecas, devido as reduções na capacidade de sistemas sensorio-motores vinculados ao mecanismo de equilíbrio postural sensorial (visual, vestibular e proprioceptivo), tônus muscular, força muscular, amplitude de movimento, diminuição da capacidade aeróbica, degeneração articular, alinhamento postural, flexibilidade e de processamentos centrais (BORGES et al., 2018).

Dentre as perdas que acompanham a vida do idoso, as relacionadas às capacidades funcionais e físicas são as mais evidentes, principalmente na redução da força e na potência muscular, em virtude de déficits neuromusculares e morfológicos (BOTTARO et al., 2007). O principal fenômeno responsável por essas alterações denomina-se sarcopenia (HUGHES et al., 2016), tendo uma etiologia complexa que engloba aspectos hormonais, metabólicos, nutricionais e imunológicos (GOMES, 2012). Entretanto, refere-se principalmente a progressiva e generalizada perda de massa e função muscular (força e potência), a partir da diminuição da área de secção transversa e o contingente de unidades motoras, trata-se de um processo lento e contínuo (CRUZ-JENTOFT et al., 2010).

Além disso, o idoso é acometido por alterações na sua composição corporal, incluindo o aumento de gordura visceral e tecido adiposo, principalmente em membros inferiores (FIELDING, 2011). O estudo de Power, Dalton e Rice (2013), demonstra níveis comparativos de tecidos não contráteis na parte interna do músculo, demonstrando que indivíduos jovens tem cerca de 2-5% de tecidos incapazes de produzir tensão, enquanto indivíduos idosos apresentam cerca de 8-18%.

Acrescido a estes fatores, existe também uma diminuição no volume muscular total, sendo um dos processos mais evidentes do envelhecimento do músculo esquelético (AVELAR et al., 2018). O início da redução se dá a partir dos trinta anos, e é acelerada depois da quinta década (ALFIERI, 2010). No início da quarta década é reportado uma redução da massa muscular de, aproximadamente, 0,5% a cada ano (MITCHELL et al., 2012). De modo que a perda de massa muscular envolve necessariamente uma perda de desempenho contrátil, medida como força e/ou potência (PETRELLA et al., 2005). Especificamente quanto à força muscular, esta pode declinar cerca de 15% a cada década depois dos cinquenta anos e alcançar 30% após os setenta anos (BORGES et al., 2018). Já para Garcia e colaboradores (2011), pode-se ter uma redução em torno de 20% a 40% entre os 70 e 80 anos e, após essa idade, aumenta para 50%.



Outro ponto a se destacar, diz respeito à morfologia das fibras musculares, embora alguns estudos não tenham identificado qualquer atrofia dependente da idade (FRONTERA et al., 2000). A maioria dos estudos concorda que as fibras rápidas sofrem atrofia significativa (MCPHEE et al., 2018), bem como também é observada a atrofia das fibras lentas (ANDERSEN, 2003), contudo menos pronunciado do que nas fibras rápidas. Vale ressaltar que, possivelmente, em virtude do processo de desnervação-reinervação ou devido a uma mudança na demanda funcional dos músculos, a proporção de fibras híbridas se torna particularmente abundante com o envelhecimento (HEPPLE, 2014). Conforme demonstrado por Purves-Smith e colaboradores (2012), torna-se difícil diferenciar os tipos de fibras musculares de idosos (lentas ou rápidas) e, assim, identificar a atrofia de um tipo específico de fibra, bem como se há transição de tipo de fibra (PURVES-SMITH et al., 2012).

Ademais, aspectos neurais também são modificados com o envelhecimento. É sabido que alterações significativas associadas à idade na estrutura e função dos neurônios corticais contribuem para a disfunção do sistema neuromuscular. Especificamente durante o envelhecimento avançado, a atrofia neuronal é evidente no Sistema Nervoso Central (SNC) (WARD, 2006), com uma redução de 40% no número de células do córtex motor, em conjunto com uma redução geral no volume da substância cinzenta e branca (McGINNIS et al., 2011). Na verdade, a importância da redução na espessura do córtex cerebral, relacionada à idade, é indicada por sua correlação com o desempenho na realização das tarefas motoras.

Os neurônios motores representam a via final por meio da qual o comando central é traduzido para o sistema musculoesquelético. De modo que o envelhecimento é acompanhado por mudanças na morfologia e propriedades da unidade motora, juntamente com entradas alteradas de centros periféricos, espinhais e supra espinhais (HEPPLE; RICE, 2016). Além disso, sabe-se que a apoptose relacionada à idade dos neurônios motores espinhais acelera após os 60 anos de idade. O envelhecimento também está associado à remodelação da junção neuromuscular e à transmissão neuromuscular prejudicada (DESCHENES, 2011), o que pode diminuir a ativação da unidade motora entre os idosos mais velhos, bem como é sabido que a perda de unidades motoras já se torna relevante durante a 7ª década de vida (VENTURELLI et al., 2018).

Portanto, com o reconhecimento da redução na ativação muscular com o envelhecimento avançado, parece razoável supor que um déficit no impulso neural desempenha um papel significativo na produção de força atenuada em idosos mais velhos.



Tomados em conjunto, esses resultados apoiam o conceito de que o desenvolvimento da força depende em grande parte da atividade neural e isso é, provavelmente, prejudicado nos idosos mais velhos (VENTURELLI et al., 2018).

Por fim, além dos fatores citados anteriormente, que estão intimamente ligados a manutenção do equilíbrio postural, o envelhecimento também acaba por gerar decréscimos significativos em todo o sistema sensório-motor, desde perdas de acuidade visual, diminuição da propriocepção muscular e articular, perdas de sensibilidade plantar, até a redução da capacidade de detecção de movimento no sistema vestibular (LACOUR et al., 2008). Portanto, com déficits na capacidade neural, o SNC acaba perdendo a sua plena capacidade de integrar estas informações (aférentes) e desenvolver respostas motoras (eferentes) rápidas e adequadas para garantir o controle postural (LACOUR et al., 2008). Isso dificulta ainda mais a tarefa de manter o controle postural adequado de idosos. Como resultado, em torno de 18% da população idosa possui dificuldade de realizar uma ou mais atividades rotineiras, principalmente aquelas que necessitam da utilização de força muscular, mobilidade e equilíbrio postural, como, por exemplo, usar escadas e sentar/levantar de cadeiras (REIS et al., 2014).

Em virtude dessa deterioração surge, muitas vezes, a ocorrência de quedas, o que causa elevados casos de morbidade e mortalidade nessa população, especialmente pela perda de mobilidade, restrição social, perda de autonomia e dependência para realizar atividades corriqueiras (PINHEIRO et al., 2014). Isso se torna ainda mais preocupante ao observar a literatura, é reportado que cerca de um terço de pessoas acima de 65 anos sofrem uma situação de queda por ano, resultando em uma lesão no sistema musculoesquelético em 60% dos casos (GIL et al., 2017). Além do mais, cerca de 10% destas quedas acarretam na necessidade de uma internação hospitalar. Portanto, a autonomia funcional é de suma importância para a população idosa, pois potencializam a dignidade, a promoção da saúde, a integridade e é fundamental nas melhores condições de vida (BORGES et al., 2018).

## **Controle postural**

O termo equilíbrio é definido como a habilidade de controlar o centro de massa em relação à base de sustentação. O desenvolvimento deste processo é um aspecto essencial para a realização de ações hábeis como a locomoção e a manipulação. Assim, a capacidade de manter o corpo sob controle é fundamental para realizarmos atividades que exijam orientação



e estabilidade, como, por exemplo, andar (SHUMWAY-COOK; WOOLLACOTT, 2010). Desta maneira, o grau de exigência depende da tarefa, entretanto, para qualquer ação que envolva o controle da postura, utiliza-se o sistema musculoesquelético, além de processos neurais (HORAK; MACPHERSON, 1996).

Fazem parte dos componentes musculoesqueléticos: a flexibilidade espinal, a amplitude de movimento, as propriedades musculares e as relações biomecânicas entre os segmentos corporais. Já o sistema neural abrange processos motores, os quais organizam os músculos no corpo em sinergias neuromusculares; processos sensoriais/perceptuais, integrando as informações dos sistemas visual, vestibular e proprioceptivo; e os processos de níveis superiores fundamentais para mapear e agir na garantia das respostas antecipatórias e adaptativas do controle postural (SHUMWAY-COOK; WOOLLACOTT, 2010).

Para o controle da postura e o funcionamento do sistema de ação, são envolvidos sistemas de planejamento de nível superior (córtex frontal e motor): para a coordenação (tronco cerebral e redes espinais coordenando a sinergia para a resposta muscular) e na produção de forças (neurônio motor e músculos) que gerem movimentos adequados para o controle da posição corporal (SHUMWAY-COOK; WOOLLACOTT, 2010). Muitos ajustes posturais podem ser ativados antes mesmo que movimentos voluntários, a fim de suavizar possíveis perturbações no equilíbrio corporal, de modo a evitar distúrbios agressivos e agir de forma protetiva. Esse processo é denominado como controle postural antecipatório (CLAUDINO; SANTOS; SANTOS, 2013).

O sistema de controle postural é apontado como o responsável pela busca constante de manter o equilíbrio de um corpo. Sendo que este sistema é a junção das funções dos sistemas sensorial, motor e nervoso. O sistema sensorial (Sistemas visual, vestibular e proprioceptivo) é o encarregado de fornecer informações, por vias aferentes, sobre segmentos corporais em relação a outros segmentos, além da relação destes com o ambiente. Já o SNC recebe as informações sensoriais, realiza a sua filtragem e na sequência emite impulsos nervosos até o sistema motor, com o objetivo de gerar as respostas neuromusculares necessárias. Por fim, o sistema motor é o sistema que compõe o final deste processo, pois é ele que vai realizar as ações musculares corretas (DUARTE; FREITAS, 2010).

O SNC utiliza das informações retiradas dos receptores sensoriais, para determinar a posição corporal no espaço. Geralmente, os estímulos periféricos dos sistemas sensoriais estão disponíveis para captar o movimento e a posição corporal no espaço, em relação ao



ambiente e a gravidade, com as informações sensoriais se organizando de maneiras diferentes e apresentando dependência da tarefa específica. Portanto, pode ser através de situações de controle do equilíbrio estático ou dinâmico, tendo grandes diferenças entre as condições (SHUMWAY-COOK; WOOLLACOTT, 2010). Toda a informação sensorial é processada no cerebelo, isso permite que o centro de massa seja sustentado e mantido por contrações musculares posturais, mais precisamente, pelo vestibulocerebelo. Este que é uma estrutura cerebral envolvida na regulação do controle postural e na coordenação visuomotora.

Quanto maior a exatidão do feedback sensorial, mais são as chances de existir uma correção adequada na postura. Desta maneira, o desempenho no equilíbrio corporal está associado com o funcionamento eficiente e refinado dos sistemas sensoriais e a ação motora, quanto melhor o funcionamento dos referidos sistemas, mais eficientes serão as respostas as perturbações (GOMES, 2012).

### **Sistema Vestibular**

O sistema vestibular, localizado no ouvido interno, fornece informações ao SNC provenientes de orientações resultantes do posicionamento e do movimento da cabeça em relação às forças de inércia e da gravidade. Isso ocorre através de medidas de aceleração linear e angular, as quais levam ao controle postural um modelo de referência gravitoinercial (RICCI et al., 2009; SHUMWAY-COOK; WOOLLACOTT, 2010).

