



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ
INSTITUTO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS DO MOVIMENTO HUMANO**

ELENIR CAMPELO GOMES

**CORRELAÇÃO ENTRE ÂNGULO DE FASE E COORDENAÇÃO MOTORA EM
ADULTOS COM SÍNDROME DE DOWN**

**BELÉM-PA
2025**

ELENIR CAMPELO GOMES

**CORRELAÇÃO ENTRE ÂNGULO DE FASE E COORDENAÇÃO MOTORA EM
ADULTOS COM SÍNDROME DE DOWN**

Dissertação apresentada ao programa de Programa de Pós-Graduação em Ciências do Movimento Humano – PPGCMH, do Instituto de Ciências da Saúde – ICS, da Universidade Federal do Pará – UFPA, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Ciências do Movimento Humano.

Linha de pesquisa: Esporte, Atividade Física e Saúde.

Orientador: Prof. Dr. Anselmo de Athayde Costa e Silva.

BELÉM-PA
2025

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) de acordo com ISBD
Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal do Pará
Gerada automaticamente pelo módulo Ficat, mediante os dados fornecidos pelo(a)
autor(a)

C193 Campelo Gomes, Elenir.
CORRELAÇÃO ENTRE ÂNGULO DE FASE E
COORDENAÇÃO MOTORA EM ADULTOS COM
SÍNDROME DE DOWN / Elenir Campelo Gomes. — 2025.
42 f. : il.

Orientador(a): Prof. Dr. Anselmo de Athayde Costa E
Silva

Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Pará,
Instituto de Ciências da Saúde, Programa de Pós-Graduação
em Ciências do Movimento Humano, Belém, 2025.

1. Síndrome de Down. 2. Coordenação Motora. 3.
Composição Corporal. 4. Ângulo de Fase. I. Título.

CDD 306.4613

ELENIR CAMPELO GOMES

**CORRELAÇÃO ENTRE ÂNGULO DE FASE E COORDENAÇÃO MOTORA EM
ADULTOS COM SÍNDROME DE DOWN**

Dissertação de mestrado apresentada ao programa de Programa de Pós-Graduação em Ciências do Movimento Humano – PPGCMH, do Instituto de Ciências da Saúde – ICS, da Universidade Federal do Pará – UFPA, como requisito para obtenção do título de Mestre em Ciências do Movimento Humano.

Linha de pesquisa: Esporte, Atividade Física e Saúde.

Orientador: Prof. Dr. Anselmo de Athayde Costa e Silva.

Banca examinadora

Anselmo de Athayde Costa e Silva
Orientador
PPGCMH – Universidade Federal do Pará

Daniela Lopes Gomes
Membro externo
PPGNC - Universidade Federal do Pará

Victor Silveira Coswig
Membro interno
PPGCMH - Universidade Federal do Pará

RESUMO

A Síndrome de Down (SD) é uma condição genética resultante da trissomia do cromossomo 21, que afeta diversos aspectos do desenvolvimento físico e cognitivo das pessoas que a possuem. Pessoas com SD apresentam menor tônus e força muscular em comparação com seus pares com desenvolvimento típico. Isto pode afetar sua coordenação motora, tornando mais desafiadora a realização de determinados movimentos e atividades de vida diária. **Objetivo:** Analisar a correlação entre os parâmetros da bioimpedância (ângulo de fase, capacitância, resistência e reactância) e coordenação motora em adultos com SD. **Materiais e métodos:** Foram avaliados 42 adultos, divididos em GSD (atendidos pela APAE – Belém) e grupo de referência (GR), discentes da UFPA - Belém, de ambos os sexos, com idades entre 18 e 40 anos. A coordenação motora foi avaliada através da bateria de Teste de Coordenação Corporal, *Körperkoordinations test Für Kinder* (KTK), composta por 4 testes cujo objetivo é avaliar as capacidades que integram o construto denominado coordenação motora. A avaliação da composição corporal foi realizada a partir da coleta de peso, altura, seguida da análise de bioimpedância. Os dados foram tabulados em planilha de Excel. As variáveis foram analisadas utilizando linguagem R. A normalidade foi testada utilizando o teste de Shapiro-Wilk. Para as correlações foi utilizado o coeficiente de correlação de Pearson (r) e o nível de significância adotado foi $p \leq 0,05$. Posteriormente foram produzidos modelos de regressão linear para avaliar a associação entre as variáveis. **Resultados:** Os valores encontrados de ângulo de fase foram de $6,21 \pm 0,58^\circ$ para GSD e $7,42 \pm 0,91^\circ$ ($p < 0,001$) para o GR. Não observamos correlação entre ângulo de fase e scores brutos das tarefas do KTK no GSD e GR. Houve correlação entre ângulo de fase e scores brutos do KTK quando analisados os dados coletados de todos os voluntários ($n = 42$). Nos modelos de regressão foi observada associação significativa entre ângulo de fase e a tarefa de saltos monopodais (R^2 ajustado = 0,88) e ângulo de fase e a tarefa de saltos laterais (R^2 ajustado = 0,87), ajustados para grupo. **Conclusão:** Os resultados deste estudo sugerem correlação entre ângulo de fase e coordenação motora, no entanto, esta relação foi observada apenas no grupo como um todo e não especificamente em adultos com SD.