Neste sistema existem dois tipos de receptores que percebem diferentes aspectos de orientação e movimento da cabeça. Os receptores que detectam acelerações angulares são os canais semicirculares preenchidos com fluído. Determinadas regiões desses canais possuem células sensoriais ciliares que quando a cabeça "roda", a inércia do fluído move essas células ciliares, o que ocasiona a liberação de um neurotransmissor. Já os receptores que detectam alterações lineares são o utrículo (horizontais) e o sáculo (verticais). Dentro destas estruturas há uma região chamada mácula a qual possui células ciliares, que se protegem em uma membrana gelatinosa denominada otólito. O movimento linear desta membrana gelatinosa provoca inclinação das células ciliares causando a liberação de um neurotransmissor (DUARTE, 2000).

A partir das informações captadas pelas estruturas mencionadas no parágrafo anterior, são fornecidas informações que guiam a produção de movimentos oculares



compensatórios, além de respostas posturais corretivas (RICCI et al., 2009). Isso consiste em um funcionamento de processamento central em conjunto com um mecanismo de ação motora, que capta uma resposta de estimulação e, na sequência, transmite aos músculos extraoculares e para a medula espinhal, ocasionando o reflexo vestibulo-ocular (RVO) e também o reflexo vestibulo-espinhal (RVE). Assim, quando a cabeça balança, o RVO atua de modo a proporcionar uma visão nítida. Já o RVE age mantendo a estabilidade postural e cefálica, o que estimula respostas corpóreas adequadas e tem potencial de evitar possíveis quedas (ODA; GANANÇA, 2015).

Ademais, tem-se que levar em consideração a importância deste sistema como um referencial de calibração para os outros sistemas sensoriais (visão e propriocepção). Este que serve como comparação quando existe o conflito entre os outros sistemas. Portanto, com uma menor confiabilidade deste sistema, o SNC teria dificuldade em gerenciar informações divergentes vindas do sistema proprioceptivo e visual. De maneira a evidenciar o motivo pelo qual pessoas com déficits vestibulares possuem dificuldades quando estão em uma situação conflitante entre visão e propriocepção (SHUMWAY-COOK; WOOLLACOTT, 2010). Em um estudo que comparou indivíduos com perda da função vestibular e indivíduos sem disfunções, os resultados apresentaram que, quando a visão e a propriocepção foram perturbadas, o grupo com distúrbio demonstrou uma inclinação corporal maior, o que acarretou na perda total do equilíbrio nos momentos que só o sistema vestibular atuou (RICCI et al., 2009).

Entretanto, devido ao processo de envelhecimento, este sistema sofre com suas alterações estruturais e fisiológicas, de modo a ocorrer problemas como: aumento do atrito das fibras nervosas do nervo vestibular, perda seletiva das fibras de mielina e redução da velocidade de condução do estímulo elétrico no nervo vestibular. Além do mais, existe uma diminuição de aproximadamente 37% do número total de axônios vestibulares em idosos (75-85 anos), quando comparados aos números encontrados em indivíduos abaixo dos 40 anos (GAUCHARD et al., 2003). Por fim, existe também uma redução na sua função, com decréscimos em torno de 40% de células nervosas e ciliares aos 70 anos de idade. Isso ocasiona uma diminuição das aferências neurosensoriais, em função da diminuição da excitabilidade deste sistema (RICCI et al., 2009; SHUMWAY-COOK; WOOLLACOTT, 2010).

Como resultado, cerca de 50 a 60% da população idosa relata sentir tontura ou vertigem, de modo a prejudicar o controle postural (RICCI et al., 2009). Estudos epidemiológicos recentes, executados nos Estados Unidos, sugerem que os distúrbios



vestibulares ocorrem em mais de 35% dos adultos com 40 anos ou mais. Além disso, entre os 3,9 milhões de pacientes que visitaram o Departamento de Emergência Hospitalar por tontura ou vertigem no ano de 2011, em 25,7% dos pacientes isso foi atribuído a causas otológicas/vestibulares (MICARELLI et al., 2018).

### **Sistema proprioceptivo**

O sistema proprioceptivo fornece ao SNC informações obtidas através de mecanorreceptores localizados em articulações, tendões, músculos e pele, de modo a gerar feedbacks de posicionamentos e movimentos do corpo em relação a orientação espacial e superfícies de apoio (RICCI et al., 2009; DRUMMOND et al., 2018). Este sistema difere dos outros sistemas sensoriais no que diz respeito aos seus receptores, pois eles estão espalhados por todo o corpo. Assim, respondendo a distintos estímulos, tal como a temperatura, a posição corporal, a dor e ao toque. Essas respostas são geradas, a partir de informações originadas de receptores como: fusos musculares, órgãos tendinosos de Golgi, receptores cutâneos e articulares, dentre outros. A partir destas informações, o corpo consegue detectar: (a) o comprimento muscular; (b) o contato com objetos externos; e (c) informações a respeito de velocidade e posição dos segmentos corporais em relação ao ambiente. De modo que em situações normais, quando o pé tem contato com uma superfície, os receptores deste sistema transmitem orientações pertinentes em relação a esta área horizontal (SHUMWAY-COOK; WOOLLACOTT, 2010). Sendo responsabilidade do SNC interpretar e gerar o estímulo para a execução de respostas corretas (HORAK; MACPHERSON, 1996).

Todavia, com o efeito do envelhecimento muitas perdas acometem também o sistema proprioceptivo. Dentre os prejuízos funcionais estão a diminuição na sensibilidade, senso de posição e na sensação vibratória. Essas debilidades são atribuídas às perdas de receptores e de fibras sensoriais, as quais envolvem uma diminuição no número de corpúsculos de Merkel, Pacini e Meissner (ALEXANDER, 1994). Ademais, ocorre um declínio de até 30% das fibras sensoriais que enervam os receptores periféricos, isso gera neuropatia periférica, que por sua vez pode afetar a latência da resposta muscular (SHUMWAY-COOK; WOOLLACOTT, 2010).

Além do mais, com o envelhecimento, o SNC e periférico sofrem mudanças, as quais inicialmente geram uma diminuição no número de fibras e na velocidade de resposta



autônoma no fluxo sanguíneo ligado a estruturas nervosas, o que resulta no decréscimo na velocidade de condução e na discriminação sensorial. Essas alterações ocasionam um aumento no limiar de sensibilidade vibratória nos pés e nas mãos, debilitando sua aferência. Com isto, a população idosa apresenta déficits na pressão tátil, dor e temperatura cutânea (ALFIERI, 2010), desenvolvendo dificuldade para realizar respostas para o controle postural (SHAFFER; HARRISON, 2007).

Vale ressaltar que, em ambientes externos e com superfícies estáveis, o sistema proprioceptivo destoa perante os demais, pois ele se torna o mais utilizado para auxiliar na manutenção do controle postural. Sendo assim, juntamente com os efeitos do envelhecimento, outras patologias também podem acometer este sistema e prejudicar a manutenção da postura ereta quieta (NARDONE et al., 2006).

## **Sistema Visual**

As informações visuais atuam diretamente no controle postural, principalmente com orientações voltadas as características externas do ambiente. É através deste sistema que são entendidas as informações a respeito de tamanhos, formas, cores, posições e movimentos que envolvem o entorno. Desta maneira, estas informações auxiliam na manutenção do controle postural em diversas ações nos mais distintos ambientes (SHUMWAY-COOK; WOOLLACOTT, 2003), e desempenham papel essencial na constante busca por um controle postural adequado. É através dele que são obtidas referências externas que possibilitam orientar o corpo em relação às linhas verticais e horizontais, além do espaço (ALFIERI, 2010), pois o sistema visual relata movimentos de cabeça quando os objetos ao seu redor se movem em direção oposta (SHUMWAY-COOK; WOOLLACOTT, 2010). Na prática, este sistema participa diretamente da manutenção do balanço corporal dentro dos limites da base de apoio, auxiliando com informações referentes ao alinhamento da cabeça e do tronco (MOCHIZUKI; AMADIO, 2006).

Entre os sistemas sensoriais, o sistema visual é considerado o mais complexo devido a várias estruturas e mecanismos que se fazem necessários para que haja um funcionamento eficiente (MCCOLLUM et al., 1996). Na sua atuação, este sistema funciona a partir da luz que entra por meio da córnea, posteriormente é projetada na retina e, subsequentemente, transformada em fotorreceptores, de modo a fornecer sinais elétricos. Por



fim, estes sinais são enviados através do nervo óptico para os centros superiores do SNC e, então, são processados (MCCOLLUM et al., 1996).

Além disto, as informações vindas da visão podem ter duas origens. A primeira é oriunda da região central (processa a imagem de uma pequena área central) ou também conhecida como visão fóvea, a qual processa uma pequena parte das informações, já que esta contempla apenas a visão frontal. Enquanto a segunda origem se dá através da visão periférica, que abrange os campos laterais da visão, quando o olhar é dirigido à frente. Ademais, por ser uma região maior, além de alterar rapidamente respostas a condições distintas de ambiente e de tarefa, as informações periféricas são mais importantes para o controle postural (RICCI et al., 2009; SHUMWAY-COOK; WOOLLACOTT, 2010).

Diante disso, declínios no sistema visual afetam as habilidades funcionais de maneira ampla, incluindo o controle postural (SHUMWAY-COOK; WOOLLACOTT, 2010). As mudanças estruturais deste sistema começam por alterações internas no olho com o passar dos anos, com um decréscimo no número de sensores proprioceptivos nos músculos oculares. Além disso, inicia-se uma diminuição na quantidade de luz que chega até a retina, de modo que o limiar visual (quantidade de luz mínima necessária para ver um objeto) aumenta (ALFIERI, 2010). Além do mais, surgem problemas no controle de contorno e profundidade, originados por um decréscimo no campo visual, déficit na acuidade e sensibilidade no contraste visual (SHUMWAY-COOK; WOOLLACOTT, 2010).

Com o processo de envelhecimento, este sistema ganha uma importância cada vez maior, principalmente dos 20 aos 60 anos, pois quando este sistema é privado de sua utilização existe uma instabilidade até 30% maior. Enquanto em pessoas acima dos 60 anos este percentual aumenta para um valor de 50% (SMITH et al., 1997). Portanto, a visão assume uma função fundamental para um melhor controle postural com o passar do tempo.

## CONCLUSÃO

A partir das informações encontradas nesta revisão, observa-se que o envelhecimento acomete de forma gradativa os sistemas (visual, vestibular e proprioceptivo) presentes no sistema do controle postural. Com isso, especificamente para a população idosa, torna-se cada vez mais difícil manter uma postura adequada, o que ressalta a importância da avaliação e de intervenções que possam auxiliar na manutenção do controle postural.



## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALEXANDER, Neil. Postural control in older adults. **Journal of the american geriatrics society**, v. 42, n. 1, p. 93-108, jan., 1994.

ALFIERI, Fabio Marcon. **Controle postural em idosos submetidos a treinamento resistido versus exercícios multissensoriais**: um estudo aleatorizado e simples-cego. 2010. 92f. Tese (Doutorado em Ciências Médicas). Universidade de São Paulo, São Paulo, SP, 2010.

ANDERSEN, Jesper L. Muscle fibre type adaptation in the elderly human muscle. **Scandinavian journal of medicine & science in sports**, v. 13, n. 1, p. 40-47, fev., 2003.

AVELAR, Ivan Silveira e colaboradores. The influence of a protocol of aquatic exercises in postural control of obese elderly. **Revista andaluza de medicina del deporte**, v. 11, n. 2, p. 69-74, abr./jun., 2018.

BORGES, Eliane Gomes da Silva e colaboradores. Efeitos da dança no equilíbrio postural, na cognição e na autonomia funcional de idosos. **Revista brasileira de enfermagem**, v. 71, n. 5, p. 2436-2443, abr./mai., 2018.

BOTTARO, Martim e colaboradores. Effect of high versus slow-velocity resistance training on muscular fitness and functional performance in older men. **European journal of applied physiology**, v. 99, n. 3, p. 257-264, fev., 2007.

CADORE, Eduardo Lusa e colaboradores. Neuromuscular adaptations to concurrent training in the elderly: effects of intrasession exercise sequence. **Age**, v. 35, n. 3, p. 891-903, jun., 2013.

CLAUDINO, Renato; SANTOS, Eloá; SANTOS, Márcio. Compensatory but not anticipatory adjustments are altered in older adults during lateral postural perturbations. **Clinical neurophysiology**, v. 124, n. 8, p. 1628-1637, ago., 2013.

CRUZ-JENTOFT, Afonso e colaboradores. Sarcopenia: european consensus on definition and diagnosis: report of the european working group on sarcopenia in older people. **Age ageing**, v. 39, n.4, p. 412-423, jul., 2010.

DESCHENES, Michael. Motor unit and neuromuscular junction remodeling with aging. **Current aging science**, v. 4, n. 3, p. 209-220, dez., 2011.

DRUMMOND, Adrian; PAZ, Clarissa Cardoso Santos; MENEZES, Ruth Losada. Proprioceptive activities to postural balance of the elderly — systematic review. **Fisioterapia em movimento**, v. 31, e003135, out., 2018.

DUARTE, Marcos. **Análise estabilográfica da postura ereta humana quasi-estática**. 2000. 87f. Tese (Livre Docência). Universidade de São Paulo, São Paulo, SP, 2000.



DUARTE, Marcos; FREITAS, Sandra. Revisão sobre posturografia baseada em plataforma de força para avaliação do equilíbrio. **Revista brasileira de fisioterapia**, v. 14, n. 3, p. 183-192, mai./ jun., 2010.

FRONTERA, Walter e colaboradores. Skeletal muscle fiber quality in older men and women. **American journal of physiology-cell physiology**, v. 279, n. 3, p. 611-618, set., 2000.

GARCIA, Patrícia e colaboradores. Estudo da relação entre função muscular, mobilidade funcional e nível de atividade física em idosos comunitários. **Revista brasileira de fisioterapia**, v. 15, n. 1, p. 15-22, fev., 2011.

GAUCHARD, Gerome e colaboradores. Physical activity improves gaze and posture control in the elderly. **Neuroscience research**, v. 45, p. 409-417, abr., 2003.

GIL, André Wilson de Oliveira e colaboradores. Comparação do controle postural em cinco tarefas de equilíbrio e a relação dos riscos de quedas entre idosas e adultas jovens. **Fisioterapia e pesquisa**, v. 24, n. 2, p. 120-126, jun., 2017.

GOMES, Matheus Machado. **Influência da força e da potência muscular no controle postural de idosas de diferentes faixas etárias**. 2012. 131f. Tese (Doutorado em Ciências da Saúde Aplicadas ao Aparelho Locomotor). Universidade de São Paulo, São Paulo, SP, 2012.

HEPPLE, Russel. Mitochondrial involvement and impact in aging skeletal muscle. **Frontiers in aging neuroscience**, v. 10, p. 6-21, set., 2014.

HORAK, Fay; MACPHERSON, Jane M. Postural orientation and equilibrium. In: ROWELL, Loring B.; SHEPARD, John T. **Handbook of physiology**. New York, USA: American Physiological Society/ Oxford University Press, 1996.

HUGHES, David e colaboradores. Age-related differences in dystrophin: impact on force transfer proteins, membrane integrity, and neuromuscular junction stability. **The Journals of gerontology series A: biological sciences and medical sciences**, v. 72, n. 6, p. 640-648, mai., 2016.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). **Síntese de indicadores sociais**: 2018.

LACOUR, Michel; BERNARD-DEMANZE, Laurence; DUMITRESCU, Michel. Neurophysiologie clinique. **Clinical neurophysiology**, v. 38, n. 6, p. 411-421, dez., 2008.

MCGINNIS, Scott e colaboradores. Age-related changes in the thickness of cortical zones in humans. **Brain topography**, v. 24, n. 3-4, p. 279-291, out., 2011.

MCPHEE, Jamie e colaboradores. The contributions of fibre atrophy, fibre loss, in situ specific force and voluntary activation to weakness in sarcopenia. **The Journals of gerontology series A: biological sciences and medical sciences**, v. 73, n. 10, p. 1287-1294, set., 2018.



MICARELLI, Alessandro e colaboradores. Degree of functional impairment associated with vestibular hypofunction among older adults with cognitive decline. **Otology & neurotology**, v. 39, n. 5, p. e392-e400, jun., 2018.

MITCHELL, Kyle e colaboradores. Sarcopenia, dynapenia, and the impact of advancing age on human skeletal muscle size and strength; a quantitative review. **Frontiers in physiology**, v. 11, n. 3, p. 260, jul., 2012.

MOCHIZUKI, Luis; AMADIO, Alberto Carlos. As informações sensoriais para o controle postural. **Fisioterapia em movimento**, v. 19, n. 2, p. 11-18, abr./jun., 2006.

MURGIA, Marta e colaboradores. Single muscle fiber proteomics reveals fiber-type-specific features of human muscle aging. **Cell reports**, v. 19, n. 11, p. 2396-409, jun., 2017.

NARDONE, Antonio; GRASSO, Margherita; SCHIEPPATI, Marco. Balance control in peripheral neuropathy: are patients equally unstable under static and dynamic conditions? **Gait & posture**, v. 23, n. 3, p. 364-16, abr., 2006.

ODA, Danielle Tyemi; GANANÇA, Cristina Freitas. Posturografia dinâmica computadorizada na avaliação do equilíbrio corporal de indivíduos com disfunção vestibular. **Audiology communication research**, v. 20, n. 2, p. 89-95, abr./jun., 2015.

PETRELLA, John e colaboradores. Age differences in knee extension power, contractile, velocity, and fatigability. **Journal of applied physiology**, v. 98, p. 211-220, jan., 2005.

POWER, Geoffrey; DALTON, Brian; RICE, Charles. Human neuromuscular structure and function in old age. **Journal of sport and health science**, v. 2, n. 4, p. 215-226, dez., 2013.

PURVES-SMITH, Fennigie e colaboradores. Severe atrophy of slow myofibers in aging muscle is concealed by myosin heavy chain co-expression. **Experimental gerontology**, v. 47, n. 12, p. 913-918, dez., 2012.

REIS, Júlia Guimarães e colaboradores. Avaliação do controle postural e da qualidade de vida em idosas com osteoartrite de joelho. **Revista brasileira de reumatologia**, v. 54, n. 3, p. 208-212, mai./jun., 2014.

RICCI, Nathalia Aquoroni; GAZZOLA, Julia Maria; COIMBRA, Ibsen Bellini. Sistemas sensoriais no equilíbrio corporal de idosos. **Arquivos brasileiros de ciências da saúde**, v. 34, n. 2, p. 94-100, mai./ago., 2009.

RODACKI, André. Transient effects of stretching exercises on gait parameters of elderly women. **Manual therapy**, v. 14, p. 167-172, abr., 2009.

SHAFFER, Scott; HARRISON, Anne. Aging of the somatosensory system: a translational perspective. **Physical therapy**, v. 87, n. 2, p. 193-207, fev., 2007.



SHUMWAY-COOK, Anne; WOOLLACOTT, Marjorie. **Controle motor: teoria e aplicações práticas**. 3. ed. São Paulo: Manole, 2010.

SMITH, Laura e colaboradores. **Cinesiologia clínica de Brunnstrom**. 5. ed. São Paulo: Manole, 1997.

VENTURELLI, Massimo e colaboradores. Skeletal muscle function in the oldest-old: the role of intrinsic and extrinsic factors. **Exercise and sport sciences reviews**, v. 46, n. 3, p. 188-194, jul., 2018.

WARD, Nick. Compensatory mechanisms in the aging motor system. **Ageing research reviews**, v. 5, n. 3, p. 239-54, ago., 2006.

**Dados do primeiro autor:**

Email: samuel\_klippel@yahoo.com.br

Endereço: Laboratório de Biomecânica (LABIOMECA), Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), Avenida Roraima, 1000, Camobi, Santa Maria, RS, CEP: 97105900, Brasil.

Recebido em: 30/06/2021

Aprovado em: 28/07/2021

**Como citar este artigo:**

PRUSCH, Samuel Klippel e colaboradores. Controle postural e o envelhecimento. **Corpoconsciência**, v. 25, n. 2, p. 236-251, mai./ ago., 2021.

**COMPARAÇÃO BIOMECÂNICA DA CORRIDA ENTRE INDIVÍDUOS  
COM DIFERENTES NÍVEIS DE FORÇA DE MEMBROS INFERIORES**

**RUNNING BIOMECHANICAL COMPARISON BETWEEN INDIVIDUALS  
WITH DIFFERENT LEVELS OF LOWER LIMBS STRENGTH**

**COMPARACIÓN BIOMECÁNICA DE LA CARRERA ENTRE INDIVIDUOS  
COM DIFERENTES NIVELES DE FUERZA DE MIEMBROS INFERIORES**

**Wilson Pereira Lima**

<https://orcid.org/0000-0002-1832-5108> 

<http://lattes.cnpq.br/9144131870576428> 

Universidade de São Paulo (São Paulo, SP – Brasil)

wplima22@gmail.com

**Carlos Alberto Cardoso Filho**

<https://orcid.org/0000-0003-3204-9397> 

<http://lattes.cnpq.br/0248219632673942> 

Universidade de São Paulo (São Paulo, SP – Brasil)

carlos.filho@alumni.usp.br

**Maura de Arruda Botelho Colturato**

<https://orcid.org/0000-0003-3649-5060> 

<http://lattes.cnpq.br/3635399924473627> 

Universidade de São Paulo (São Paulo, SP – Brasil)

mauracolturato@gmail.com

**João Pedro dos Santos Ferreira Moreira Pinho**

<https://orcid.org/0000-0003-4763-9410> 

<http://lattes.cnpq.br/1494809217440737> 

Universidade de São Paulo (São Paulo, SP – Brasil)

pinhojp@usp.br

**Ana Paula da Silva Azevedo**

<https://orcid.org/0000-0003-4866-145X> 

<http://lattes.cnpq.br/7492408229689062> 

Universidade de São Paulo (São Paulo, SP – Brasil)

anaazevedo@usp.br

**Júlio Cerca Serrão**

<https://orcid.org/0000-0002-3646-3387> 

<http://lattes.cnpq.br/9124685212860479> 

Universidade de São Paulo (São Paulo, SP – Brasil)

jcserrao@usp.br

**Resumo**

A corrida é uma prática largamente utilizada por aqueles que almejam manter ou aprimorar a aptidão física. O treinamento de força tem sido recomendado como forma de aumentar o desempenho e reduzir o risco de lesão em praticantes de corrida, no entanto, a relação entre força muscular e mecânica da corrida ainda necessita de



melhor compreensão. O objetivo do presente estudo foi comparar a biomecânica da corrida entre indivíduos praticantes de musculação, com diferentes níveis de força absoluta no agachamento. Inicialmente participaram do estudo 24 voluntários. Baseado na força absoluta em 10RM no agachamento, os voluntários foram divididos em tercís: grupo de maior força (GMaF), grupo de menor força (GMeF) e grupo intermediário. Para comparação da mecânica da corrida foram analisados o GMaF e GMeF. Foram coletados parâmetros cinéticos e cinemáticos durante corrida em esteira. Não se observou diferenças entre os grupos para nenhuma das variáveis investigadas.