Palavras-chave: Síndrome de Down; Coordenação Motora; Composição Corporal; Ângulo de Fase.

ABSTRACT

Down Syndrome (DS) is a genetic disease resulting from the trisomy of chromosome 21, which affects various aspects of the physical and cognitive development of people who have it. People with DS have less muscle tone and strength than their peers with typical development. This can affect their motor coordination, making it more challenging to perform specific movements and activities of daily living. **Aim:** To analyze the correlation between bioimpedance parameters (phase angle, capacitance, resistance and reactance) and motor coordination in adults with DS. **Materials and methods:** 42 adults were assessed, stratified into a DS group (attended by APAE - Belém) and a reference group (GR), students at UFPA - Belém of both sexes, aged between 18 and 40 years. Motor coordination was assessed using the *Körperkoordinations test Für Kinder* (KTK), a battery of four tests designed to evaluate the skills that make up the motor coordination construct. Body composition was assessed by measuring weight and height, followed by bioimpedance analysis. The data was tabulated in an Excel spreadsheet. The variables were analyzed using the R language. Normality was tested using the Shapiro-Wilk test. Pearson's correlation coefficient (r) was used for correlations and the significance level adopted was $p \leq 0.05$. Linear regression models were subsequently produced to assess the association between the variables. **Results:** The phase angle values found were $6.21 \pm 0.58^\circ$ for the SD group and $7.42 \pm 0.91^\circ$ for the CG. There was no correlation between phase angle and raw scores on the KTK tasks in the SD and CG groups. When analyzing the data collected from all the volunteers, there was a correlation between phase angle and raw KTK scores ($n = 42$). The regression models showed a significant association between phase angle and the monopedal jump task (adjusted $R^2 = 0.88$) and phase angle and the lateral jump task (adjusted $R^2 = 0.87$), adjusted for the group. **Conclusion:** This study's results suggest a correlation between phase angle and motor coordination; however, this relationship was only observed in the group as a whole and not specifically in adults with DS.

Keywords: Down Syndrome; Motor Coordination; Body Composition; Phase Angle.

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

PPGCMH - Programa de Pós-Graduação em Ciências do Movimento Humano

SD - Síndrome de Down

QMG - Quociente Motor Geral

IMC - Índice de Massa Corporal

TR - Trave

SM - Saltos Monopedais

SL - Saltos Laterais

TL - Transferência Lateral

AF - Ângulo de Fase

Xc – Reactância

R - Resistência

1 LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Descrição da amostra (n = 42)	27
Tabela 2 – Valores de ângulo de fase do GSD e GR	28
Tabela 3 – Teste t para valores de ângulo de fase entre GSD e GR	28
Tabela 4 – Matriz de correlação entre variáveis da bioimpedância e scores brutos das tarefas do KTK – GSD	29
Tabela 5 – Matriz de correlação entre variáveis da bioimpedância e scores brutos das tarefas do KTK – Grupo GR	29
Tabela 6 – Matriz de correlação entre variáveis da bioimpedância e scores brutos das tarefas do KTK – Grupos SD e GR	30
Tabela 7 – Modelo de regressão para a tarefa de transferência de plataforma, ângulo de fase e grupo	30
Tabela 8 – Modelo de regressão para a tarefa de equilíbrio, ângulo de fase e grupo	31
Tabela 9 – Modelo de regressão para saltos monopodais, ângulo de fase e grupo	31
Tabela 10 – Modelo de regressão para saltos laterais, ângulo de fase e grupo	31