**Palavras-chave:** Mecânica da Corrida; Força Muscular; Locomoção.

#### Abstract

Running is a practice widely used by those who aim to maintain or improve their physical fitness. Strength training has been recommended to increase performance and reduce injury risk in runners, however, the relationship between muscle strength and running mechanics still requires a better understanding. The aim of the present study was to compare the running biomechanics among resistance-trained men with different levels of absolute strength in the back squat. Initially, 24 volunteers participated in the study. Based on the 10RM absolute strength in the back squat, the volunteers were divided into tertiles: highest strength group (GMaF), lowest strength group (GMeF) and intermediate group. For comparison of running mechanics, GMaF and GMeF were analyzed. Kinetic and kinematic parameters were collected during treadmill running. There were no differences between groups for any of the investigated variables.

**Keywords:** Running Mechanics; Muscle Strength; Locomotion.

#### Resumen

Correr es una práctica muy utilizada por quienes tienen como objetivo mantener o mejorar su forma física. El entrenamiento de fuerza se ha recomendado como una forma de aumentar el rendimiento y reducir el riesgo de lesiones en los corredores, sin embargo, la relación entre la fuerza muscular y la mecánica de carrera aún requiere una mejor comprensión. El objetivo del presente estudio fue comparar la biomecánica de la carrera entre culturistas, con diferentes niveles de fuerza absoluta en la sentadilla. Inicialmente, participaron en el estudio 24 voluntarios. Con base en la fuerza absoluta de 10RM en la sentadilla, los voluntarios se dividieron en terciles: grupo de mayor fuerza (GMaF), grupo de menor fuerza (GMeF) y grupo intermedio. Para comparar la mecánica de la carrera, se obtuvieron GMaF y GMeF. Los parámetros cinéticos y cinemáticos se recopilaron durante la carrera en cinta. No hubo diferencias entre los grupos para ninguna de las variables investigadas.

**Palabras clave:** Mecánica de Carrera; Fuerza Muscular; Locomoción.

## INTRODUÇÃO

A corrida é uma das atividades físicas mais populares entre aqueles que desejam se manter bem fisicamente; havendo forte evidência de que melhores níveis de aptidão física promovem maior longevidade (FIELDS et al., 2010). Além disso, por ser uma atividade acessível e de baixo custo, é uma opção atrativa para muitas pessoas (JOHNSTON et al., 2003).

Por outro lado, concomitantemente a esta popularidade, há evidências de que a prática da corrida está associada ao aumento do risco de lesões (DAVIS; BOWSER; MULLINEAUX, 2016; LIEBERMAN, 2012; VAN DER WORP et al., 2015), com incidência que pode variar entre 19,4% até 79,3% (VAN GENT et al., 2007). Especificamente no Brasil, a metanálise conduzida por Borel e colaboradores (2019) indicou prevalência de lesão de 36,5% em corredores recreacionais. Dentre os principais fatores relacionados com lesões estão, o volume e a frequência de treinamento de corrida (BLAGROVE et al., 2020; BOREL et al., 2019), piso irregular, calçado inadequado, falta de flexibilidade, desalinhamento de membros inferiores



(JOHNSTON et al., 2003) e fraqueza muscular (BECKER; NAKAJIMA; WU, 2018; FIELDS et al., 2010; JOHNSTON et al., 2003; MUCHA et al., 2017). De maneira que estratégias para prevenção de lesão em praticantes de corrida, em geral, é um assunto importante para profissionais envolvidos com a prescrição e orientação desta atividade.

Embora seja difícil de prever lesões na corrida, haja vista a combinação de diversos fatores que podem ser associados com lesões, e que alguns corredores se lesionam e outros não, parece haver um consenso sobre a recomendação do fortalecimento dos músculos de membros inferiores como uma forma de reduzir a probabilidade de lesão na corrida (BECKER; NAKAJIMA; WU, 2018; JOHNSTON et al., 2003; MOFFIT et al., 2020). Em tese, exercícios destinados ao aprimoramento da força muscular aumentam o *stiffness* dos tecidos conectivos e conseqüentemente aumentam a sua tolerância para maiores cargas aplicadas ao aparelho locomotor (BOHM; MERSMANN; ARAMPATZIS, 2015).

Ademais, por além de ser considerado uma estratégia cabível para diminuir a probabilidade de lesões, o treinamento de força também se mostra importante para melhoria da economia de corrida e desempenho em corridas de média e longa distâncias (ALCARAZ-IBAÑEZ; RODRÍGUEZ-PÉREZ, 2018; BALSALOBRE-FERNÁNDEZ; SANTOS-CONCEJERO; GRIVAS, 2016; LI et al., 2019; MIKKOLA et al., 2011; YAMAMOTO et al., 2008). Ainda, a literatura aponta forte relação entre a capacidade de produzir força de membros inferiores, por meio do exercício agachamento, com o desempenho em corridas de curta distância (COMFORT et al., 2014; COMFORT; BULLOCK; PEARSON, 2012; WISLØFF et al., 2004).

Embora o treinamento de força seja utilizado como uma estratégia tanto para prevenção de lesão, como para aumentar o desempenho de praticantes de corrida, a relação entre força máxima e a biomecânica da corrida ainda não são claras na literatura. Além disso, a maioria dos estudos que analisaram a biomecânica da corrida, não tiveram como propósito investigar indivíduos que participam de programas típicos de academias, como por exemplo, praticantes de musculação que usualmente utilizam a corrida em esteira como parte de seu programa de condicionamento físico. Neste sentido, o objetivo do presente estudo foi comparar a biomecânica da corrida entre indivíduos praticantes de musculação, com diferentes níveis de força máxima absoluta, no exercício agachamento livre.



## MÉTODO

### Abordagem Experimental do Problema

Os voluntários foram avaliados em pelo menos três sessões, sendo pelo menos duas sessões prévias para determinação da velocidade de corrida em esteira instrumentada e da carga do exercício agachamento livre; e uma sessão experimental para obtenção dos parâmetros biomecânicos da corrida em esteira.

### Amostra

Inicialmente, nas sessões prévias, participaram deste estudo 24 voluntários do sexo masculino (Idade:  $29,2 \pm 5,0$  anos; Altura:  $1,76 \pm 0,04$  m; Massa corporal:  $86,7 \pm 11,1$  Kg); praticantes de musculação, com frequência semanal de treino de  $4,8 \pm 0,9$  dias, sendo  $1,9 \pm 0,5$  dias de treino para membros inferiores; e que utilizam a corrida em esteira como parte de seu programa de treinamento, com frequência semanal de  $2,5 \pm 1,2$  dias e duração de  $21,7 \pm 9,5$  min por sessão de corrida. Com base na carga absoluta mobilizada no exercício agachamento livre, em 10RM, os voluntários foram divididos em tercias, sendo um grupo de maior força (GMaF), um grupo de menor força (GMeF) e um grupo intermediário. Na sessão experimental somente foram avaliados, para efeito de comparação, os grupos GMaF e GMeF ( $n=8$ ; Idade:  $29,3 \pm 5,5$  anos e  $29,3 \pm 5,9$  anos; Altura:  $1,77 \pm 0,04$  m e  $1,73 \pm 0,04$  m; Massa corporal:  $94,9 \pm 6,1$  Kg e  $78,3 \pm 11,7$  Kg respectivamente).

Para inclusão dos indivíduos na amostra foram adotados os seguintes critérios: sexo masculino; ter entre 18 e 40 anos de idade; possuir experiência com o treinamento de força por um período superior a um ano; executar semanalmente o exercício agachamento livre na rotina de treinamento por pelo menos um ano; utilizar a corrida em esteira como parte do programa de condicionamento físico por pelo menos um ano; não apresentar alguma desordem neuromuscular, cardiovascular, ou qualquer outra patologia que limitasse a realização do protocolo.

Os voluntários foram informados sobre os objetivos, procedimentos, riscos e benefícios da investigação e assinaram Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE). Todos os procedimentos da pesquisa foram aprovados por Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade de São Paulo (CAAE 13315519.3.0000.5391).



## PROCEDIMENTOS

### ***Determinação da velocidade de corrida***

Nas sessões para procedimentos prévios, com intervalo mínimo de 48 horas entre as sessões, foi realizado o teste de corrida em esteira, onde foi determinada a velocidade autoselecionada utilizada na sessão de coleta de dados e realizado o procedimento para determinação da carga do exercício agachamento livre.

Inicialmente era mensurada a estatura e massa corporal do voluntário. Em seguida foi determinada a velocidade de corrida autoselecionada. Os voluntários primeiramente realizavam uma familiarização em esteira por um período de 3 minutos, na velocidade inicial de 6 km/h, com incrementos de velocidade a critério do voluntário. Além disso, eram devidamente instruídos sobre a escala de percepção subjetiva de esforço (PSE), adaptada de (FOSTER et al., 2001).

Após a familiarização, os voluntários foram orientados a alcançar uma velocidade na qual pudessem correr em intensidade moderada por 20 minutos (ADAMS et al., 2016; LAVCANSKA; TAYLOR; SCHACHE, 2005; NAWOCZENSKI; LUDEWIG, 1999; QUEEN; GROSS; LIU, 2006). Os ajustes de velocidade eram realizados sem que os voluntários tivessem acesso a velocidade da esteira. A esteira era inicializada na velocidade de 6 km/h e de acordo com a instrução do próprio sujeito a velocidade era gradualmente aumentada. Quando o voluntário relatava ter atingido velocidade que lhe permitia correr em intensidade moderada por 20 minutos, a velocidade era mantida por 1 minuto. Após este período, quando a velocidade era confirmada pelo voluntário, ela era considerada estabilizada. Do contrário, novos ajustes de velocidade eram permitidos e ela era novamente mantida por 1 minuto; este procedimento era repetido até se atingir a estabilização da velocidade. Ao final do teste de corrida, o voluntário indicava a PSE como forma de familiarização com a escala.

O tempo médio gasto pelos voluntários do GMaF e GMeF foi de 02:18 ± 00:22 min e 03:12 ± 01:14 min na primeira sessão prévia e 02:07 ± 00:17 min e 02:25 ± 00:26 min na segunda sessão prévia; as velocidades obtidas foram 8,7 ± 1,2 km/h (PSE 2,5 ± 0,5) e 9,8 ± 1,6 km/h (PSE 2,7 ± 0,6) na primeira sessão prévia; e 8,4 ± 1,0 km/h (PSE 2,6 ± 0,7) e 9,2 ± 1,4 km/h (PSE 2,5 ± 0,8) na segunda sessão prévia respectivamente. Desta forma, a velocidade de corrida



utilizada na sessão de coletas de dados foi a média das velocidades obtidas em cada sessão para procedimentos prévios, para cada voluntário.

### ***Determinação da carga para o exercício agachamento livre.***

Ainda nas sessões para procedimentos prévios, após o teste de corrida, foi realizado ajuste da carga do exercício agachamento livre (10RM). Foram realizadas 3 séries, com intervalo de 3 minutos entre as séries. A velocidade de movimento não foi controlada, mantendo assim a característica de execução individual dos voluntários. O exercício foi realizado até a falha concêntrica, ou interrompido quando o voluntário reportasse incapacidade de manter a execução de movimento de acordo com os critérios estabelecidos. Um profissional experiente, previamente treinado, observou e orientou os voluntários ao longo do teste com o propósito de assegurar os critérios de execução de movimento determinados para o exercício.

O Agachamento foi realizado com pesos livres. Os voluntários deveriam apoiar a barra na região posterior dos ombros, posicionar os pés da maneira mais confortável e com afastamento equivalente à largura dos ombros. Ao longo da execução do movimento eles deveriam manter a coluna na posição mais estável possível. Na fase descendente do movimento, os joelhos deveriam flexionar até que o ângulo entre a coxa e a tíbia atingisse 90°. Foi considerado como um movimento completo quando na fase ascendente os voluntários estendiam completamente os joelhos e quadril.

A primeira sessão para ajustar a carga do agachamento livre foi iniciada com um aquecimento específico efetivado por meio de 10 repetições com aproximadamente 50% da carga de 10RM previamente reportada pelo voluntário. Após aquecimento, a primeira série foi realizada com a carga previamente reportada pelo voluntário. Quando o voluntário realizava um número de repetições menor ou maior do que 10, a carga era ajustada para a próxima série. A carga da terceira série foi anotada com a finalidade de ser replicada na próxima sessão de ajuste da carga.

A segunda sessão para ajustar a carga do agachamento livre foi iniciada com um aquecimento específico efetivado de forma idêntica ao utilizado na sessão anterior. Após aquecimento, a primeira série foi realizada de acordo com a carga determinada na primeira sessão. Quando o voluntário mantinha 10RM para a carga previamente determinada, ela era considerada como ajustada; do contrário, mais uma sessão prévia de determinação da carga



era realizada. Nenhum dos voluntários do estudo precisou realizar uma terceira sessão de estabilização da carga ou da velocidade de corrida. A carga média obtida durante o procedimento de ajuste para o agachamento livre foi de  $152,5 \pm 18,3$  Kg para o GMaF e  $101,3 \pm 8,3$  Kg para o GMeF ( $p < 0,001$ ).

### **Coleta de dados**

Após um intervalo mínimo de 48 horas da última sessão de procedimentos prévios, foi realizada a sessão experimental.

Para registro da força de reação do solo (FRS), a corrida foi realizada na esteira instrumentada Gaitway HP Cosmos. A FRS vertical foi registrada à 250 Hz. Os parâmetros calculados a partir da curva força-tempo foram: 1º pico de força, tempo para o 1º pico de força, taxa de desenvolvimento de força e impulso total.

Para cinemática foram utilizadas 8 câmeras óptico-eletrônicas (Flex 3) com resolução de 0,3 Mpixels e frequência de amostragem de 100 fps (OptiTrack; NaturalPoint, EUA). Marcadores reflexivos (14 mm Ø) foram colocados nos membros inferiores direito e esquerdo, nas seguintes posições anatômicas: espinha íliaca ântero-superior; espinha íliaca pósterio-superior; epicôndilo lateral do fêmur; maléolo lateral da fíbula; calcâneo; e segundo metatarso, além de clusters localizados: lateralmente sobre a coxa, na linha formada pelo trocânter maior e pelo epicôndilo lateral do fêmur; lateralmente sobre a perna, na linha formada pelo epicôndilo lateral do fêmur e pelo maléolo lateral da fíbula; e no dorso do pé. A coleta e o tratamento inicial dos dados foram realizados no *software* Motive (Tracker 2.0.2) e consistia na captura dos movimentos, nomeação dos pontos e cálculos das coordenadas de quadril, coxa, perna e pé com 6 graus de liberdade (Translação X, Y e Z e rotações de Euler YXZ). Foram extraídas para análise as variáveis: ângulo de flexão/extensão do quadril e joelho no momento do contato do pé com o solo; ângulo de dorsiflexão/flexão plantar do tornozelo no momento do contato do pé com o solo; ângulo de adução/abdução do quadril no momento do contato do pé com o solo; máxima adução do quadril durante o apoio; ângulo de inversão/eversão do tornozelo no momento do contato do pé com o solo; máxima eversão do tornozelo durante o apoio; e máxima flexão do joelho durante o apoio. Também foram analisadas as variáveis cinemáticas espaço-temporais: frequência de passada, comprimento de passada e distância do pé à projeção do quadril no momento do contato do pé com o solo.



A sessão experimental era iniciada com um breve aquecimento na própria esteira, efetivado por meio de 2 minutos na intensidade de 70% da velocidade estabelecida para o teste de corrida. Após o aquecimento, o teste de corrida foi realizado durante 5 minutos, na velocidade estabelecida para cada voluntário. Os parâmetros cinéticos e cinemáticos foram coletados durante os últimos 20 segundos, do 5º minuto. Além dos parâmetros biomecânicos, foi avaliada a PSE.

### **Tratamento dos dados**

Todos os equipamentos foram conectados a uma placa de aquisição analógica NI USB6210 (National Instruments, EUA) para sincronização. Todos os dados foram tratados e analisados no *software* MatLab R2015a (Mathworks, EUA). Os dados de FRS foram filtrados utilizando um filtro passa-baixa recursivo do tipo Butterworth de quarta ordem, com frequência de corte de 60 Hz e normalizados pelo peso corporal. Os dados cinemáticos foram filtrados utilizando um filtro passa-baixa recursivo do tipo Butterworth de segunda ordem, com frequência de corte de 10 Hz.

### **ANÁLISE ESTATÍSTICA**

Os resultados são apresentados com média e desvio padrão. Para comparação entre grupos foi realizado o Teste t de Student. A normalidade e homocedasticidade dos dados foram verificadas pelos testes de Kolmogorov-Smirnov e Levene respectivamente. O nível de significância adotado foi de 5%. Todas as análises foram realizadas no *software* SigmaStat 3.5.

### **RESULTADOS**

A velocidade média utilizada na corrida em esteira para os grupos GMaF e GMeF foi de  $8,6 \pm 1,0$  km/h e  $9,5 \pm 1,5$  km/h respectivamente ( $p=0,182$ ), com PSE  $2,3 \pm 1,0$  e  $2,9 \pm 0,4$  respectivamente ( $p=0,128$ ). Não foram identificadas diferenças significativas entre os grupos para as variáveis da componente vertical da FRS (tabela 1), cinemáticas espaço-temporais (tabela 1), e cinemáticas das articulações do quadril, joelho e tornozelo (tabela 2).



**Tabela 1** – Variáveis da componente vertical da força de reação do solo e variáveis cinemáticas espaço-temporais durante a corrida. Onde: impT – impulso total; Fy1 – 1º pico de força; tFy1 – tempo para o 1º pico de força; TDF – taxa de desenvolvimento de força; freq – frequência de passada; comp – comprimento de passada; dist\_pé\_quad – distância do pé à projeção do quadril no momento do contato com o solo.

	<b>GMaF</b>	<b>GMeF</b>	<b>p</b>
impT (pc.s)	0,367±0,021	0,368±0,025	0,974
Fy1 (pc)	1,77±0,30	1,97±0,47	0,350
tFy1 (s)	0,074±0,017	0,070±0,022	0,777
TDF (pc/s)	67,41±25,79	79,70±24,54	0,345
freq (passada/s)	1,331±0,085	1,335±0,089	0,915
comp (m)	1,801±0,190	1,968±0,262	0,167
dist_pé_quad (m)	0,328±0,034	0,313±0,045	0,467

**Fonte:** construção dos autores.

**Tabela 2** – Variáveis cinemáticas das articulações do quadril, joelho e tornozelo durante a corrida. Onde: quad\_fe\_c – ângulo de flexão/extensão do quadril no momento do contato; quad\_aa\_c – ângulo de adução/abdução do quadril no momento do contato; máx\_adu\_quad\_a – máxima adução do quadril durante apoio; joel\_fe\_c – ângulo de flexão/extensão do joelho no momento do contato; máx\_flex\_joel\_a – máxima flexão do joelho durante apoio; torn\_df\_c – ângulo de dorsiflexão/flexão plantar do tornozelo no momento do contato; torn\_ie\_c – ângulo de inversão/eversão do tornozelo no momento do contato; máx\_eve\_torn\_a – máxima eversão do tornozelo durante apoio. Para quadril e joelho, valores positivos indicam flexão e adução e valores negativos indicam extensão e abdução. Para o tornozelo, valores positivos indicam dorsiflexão e inversão e valores negativos indicam flexão plantar e eversão.

	<b>GMaF</b>	<b>GMeF</b>	<b>P</b>
quad_fe_c (°)	23,5±4,3	25,8±3,9	0,303
quad_aa_c (°)	2,4±2,6	1,8±5,0	0,748
máx_adu_quad_a (°)	4,1±2,7	4,8±3,7	0,678
joel_fe_c (°)	3,8±5,4	6,1±6,2	0,488
máx_flex_joel_a (°)	29,2±3,6	32,9±4,1	0,085
torn_df_c (°)	9,3±4,4	10,1±4,8	0,710
torn_ie_c (°)	6,1±5,2	2,7±1,3	0,089
max_eve_torn_a (°)	-10,5±2,3	-12,1±2,5	0,209

**Fonte:** construção dos autores



## DISCUSSÃO

Considerando que o treinamento de força é recomendado como uma estratégia tanto para prevenção de lesão, como para aumentar o desempenho de praticantes de corrida, o presente estudo teve como objetivo comparar a biomecânica da corrida entre indivíduos praticantes de musculação, com diferentes níveis de força absoluta, em 10RM, no exercício agachamento livre. Decidimos determinar a capacidade de produzir força de membros inferiores pelo agachamento livre, por se tratar de um exercício frequentemente utilizado para este propósito; por reconhecidamente solicitar os principais músculos utilizados durante a corrida; e por ser um exercício tradicional e largamente utilizado nos programas de treinamento de força (SCHOENFELD, 2010).

Para o protocolo de corrida em esteira, optamos por uma corrida em intensidade moderada, de maneira que os resultados obtidos pela PSE, aferidos a partir da escala de percepção subjetiva de esforço adaptada de Foster e colaboradores (2001), nos permite inferir que a intensidade desejada foi alcançada. Além disso, não houve diferença significativa na velocidade de corrida entre os grupos (GMaF  $8,6 \pm 1,0$  km/h e GMeF  $9,5 \pm 1,5$  km/h ( $p=0,182$ )).

De maneira geral, os resultados obtidos nesse estudo mostraram não haver diferença na biomecânica da corrida, avaliada por meio de variáveis da componente vertical da FRS, cinemáticas espaço-temporais e cinemáticas das articulações de quadril, joelho e tornozelo, entre indivíduos com diferentes níveis de força absoluta de membros inferiores.

Avaliar parâmetros espaço-temporais durante a corrida se faz relevante pois mudanças observadas no comportamento dessas variáveis podem indicar a ocorrência de outras alterações biomecânicas que necessitam de uma análise mais detalhada. No entanto, nosso estudo não apontou diferenças no comprimento e frequência de passada entre os grupos GMaF e GMeF. De fato, estudo prévio mostrou que para corredores recreacionais de longa distância, a adição de um programa de treinamento de força, de alta intensidade para membros inferiores, durante 8 semanas, não foi capaz de promover alterações no comprimento e frequência de passada em corrida de intensidade moderada (FERRAUTI; BERGERMANN; FERNANDEZ-FERNANDEZ, 2010). No mesmo sentido, a adição de um programa de treinamento de força, por meio de exercícios pliométricos, também não foi capaz de promover alterações na frequência de passada em corredores treinados de meia e longa distâncias (SAUNDERS et al., 2006) e no comprimento e frequência de passada em corredores



treinados de *cross-country* (PAAVOLAINEN et al., 1999). Por outro lado, no estudo de Hayes; Bowen e Davies (2004) foi observado uma relação negativa entre variação do comprimento de passada e força muscular, de maneira que os autores sugerem que a força de resistência de extensores de quadril (concêntrica e excêntrica) e de flexores de joelho (excêntrica) são importantes para manter estável o padrão da corrida até a exaustão.

Outra variável espaço-temporal avaliada em nosso estudo foi a distância do pé à projeção do quadril no momento do contato com o solo, a qual pode ser relacionada com maior frenagem no sentido ântero-posterior (HEIDERSCHEIT et al., 2011; LIEBERMAN et al., 2015). Entretanto, não observamos alterações para esta variável.