SUMÁRIO

2	INTRODUÇÃO.....	8
3	REFERENCIAL TEÓRICO.....	11
3.1	Síndrome de Down.....	11
3.2	Composição corporal em pessoas com SD.....	13
3.2.1	Avaliação por bioimpedância.....	14
3.3	Avaliação da coordenação motora em pessoas com SD.....	16
4	OBJETIVO GERAL.....	19
4.1	Objetivos específicos.....	19
5	MATERIAIS E METODOS.....	20
5.1	Aspectos éticos.....	20
5.2	Avaliação da composição corporal.....	21
5.3	Avaliação da coordenação motora.....	21
5.4	Procedimentos estatísticos.....	25
6	RESULTADOS.....	26
7	DISCUSSÃO.....	32
8	CONCLUSÃO.....	35
	REFERÊNCIAS.....	36

2 INTRODUÇÃO

A Síndrome de Down (SD) é uma condição genética resultante da trissomia do cromossomo 21, que afeta diversos aspectos do desenvolvimento físico e cognitivo das pessoas que a possuem (Bull, 2020). Esta síndrome resulta em uma série de características fenotípicas e disfunções em diferentes sistemas do corpo, como o cardiovascular, neurológico e musculoesquelético (Hobson-Rohrer; Samson-Fang, 2013).

Alguns aspectos comuns, percebidos em pessoas com SD são alterações no tônus muscular, frouxidão ligamentar e dificuldades motoras (Antonarakis *et al.*, 2020), que podem impactar diretamente sua qualidade de vida e a capacidade funcional (Lim; Lim, 2020). Sujeitos com SD apresentam menor tônus e força muscular em comparação com seus pares com desenvolvimento típico (Alesi *et al.*, 2022). Isto pode afetar sua coordenação motora, tornando mais desafiadora a realização de determinados movimentos e atividades de vida diária (Sollerhed; Hedov, 2021).

Além disso, indivíduos com SD apresentam padrões de composição corporal distintos em relação à seus pares sem a síndrome, sendo mais suscetíveis ao sobrepeso e obesidade (Magge *et al.*, 2019). Isso ocorre, em parte, devido a uma combinação de fatores fisiológicos como: hipotonia (Foley; Killeen, 2019) e metabolismo basal mais lento (Araújo *et al.*, 2019; Ptomey *et al.*, 2020), além de comportamentos relacionados à ingestão alimentar e ao baixo nível de atividade física (Ptomey *et al.*, 2022).

A associação entre coordenação motora e composição corporal, utilizando indicadores como o Índice de Massa Corporal (IMC) em pessoas típicas é explicitada na literatura (Melo; Lopes, 2013; Silva; *et al.*, 2020). No entanto, em indivíduos com síndrome de Down (SD) esta relação é mais complexa e variada, em comparação com indivíduos com desenvolvimento típico (Borga *et al.*, 2018).

Apesar da característica de maior acúmulo de gordura em pessoas com SD, não foi descrita uma relação significativa entre IMC e nível de coordenação motora nesta população (Gorla *et al.*, 2012). Por isso, este estudo visa investigar outros aspectos relacionados a composição corporal, obtidos por meio da análise de bioimpedância (massa magra, massa gorda, ângulo de fase, capacitância, resistência e reactância) associados a coordenação motora de adultos com SD.

Para tanto, considera-se que a coordenação motora advém da interação harmoniosa entre os sistemas sensorial, musculoesquelético e nervoso (Kiphard, 1976). Sendo assim, parâmetros relacionados ao sistema musculoesquelético, com valores de massa muscular podem possuir relação com a expressão de nível de coordenação motora (Gorla; Araujo; Rodrigues, 2014; Pelemiš *et al.*, 2024).

A técnica da bioimpedância considera o modelo de um condutor cilíndrico com comprimento constante e área transversal e diâmetro homogêneos, que apresenta semelhança com o corpo humano. Tal pressuposição é intrigante uma vez que o corpo humano é heterogêneo. Para tanto, admite-se que o corpo humano seja composto por cinco cilindros conectados em série e não por um cilindro (Kyle, 2004).

Os parâmetros decorrentes da bioimpedância apresentam resultados a partir de associações distintas. O volume do cilindro, assim como o do corpo humano, está diretamente relacionado a impedância corporal total, sendo expressa pela fórmula ($V = \text{estatura}^2 / R$), estimando-se o índice de bioimpedância corporal através da estatura ao quadrado, dividida pela resistência (Eickemberg *et al.*, 2011).