Tendo como premissa que grande parte das lesões provenientes da prática da corrida ocorrem pelo acúmulo de sobrecargas repetitivas nos tecidos musculoesqueléticos (MAAS et al., 2018), entende-se que é importante investigar as variáveis associadas com as forças que surgem na interação do aparelho locomotor com o solo, a FRS, que se equivale a somatória dos produtos da aceleração da massa de todos os segmentos do corpo, e é considerado um indicativo de sobrecarga mecânica (AMADIO; SERRÃO, 2007). Em relação ao impulso total, como não observamos diferença entre os grupos, podemos inferir que não ocorreram alterações na oscilação vertical do centro de massa. Outro aspecto importante para ser considerado é o comportamento em conjunto dos parâmetros relacionados à força de impacto na corrida, pois nos permite dimensionar de maneira mais adequada a sobrecarga mecânica imposta pelas forças externas. No entanto, não observamos diferenças entre os grupos nas variáveis analisadas (i.e. 1º pico de força vertical, tempo para o 1º pico de força vertical e taxa de desenvolvimento de força), o que nos permite assumir que a capacidade de atenuar a sobrecarga da força vertical durante a corrida é semelhante, independente da capacidade de produzir força absoluta de membros inferiores. Semelhante ao contexto de nosso achado, o estudo de Moffit e colaboradores (2020), realizado com universitários corredores de longa distância, não encontrou associação entre o 1º pico de força vertical e a força muscular de extensores de joelho e quadril, medida por meio de 1RM no agachamento livre e por máxima contração isométrica em dinamômetro isocinético. Ainda, no estudo de Paavolainen e colaboradores (1999), a adição de um programa de treinamento de força, por meio de exercícios pliométricos, também não foi capaz de acarretar alteração no componente vertical da FRS em corredores treinados de *cross-country*.



Como não encontramos diferenças significativas entre os grupos nas variáveis cinemáticas de quadril, joelho e tornozelo, os resultados destes dados reforçam nossa interpretação de que a capacidade de atenuar a sobrecarga mecânica durante a corrida não depende da capacidade de produzir força absoluta de membros inferiores. Como exemplo, levamos em consideração o comportamento cinemático da articulação do joelho, a qual está intimamente relacionada com a absorção de energia mecânica gerada na corrida (MILLER; BRENT EDWARDS; DELUZIO, 2015). No presente estudo, não observamos diferenças entre GMaF e GMeF nas angulações de flexão do joelho, tanto no momento do contato, quanto durante a fase de apoio na corrida. Por outro lado, em estudo com corredores universitários de longa distância, Moffit e colaboradores (2020) encontraram uma fraca associação entre maior capacidade de 1RM no agachamento, com maior pico de flexão, menor pico angular de rotação interna e menor pico de momento de rotação interna de joelho durante fase de apoio na corrida; de maneira que os autores sugerem que por além de ser relevante para o desempenho na corrida, a força muscular apresenta importante papel no aumento da proteção do aparelho locomotor.

Da mesma forma, não identificamos diferença entre grupos, na angulação de flexão do quadril no momento de contato do pé com o solo. Ademais, a articulação do quadril também é considerada de grande importância para a manutenção da integridade do aparelho locomotor, sobretudo em relação aos ângulos de adução durante a corrida. O aumento do ângulo de adução do quadril durante a corrida tem sido relacionado com maior risco de lesão, como é o caso da dor patelofemoral (NOEHREN et al., 2012; NOEHREN; HAMILL; DAVIS, 2013; WILLSON; DAVIS, 2008). O aumento da adução do quadril pode acarretar um alinhamento inadequado entre a patela e o fêmur, gerando maior compressão no compartimento lateral da patela (HUBERTI; HAYES, 1984; POWERS, 2010). Entretanto, não encontramos diferenças entre os grupos nos ângulos de adução do quadril, tanto no momento de contato, quanto durante a fase de apoio na corrida. Nossos achados corroboram com o estudo de Moffit e colaboradores (2020), o qual não encontraram associação entre capacidade de 1RM no agachamento, com maior adução de quadril na corrida. Em contraponto, no estudo de Snyder e colaboradores (2009), realizado com mulheres saudáveis; curiosamente e contrariando a hipótese dos autores, um programa de fortalecimento dos músculos abdutores e rotadores externos do quadril, acarretou maior adução de quadril na corrida. Ainda assim, presumindo que a fraqueza dos músculos abdutores de quadril pode estar relacionada com maior risco de



lesão (BECKER; NAKAJIMA; WU, 2018), parece ser importante considerar o fortalecimento destes músculos como estratégia para reduzir a probabilidade de lesão.

Em relação à articulação do tornozelo, como não encontramos diferenças para os ângulos de dorsiflexão/flexão plantar e inversão/eversão no momento do contato, podemos assumir que a geometria de colocação do pé no solo foi a mesma entre os grupos. Outro aspecto importante sobre a articulação do tornozelo são os movimentos excessivos relacionados com a pronação e supinação, pois estão associados com maior risco à integridade do aparelho locomotor (BECKER; NAKAJIMA; WU, 2018; CLANSEY et al., 2012). No entanto, não verificamos diferenças entre os grupos nas angulações de inversão no contato; e máxima eversão durante a fase de apoio na corrida.

Em suma, nossos resultados mostraram não haver diferença na biomecânica da corrida entre indivíduos com diferentes níveis de força absoluta em 10RM, no exercício agachamento livre. Estes achados podem ser explicados pelo fato de que o exercício em questão é pouco específico para a corrida devido as características de contração muscular, de maneira que mais estudos, como por exemplo, utilizando exercícios com acúmulo e restituição de energia elástica, podem contribuir para melhor compreensão da relação entre força muscular e a mecânica da corrida.

## CONCLUSÕES

Indivíduos treinados com diferentes níveis de força absoluta em 10RM, no exercício agachamento livre, não apresentaram diferenças na biomecânica da corrida. Tal fato não significa que algum nível de força não seja importante para o controle de sobrecarga mecânica na corrida, portanto, é aconselhável a realização de exercícios específicos de fortalecimento muscular para indivíduos que desejam utilizar a corrida como parte de seu programa de condicionamento físico ou como esporte.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADAMS, Douglas e colaboradores. Validity and reliability of a commercial fitness watch for measuring running dynamics. **Journal of orthopaedic and sports physical therapy**, v. 46, n. 6, p. 471-476, 2016.

ALCARAZ-IBAÑEZ, Manuel; RODRÍGUEZ-PÉREZ, Manuel. Effects of resistance training on performance in previously trained endurance runners: a systematic review. **Journal of sports**



**sciences**, v. 36, n. 6, p. 613-629, 2018.

AMADIO, Antonio Carlos; SERRÃO, Júlio Cerca. Contextualização da biomecânica para a investigação do movimento: fundamentos , métodos e aplicações para análise da técnica esportiva. **Revista brasileira de educação física e esporte**, v. 21, p. 61-85, 2007.

BALSALOBRE-FERNÁNDEZ, Carlos; SANTOS-CONCEJERO, Jordan; GRIVAS, Gerasimos V. Effects of strength training on running economy in highly trained runners: a systematic review with meta-analysis of controlled trials. **Journal of strength and conditioning research**, v. 30, n. 8, p. 2361-2368, 2016.

BECKER, James; NAKAJIMA, Mimi; WU, Will F. W. Factors contributing to medial tibial stress syndrome in runners: a prospective study. **Medicine and science in sports and exercise**, v. 50, n. 10, p. 2092-2100, 2018.

BLAGROVE, Richard C. e colaboradores. Strength and conditioning habits of competitive distance runners. **Journal of strength and conditioning research**, v. 34, n. 5, p. 1392-1399, 2020.

BOHM, Sebastian; MERSMANN, Falk; ARAMPATZIS, Adamantios. Human tendon adaptation in response to mechanical loading: a systematic review and meta-analysis of exercise intervention studies on healthy adults. **Sports medicine - open**, v. 1, n. 1, 2015.

BOREL, Wyngrid Porfírio e colaboradores. Prevalence of injuries in brazilian recreational street runners: meta-analysis. **Revista brasileira de medicina do esporte**, v. 25, n. 2, p. 161-167, 2019.

CLANSEY, Adam C. e colaboradores. Effects of fatigue on running mechanics associated with tibial stress fracture risk. **Medicine and science in sports and exercise**, v. 44, n. 10, p. 1917-1923, 2012.

COMFORT, Paul e colaboradores. Relationships between strength, sprint, and jump performance in well-trained youth soccer players. **Journal of strength and conditioning research**, v. 28, n. 1, p. 173-177, 2014.

COMFORT, Paul; BULLOCK, Nathan; PEARSON, Stephen J. A comparison of maximal squat strength and 5-, 10-, and 20-meter sprint times, in athletes and recreationally trained men. **Journal of strength and conditioning research**, v. 26, n. 4, p. 937-940, 2012.

DAVIS, Irene S.; BOWSER, Bradley J.; MULLINEAUX, David R. Greater vertical impact loading in female runners with medically diagnosed injuries: a prospective investigation. **British journal of sports medicine**, v. 50, n. 14, p. 887-892, 2016.

FERRAUTI, Alexander; BERGERMANN, Mathias; FERNANDEZ-FERNANDEZ, Jaime. Effects of a concurrent strength and endurance training on running performance and running economy in recreational marathon runners. **Journal of strength and conditioning research**, v. 24, n. 10, p. 2770-2778, 2010.



FIELDS, Karl B. e colaboradores. Prevention of running injuries. **Current sports medicine reports**, v. 9, n. 3, p. 176-182, 2010.

FOSTER, Carl e colaboradores. A new approach to monitoring exercise training. **Journal of strength and conditioning research**, v. 15, n. 1, p. 109-115, fev. 2001.

HAYES, Philip R.; BOWEN, Sarah J.; DAVIES, Emma J. The relationships between local muscular endurance and kinematic changes during a run to exhaustion at  $vVO_{2max}$ . **The journal of strength and conditioning research**, v. 18, n. 4, p. 898, 2004.

HEIDERSCHEIT, Bryan C. e colaboradores. Effects of step rate manipulation on joint mechanics during running. **Medicine & science in sports & exercise**, v. 43, n. 2, p. 296-302, 2011.

HUBERTI, Helmut H.; HAYES, Wilson C. Patellofemoral contact pressures. The influence of  $q$ -angle and tendofemoral contact. **The journal of bone and joint surgery. American volume**, v. 66, n. 5, p. 715-724, 1984.

JOHNSTON, Christopher A. M. e colaboradores. Preventing running injuries. Practical approach for family doctors. **Canadian family physician Medecin de famille canadien**, v. 49, p. 1101-1109, 2003.

LAVCANSKA, Vesna; TAYLOR, Nicholas F.; SCHACHE, Anthony G. Familiarization to treadmill running in young unimpaired adults. **Human movement science**, v. 24, n. 4, p. 544-557, 2005.

LI, Fei e colaboradores. Effects of complex training versus heavy resistance training on neuromuscular adaptation, running economy and 5-km performance in well-trained distance runners. **PeerJ**, v. 2019, n. 4, p. e6787, 2019.

LIEBERMAN, Daniel E. What we can learn about running from barefoot running: an evolutionary medical perspective. **Exercise and sport sciences reviews**, v. 40, n. 2, p. 63-72, 2012.

LIEBERMAN, Daniel E. e colaboradores. Effects of stride frequency and foot position at landing on braking force, hip torque, impact peak force and the metabolic cost of running in humans. **The journal of experimental biology**, p. 3406-3414, 2015.

MAAS, Ellen e colaboradores. Novice runners show greater changes in kinematics with fatigue compared with competitive runners. **Sports biomechanics**, v. 17, n. 3, p. 350-360, 2018.

MIKKOLA, Jussi e colaboradores. Effect of resistance training regimens on treadmill running and neuromuscular performance in recreational endurance runners. **Journal of sports sciences**, v. 29, n. 13, p. 1359-1371, 2011.

MILLER, Ross H.; BRENT EDWARDS, William; DELUZIO, Kevin. J. Energy expended and knee joint load accumulated when walking, running, or standing for the same amount of time. **Gait and posture**, v. 41, n. 1, p. 326-328, 2015.



MOFFIT, Tyler J. e colaboradores. Association between knee-and hip-extensor strength and running-related injury biomechanics in collegiate distance runners. **Journal of athletic training**, v. 55, n. 12, p. 1262-1269, 2020.

MUCHA, Matthew D. e colaboradores. Hip abductor strength and lower extremity running related injury in distance runners: a systematic review. **Journal of science and medicine in sport**, v. 20, n. 4, p. 349-355, 2017.

NAWOCZENSKI, Deborah A.; LUDEWIG, Paula M. Electromyographic effects of foot orthotics on selected lower extremity muscles during running. **Archives of physical medicine and rehabilitation**, v. 80, n. 5, p. 540-544, 1999.

NOEHREN, Brian e colaboradores. Proximal and distal kinematics in female runners with patellofemoral pain. **Clinical biomechanics**, v. 27, n. 4, p. 366-371, maio 2012.

NOEHREN, Brian; HAMILL, Joseph; DAVIS, Irene. Prospective evidence for a hip etiology in patellofemoral pain. **Medicine and science in sports and exercise**, v. 45, n. 6, p. 1120-1124, 2013.

PAAVOLAINEN, Leena e colaboradores. Explosive-strength training improves 5-km running time by improving running economy and muscle power. **Journal of applied physiology**, v. 86, n. 5, p. 1527-1533, 1999.

POWERS, Christopher M. The influence of abnormal hip mechanics on knee injury: a biomechanical perspective. **Journal of orthopaedic and sports physical therapy**, v. 40, n. 2, p. 42-51, 2010.

QUEEN, Robin M.; GROSS, Michael T.; LIU, Hsin-Yi. Repeatability of lower extremity kinetics and kinematics for standardized and self-selected running speeds. **Gait and posture**, v. 23, n. 3, p. 282-287, 2006.

SAUNDERS, Philo U. e colaboradores. Short-term plyometric training improves running economy in highly trained middle and long distance runners. **The journal of strength and conditioning research**, v. 20, n. 4, p. 947-954, 2006.

SCHOENFELD, Brad J. Squatting kinematics and kinetics and their application to exercise performance. **Journal of strength and conditioning research**, v. 24, n. 12, p. 3497-3506, 2010.

SNYDER, Kelli R. e colaboradores. Resistance training is accompanied by increases in hip strength and changes in lower extremity biomechanics during running. **Clinical biomechanics**, v. 24, n. 1, p. 26-34, 2009.

VAN DER WORP, Maarten P. e colaboradores. Injuries in runners; a systematic review on risk factors and sex differences. **Plos one**, v. 10, n. 2, p. 1-18, 2015.

VAN GENT, R. N. e colaboradores. Incidence and determinants of lower extremity running injuries in long distance runners: a systematic review. **British journal of sports medicine**, v.



41, n. 8, p. 469-480, 2007.

WILLSON, John D.; DAVIS, Irene S. Lower extremity mechanics of females with and without patellofemoral pain across activities with progressively greater task demands. **Clinical biomechanics**, v. 23, n. 2, p. 203-211, 2008.

WISLØFF, Ulrik e colaboradores. Strong correlation of maximal squat strength with sprint performance and vertical jump height in elite soccer players. **British journal of sports medicine**, v. 38, n. 3, p. 285-288, 2004.

YAMAMOTO, Linda M. e colaboradores. The effects of resistance training on endurance distance running performance among highly trained runners: a systematic review. **Journal of strength and conditioning research**, v. 22, n. 6, p. 2036-2044, 2008.

**Dados do primeiro autor:**

Email: wplima22@gmail.com

Endereço: Laboratório de Biomecânica da Escola de Educação Física e Esporte da Universidade de São Paulo, Rua Professor Mello Moraes, 65, Cidade Universitária, São Paulo, SP, CEP: 05508-030, Brasil.

Recebido em: 29/06/2021

Aprovado em: 28/07/2021

**Como citar este artigo:**

LIMA, Wilson Pereira e colaboradores. Comparação biomecânica da corrida entre indivíduos com diferentes níveis de força de membros inferiores. **Corpoconsciência**, v. 25, n. 2, p. 252-268, mai./ ago., 2021.

## MARADONA... E O MUNDO PENSOU O SUPER-HOMEM

### MARADONA... AND THE WORLD THOUGHT THE SUPERMAN

### MARADONA ... Y EL MUNDO PENSÓ AL SUPERMAN

**António Camilo Teles Nascimento Cunha**

<https://orcid.org/0000-0001-9652-9870> 

<http://lattes.cnpq.br/2920977523340939> 

Universidade do Minho (Minho – Portugal)

camilo@ie.uminho.pt

#### Resumo

O ensaio faz o elogio a Diego Armando Maradona. Um atleta (futebolista) que encimou o humano nas suas mais diversas dimensões. Por um lado, a imanência na sua complexidade individual, psicológica, social e axiológica (o bem, o bom, o belo e o seus contrários); por outro, a transcendência da (na) imanência na medida em que eleva facetas e virtudes que o homem comum não consegue mas gostaria de atingir. Maradona acabou por projetar toda a dimensão mítica e lendária dos arquétipos dos heróis Gregos e Romanos, onde excelência e fragilidade (sua superação) convivem, numa (re) interpretação incessante.

**Palavras-chave:** Maradona; Homem; Imanência; Transcendência; Herói.

#### Abstract

The essay praises Diego Armando Maradona. An athlete (footballer) who summed up the human in its most diverse dimensions. On the one hand, immanence in its individual, psychological, social and axiological complexity (the good, the good, the beautiful and its contraries); on the other hand, the transcendence of (na) immanence insofar as it raises facets and virtues that the common man cannot achieve but would like to achieve. Maradona ended up projecting the entire mythical and legendary dimension of the archetypes of Greek and Roman heroes, where excellence and fragility (their overcoming) coexist, in an unceasing (re) interpretation.

**Keywords:** Maradona; Man; Immanence; Transcendence; Hero.

#### Resumen

El ensayo elogia a Diego Armando Maradona. Un deportista (futebolista) que resumió lo humano en sus más diversas dimensiones. Por un lado, la inmanencia en su complejidad individual, psicológica, social y axiológica (lo bueno, lo bello y sus contrarios); por otro lado, la trascendencia de la (na) inmanencia en la medida en que plantea facetas y virtudes que el hombre común no puede lograr pero quisiera lograr. Maradona acabó proyectando toda la dimensión mítica y legendaria de los arquetipos de los héroes griegos y romanos, donde conviven excelencia y fragilidad (su superación), en una (re) interpretación incesante.

**Palabras clave:** Maradona; Hombre; Inmanencia; Trascendencia; Héroe.

## MARADONA<sup>1</sup> – PARTIR E FICAR...

É o mundo que pensa. E nós tentamos imaginar o que o mundo pensa.  
(Eduardo Lourenço)

Maradona! Com uma lágrima... Maradona! Superou os valores dos “fracos” e fez o elogio ao instinto, à vontade de potência, à vontade de viver, à vontade de ser, à vontade de

---

<sup>1</sup> Diego Armando Maradona Franco, nasceu em Lanús, na província de Buenos Aires, Argentina, no dia 30 de outubro de 1960, vindo a falecer em 25 de novembro de 2020, em Buenos Aires.



poder. Não o poder pelo poder, mas o poder de Ser, Existir. Maradona... trouxe a vontade de verdade!

Estas palavras (vontade, poder, ser, viver, existir, potência, verdade) aparecem no pensamento do filósofo/pensador alemão de Friedrich Nietzsche (1988; 1983; 1992; 2000a; 2000b; 2001a; 2001b; 2002) que oferece uma nova interpretação/hermenêutica para o homem e para a vida, numa altura (século XIX) em que a humanidade se deparava com um paradoxo existencial: por um lado, a razão, a técnica e a ciência prometiam o progresso e, ao mesmo tempo, era possível observar uma certa decadência existencial (“Deus morreu”). Neste contexto, Nietzsche retorna à Tragédia Grega e resgata os valores desse tempo passado – tempo de guerra, dor, luta, força, corpo, sentidos, violência, instinto, competição – e, a partir daí (também), faz o elogio ao *Super-Homem* e à ideia do – *para além do bem e do mal*.

Por certo, Maradona seria, do ponto de vista simbólico, o representante e o homem esclarecido de Nietzsche. Foi um super-homem que esteve para além do bem e do mal, constituindo-se como o verdadeiro homem... o *homem da profundidade*. Alguém de si para si, numa caminhada... alguém que não é somente o espírito, mas também o coração... alguém que sempre se transforma de novo... e que se sente feliz por albergar em si, não “uma alma (i)mortal”, mas muitas almas “(i) mortais”.

Maradona pôs em causa a tradição moderna (ocidental e não só) – a tradição da ordem, da regra moral, social, política, pôs em causa os valores dominantes/ religiosos (“os valores dos fracos”, oriundos da metafísica Socrática, Platônica e Judaico-Cristã, como refere Nietzsche). Maradona pôs em causa a racionalidade, a norma, o fechamento. Se, em alguns momentos, a *moral escrava* (termo que utiliza para falar dos valores religiosos) lhe trouxe sentimentos de culpa, arrependimento e remorso (basta ver/ escutar as entrevistas dadas a muitos meios de comunicação), ela não foi suficiente para o “calar”. Ele foi para a frente, para diante.

Maradona traz assim um “novo Deus” (a mão de Deus) – uma mão imoral (fez gol com a mão no mundial do México de 1986 – Argentina *versus* Inglaterra) –, mas uma mão que inscreve o *verdadeiro Deus!*?

*Um Deus que verdadeiramente se revela!?*

*Um Deus que tem em si, traz em si... a ordem e a desordem, a moralidade e a imoralidade!?*



Maradona, o homem da ordem e da desordem, da moralidade e da imoralidade e, por isso, o *super-homem* e, por isso, sentiu (essa experiência única) estar *para além do bem o do mal* e, por isso, sentiu a grandeza do Homem Nobre (a Nobreza Humana). Sim, a Nobreza Humana é isso!

Maradona foi um homem do conhecimento, da arte. Um conhecimento que decorre do interesse e da perspicácia (humana), em vez de uma racionalidade e de valores impostos (absolutos, fixos imutáveis – uma ilusão, uma superficialidade, uma consciência da distância). O verdadeiro conhecimento está na vontade livre, inscreve-se na carne, no corpo. O verdadeiro conhecimento resulta de uma luta, de um compromisso com os instintos e com a experiência. Para Maradona tudo é liberdade, vontade e mudança. Mudança – Heráclito, o precursor da ideia de que tudo – o mundo – é movimento, por certo gostaria de o apreciar –, mudança constante, mudança que conduz ao conhecimento, ao espanto e à arte. Maradona foi a expressão artística na sua plenitude. Uma plenitude que rompe com as normas, os juízos de gosto (padrões de gosto), suscitando a emoção e o sentimento como uma *inscrição humana*.

## **MARADONA – O HERÓI QUE INSCREVEU (UMA VEZ MAIS) A CONDIÇÃO HUMANA**

Maradona, vai, de forma sublime protagonizar a figura do herói humano, (mas também a do anti-herói) na sua narrativa humana - ora elevada, ora dramática; ora na “graça”, ora no “barro”. Ele representou a condição humana, na sua complexidade individual, psicológica, social e axiológica; mas também mostrou essa complexidade nos valores, nos dilemas, nas contradições, nos paradoxos da própria condição humana. Para além dessa representação encetou e encimou um eterno *retorno ao herói grego*.