A resistência (R) pode ser definida como a oposição pura à passagem da corrente elétrica alternada através de um condutor biológico presente no interior da célula (adipócito) (Lim; Lim, 2020). A reactância (X_c) relaciona-se com a capacidade da membrana celular de armazenar energia, sendo um indicador de massa corporal magra e intracelular, em seres humanos (Bertolini, 2016). A reactância pode ser definida como a resistência exercida pela membrana celular à passagem da corrente elétrica aplicada, que apresenta caráter lipoproteico (Kyle, 2004).

O ângulo de fase (AF), definido como a transformação angular geométrica da razão entre X_c e R, representado por ($AF = X_c / R \times 180^\circ / \pi$), é considerado uma medida clínica amplamente aceita, como preditor para desfechos diversos (Sardinha, 2018). O AF associa-se negativamente a R e positivamente a X_c e no corpo humano, os valores observados, comumente, variam de 1º a 12º graus a depender de um conjunto de fatores biológicos (Sardinha; Rosa, 2023).

Em indivíduos típicos, o AF é uma medida considerada como um bom marcador de integridade celular, preditor de sobrevida e indicador prognóstico em algumas situações clínicas (Lopes, 2022). É considerado um bom marcador bioelétrico, visto que, possui relação diretamente proporcional à massa muscular e à força muscular (Basile *et al.*, 2014).

O AF diminui com o avançar da idade, isto ocorre devido a redução da reactância em conjunto com a perda de massa muscular. A redução do AF também advém do aumento da resistência devido ao declínio proporcional da água corporal, para tanto, as alterações na resistência e na reactância parecem ser a justificativa para a relação direta entre AF e massa muscular (Norman *et al.*, 2012).

Com isso, busca-se investigar a relação entre AF e coordenação motora de adultos com SD. Associando as estimativas da análise de bioimpedância aos scores brutos, resultantes das tarefas do teste de coordenação motora *Körperkoordinationstest Für Kinder* (KTK). Hipotetiza-se a correlação entre AF e tarefas de salto do KTK.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 Síndrome de Down

A Síndrome de Down (SD) ou trissomia do cromossomo 21 é uma anomalia cromossômica, identificada pelo médico britânico Dr. John L. H. Down, durante a década de 1860 (Bull, 2020). Registros de casos clínicos relacionados a síndrome, já vinham sendo feitos pelos médicos Jean-Etienne-Dominique Esquirol e Edouard Séguin, que observaram aspectos fenotípicos associados a presença de deficiência intelectual (Strippoli *et al.*, 2019).

Décadas após a descrição primária da SD, o geneticista francês Jérôme Lejeune identificou, em 1959, que a presença do cromossomo extra no par 21 é a causa da síndrome (Antonarakis *et al.*, 2020). Uma falha na divisão celular durante a fase embrionária, resulta no genótipo da SD, caracterizada pela presença de uma cópia extra do cromossomo 21 (Bertapelli, 2011). As representações cromossômicas que culminam na manifestação da síndrome podem ser de quatro tipos: a não disjunção meiótica (95% dos casos), a translocação (3 a 4% dos casos); o mosaïcismo (1 a 2% dos casos); e a trissomia parcial (<1%) (Bull, 2020).

Observou-se que a idade materna está associada a maior probabilidade de nascimento do bebê com SD, acredita-se que a idade possua associação com falhas na segregação do cromossomo 21 (Cuckle; Morris, 2021; Hobson-Rohrer; Samson-Fang, 2013; Song *et al.*, 2022; Thompson, 2019). Por este motivo, há uma diferença na prevalência da síndrome entre regiões e países, de acordo com o perfil populacional (Hobson-Rohrer; Samson-Fang, 2013). No mundo, a ocorrência da SD é de aproximadamente 1/800 nascidos vivos (Beck *et al.*, 2021).

A alteração genética característica desta síndrome está frequentemente acompanhada de manifestações fenotípicas, que impactam múltiplos sistemas corporais, como o cardiovascular, neurológico e músculo esquelético (Antonarakis *et al.*, 2020). Instabilidade atlantoaxial, hipotonia, frouxidão ligamentar (Foley; Killeen, 2019; Hobson-Rohrer; Samson-Fang, 2013), baixa estatura (Bull, 2020) são algumas das disfunções musculo esqueléticas que podem ser observadas nesta população.