Moniz (2009) refere que para os Gregos, o herói situa-se na posição intermédia entre os deuses e os homens. Por isso, Hesíodo, distinguindo (*Os Trabalhos e os Dias*, 156-173) cinco idades da vida humana, numa perspectiva decadentista, intitula a quarta, a seguir à do ouro, da prata e do bronze, como a dos heróis, antes da de ferro, ou da suprema degradação.

Maradona, talvez tivesse sido um dos poucos homens que “pisou/experienciou” e até “trespassou” a fronteira das idades, onde homens e deuses se comunicam, onde homens e deuses se tocam. Sentiu e mostrou-nos a *grandeza e a imortalidade* dos deuses (mesmo os



deuses decadentes) e sentiu e mostrou a “*grandeza*” e a *finitude* dos homens. *Maradona um homem de (a) fronteira*. Mas é nesta fronteira que se situa a casa da ambiguidade. Maradona também foi um homem da ambiguidade – com características antagônicas. Um antagonismo inscrito naquele corpo frágil e forte; pequeno e “alto”, lento e rápido, de poesia e de prosa.

Moniz (2009) ao referir-se à ambiguidade do herói grego, vai dizer que ela patenteia-se num conjunto de características antagônicas: por exemplo a *força e beleza* de uns (Hércules, Aquiles, Orestes, Pélope) contrasta com a *fraqueza/violência e o feio* de outros (Licáon, Cécrope, Órion, Actéon, Íxion). Maradona é força e beleza, mas também fraqueza e “violência”.

Outro aspecto que nos parece relevante é a questão da temporalidade (infância – vida adulta). Charles Baudoin (1952 apud MONIZ, 2009) reconhecendo ao herói uma origem divina, caracteriza a sua existência a partir de uma infância misteriosa e oculta, em contraste com a sua vida adulta, constituída por provas libertadoras, como combates contra monstros, e com a obtenção da imortalidade.

Maradona teve uma infância misteriosa, viveu num local pobre, mas rico (futebolisticamente) em espanto, técnica, luz (uma flor de Lotus); e que, travou os melhores combates dentro e fora do estádio; dentro e fora da ética; “dentro e fora da vida”. Estes duplos combates podemos vê-los como combates entre a estética, a poesia, o belo *versus* a “violência/o bélico”, a não ética, a fragilidade. Foram estes combates que fizeram dele um (i)mortal. A propósito da morte de Maradona e concretizando de alguma forma esta dialética o Papa Francisco numa entrevista ao jornal italiano “*La Gazzetta dello Sport*”, vai referir: “Em campo foi um poeta, um grande campeão que deu alegria a milhões de pessoas, tanto na Argentina como em Nápoles; era também um homem muito frágil” (FRANCESCO, 2021).

Maradona parece projetar (e projeta) toda a dimensão mítica e lendária dos arquétipos dos heróis Gregos, onde excelência e fragilidade (sua superação) convivem, numa reinterpretação incessante. Reinterpretação que aparece como o “fogo” que alimenta e estrutura o herói épico.

Deste fato, são bons exemplos: Hércules, que após a vitória sobre os doze trabalhos, adquire a imortalidade olímpica; ou mesmo Aquiles e Ulisses na Odisseia e na Ilíada de Homero (2015b; 2015a). Camilo Cunha (2021) ao abordar este sentido mítico (da Ilíada e da Odisseia) afirma que: A Ilíada continua a ser um *lócus* de inspiração. Continua a ser uma dança religiosa em relação à luta contra a morte – um percurso, um caminho, uma viagem de



despedida. A luta de Aquiles e Heitor continua a ser a lutas dos homens (sobrevivência, morte, poder, vingança, ressentimento, ódio); mas essa luta também nos mostra que no homem mora a ideia de compaixão, de liberdade, de justiça, de amor – “*coisas*” da condição humana. Quando o pai de Heitor (Príamo) vai à tenda de Aquiles e pede o corpo do filho (para lhe dar uma despedida honrosa) – lembrando-o de seu pai que também é velho! – Aquiles, com grande dignidade, dá o corpo de Heitor a seu pai. Naquele momento, *naquele preciso momento*, eleva-se o sublime da condição humana. Vencedor e vencido estão unidos na (pela) dor – união na dor extrema. Existe amor e compaixão, algo que os trespassa, que os une! A Ilíada mostra-nos outra coisa: mesmo tendo consciência da morte, o homem não fica petrificado por ela. Com essa consciência extraordinária da morte, o homem quer ir para a frente, para diante... o homem quer o futuro, quer o porvir. Ele sonha, tem desejo de um gesto, desejo de uma obra, desejo de Ser e Agir.

Maradona foi essa dialética: despoletou sentidos de sobrevivência, morte, poder, vingança, ressentimento, ódio; mas, também, despoletou a compaixão, a liberdade, a justiça, o amor. Maradona foi sempre para a frente, para diante... quis o porvir... quis a obra!

Por seu turno a Odisseia narra-nos o regresso de Ulisses (o herói guerreiro) a casa – à sua casa (Ilha) –, em Ítaca, onde o espera Penélope, sua mulher e seu filho, Telémaco. Depois da guerra de Troia (cantada na Ilíada), que durou dez anos, Ulisses retorna a casa. Um regresso doloroso (que também demorou dez anos), um regresso cheio de tormentas e lutas (ciclopes, feiticeiras, tempestades e sereias) que teve de travar nas várias ilhas por que passou no caminho para casa. A luta simboliza a luta do homem contra aquilo que não nos permite humanizarmo-nos: a corrupção, o poder, a avaréza, a ambição, a luxúria, o desejo, a sedução. Centremo-nos nas dimensões desejo/sedução – todos conhecemos a passagem do “Canto das Sereias”. Perante tal fato, Ulisses pede aos seus marinheiros que o prendam ao mastro do navio. Há aqui uma dimensão simbólica profunda – o ato de prender ao mastro invoca a ideia de verticalidade. A verticalidade do corpo (o valor do corpo) significa a verticalidade da alma; a verticalidade de ser Pessoa. Chegar a casa como pessoa, chegar inteiro. Este retorno é igualmente um regresso espiritual, corporal e amoroso.

Maradona um Ulisses... um lutador. Se muitas vezes teve dificuldade em lutar contra aquilo que não nos permite que nos tornemos humanos (um homem frágil); se muitas vezes esteve prisioneiro no desejo e na sedução... ele trazia em si o gênio humano – a



necessidade, a urgência de ser vertical! Assumiu a figura simultânea (só possível aos semideuses) de herói e de anti-herói... e no fim ficou eterno.

A este propósito Mircea Eliade (s/d) vai referir que Homero com as suas narrativas teve a capacidade de assumir e ultrapassar a finitude e a precariedade da vida humana: “viver totalmente, mas com nobreza, *no presente* [...] forçado que foi pelos deuses a não ultrapassar os seus limites, o homem acabou por realizar a *perfeição* e, portanto, a *sacralidade da condição humana*. Redescobriu, pois, dando-lhe forma definitiva, o sentido religioso da “alegria de viver”, o valor sacramental da experiência erótica e da beleza do corpo humano, a função religiosa de todo o júbilo coletivo organizado” (ELIADE, s/d, p. 238).

Deste modo, Maradona constrói a epopeia, a hermenêutica heroica por excelência, espelhando o paradigma *cosmológico da aventura humana*. De fato, Maradona foi (é) o representante do humano na sua imanência e na sua transcendência que, no limite vai estar inscrita numa ambiguidade.

Maradona foi um (*re*) *fundador*. Refundou o humano, na sua *identidade* feita de realidades, de sonhos, de paradoxos, de relações, de dilemas, de contradições. Tornou-se imortal, sendo transportado (agora) para a memória dos homens e para a presença dos Deuses.

## **CONCLUSÃO QUE CONTINUA A CONTEMPLAR...**

Maradona foi (é) uma *obra de arte*, saboreada por uma estética universal. O único critério (de verdade) foi a *Vida Vivida*, a única que tem a capacidade de construir o homem. Não um homem qualquer, mas o *Homem-Todo*. O homem que é sensível, inteligível, imanente, transcendente.

Maradona mostrou que, apesar de sermos mortais, podemos ser eternos. Cada um pode aceder a essa eternidade, por menor que seja o jogo da (sua) vida

Maradona (pelo desporto/ futebol) encimou a Natureza Humana - humana, demasiado humana e, por isso, o mundo chora e, por isso, o mundo (consciente e inconscientemente) lhe agradece e, por isso, o mundo o eterniza.

Maradona, uma metáfora primeira... com uma lágrima... Maradona!



## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CAMILO CUNHA, António. **A velhice – “coisa” do interesse humano**: um olhar a partir da educação. Goiânia, GO: Publicações Pontifícia Universidade de Goiânia, 2021 (no prelo).

ELIADE, Mircea. **História das ideias e crenças religiosas**. v. I, II, III. Porto, Portugal: Rés-Editora, s/d.

FRANCESCO. Maradona? Un poeta. Il doping annulla la dignità. [Entrevista concedida a] Pier Bergonzi. **La Gazzetta dello Sport**, Milão, 2 jan 2021. Disponível em: <<https://www.gazzetta.it/Cronaca/02-01-2021/papa-francesco-intervista-esclusiva-gazzetta-enciclica-laica-sport-3902145725145.shtml>>. Acesso em 02 jan., 2021.

HOMERO. **Ilíada**. 25. ed. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 2015a. Disponível em: <<https://docero.com.br/doc/n850xs>>. Acesso em 02 abril 2021.

\_\_\_\_\_. **Odisseia**. 25. ed. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 2015b. Disponível em: <<https://docero.com.br/doc/n850xs>>. Acesso em 02 abril 2021.

LOURENÇO, Eduardo. Entrevista a Eduardo Lourenço [Entrevista concedida a] Fátima Campos Ferreira. **RTP**, Portugal, 25 abril 2016. Disponível em: <<https://www.rtp.pt/play/p2445/entrevista-a-eduardo-lourenco>>. Acesso em 02 dez 2020.

MONIZ, António. **Dicionário de termos literários (EDTL) de Carlos Ceia**. Lisboa, Portugal, 2009. Disponível em: <<https://edtl.fcsh.unl.pt/encyclopedia/heroi/>>. Acesso em 19 abril 2021.

NIETZSCHE, Friedrich. **Sobre a verdade e a mentira no sentido extra-moral**. São Paulo: Abril, 1983.

\_\_\_\_\_. **O nascimento da tragédia**. São Paulo: Companhia das Letras, 1992.

\_\_\_\_\_. **Humano, demasiado humano**. São Paulo: Companhia das Letras, 2000a.

\_\_\_\_\_. **Crepúsculo dos ídolos (ou como filosofar com o martelo)**. São Paulo, SP: Companhia das Letras, 2000b.

\_\_\_\_\_. **Para além do bem e do mal**. São Paulo: Companhia das Letras, 2001a.

\_\_\_\_\_. **A gaia ciência**. São Paulo: Companhia das Letras, 2001b.

\_\_\_\_\_. **Genealogia da moral**. São Paulo: Companhia das Letras, 2002.

\_\_\_\_\_. **Vontade de potência**. Rio de Janeiro: Ediouro, 1988.

### Dados do autor:

Email: [camilo@ie.uminho.pt](mailto:camilo@ie.uminho.pt)

Endereço: Rua de Oliveira, 171, Landim, 4770-316, Vila Nova de Famalicão, Braga, Portugal.



Recebido em: 26/04/2021

Aprovado em: 14/06/2021

**Como citar este artigo:**

CUNHA, António Camilo Teles Nascimento. Maradona... e o mundo pensou o super-homem.

**Corpoconsciência**, v. 25, n. 2, p. 269-176, mai./ ago., 2021.