A associação entre frouxidão ligamentar e baixo tônus muscular pode gerar um risco aumentado para manifestação de distúrbios musculo esqueléticos (Rako;

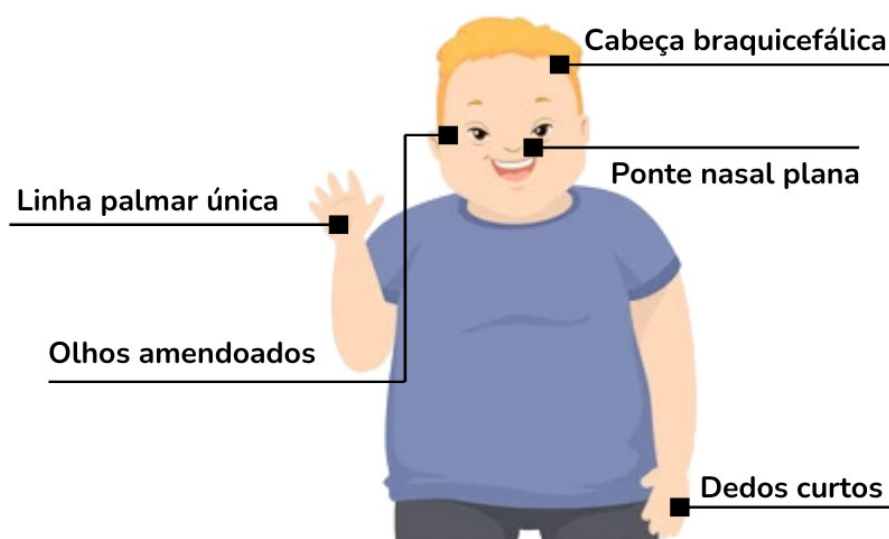
Ranade; Allen, 2021). Desfechos como instabilidade na coluna cervical, escoliose, instabilidade no quadril e problemas nos pés, como ausência de arco plantar, podem gerar problemas de deambulação em pessoas como SD (Foley; Killeen, 2019).

Desordens cognitivas também são esperadas, como densidade neuronal reduzida, hipoplasia cerebelar, deficiência intelectual e defeitos cardíacos congênitos (Baksh *et al.*, 2023). Além do aumento da predisposição ao desenvolvimento de desfechos clínicos, tais como doenças cardiovasculares, hipotireoidismo, distúrbios hematológicos, doenças autoimunes (Antonarakis *et al.*, 2020; George *et al.*, 2024), apneia obstrutiva do sono, epilepsia, e deficiências auditivas e visuais (George *et al.*, 2024).

Disfunções metabólicas comumente observadas na população com SD, como hipotireoidismo, diminuição do gasto energético de repouso (Ptomey *et al.*, 2020), podem ter associação com a maior prevalência de dislipidemia quando comparados a seus pares sem deficiência (Magge *et al.*, 2019). Por conseguinte, valores de adiposidade corporal elevados, são observados com frequência nestes indivíduos, porém, parâmetros normativos específicos de composição corporal para esta população não são bem descritos (Bertapelli *et al.*, 2017; Ptomey *et al.*, 2022).

Outro ponto singular da SD está relacionado ao seu fenótipo, as características fenotípicas expressas por essa população são diversas, embora apresentem traços físicos semelhantes, decorrentes do perfil musculo esquelético observado na SD como observados na figura 1:

Figura 1: características fenotípicas da SD



Fonte: Hobson-Rohrer; Samson-Fang, 2013; Strippoli *et al.*, 2019

Além de aspectos relacionados às alterações genéticas associados à presença do cromossomo 21 extra, algumas características comportamentais são percebidas nesta população, como a alta ingestão de alimentos ultraprocessados e baixos níveis de atividade física, o que unido a aspectos metabólicos inerentes a síndrome, estão associados à prevalência de sobrepeso e obesidade neste grupo (Ptomey *et al.*, 2022).

Para tanto, tem-se que indivíduos com SD apresentam menor tônus e força muscular em comparação com seus pares com desenvolvimento típico, devido a hábitos de vida diária e a características inerentes a trissomia, o que pode afetar sua coordenação motora, tornando mais desafiadora a realização de determinados movimentos e atividades (Alesi *et al.*, 2022).

3.2 Composição corporal em pessoas com SD

Pessoas com SD apresentam padrões de composição corporal divergentes da população sem SD, oriundas de alterações provocadas pela síndrome, tendo maior prevalência de sobrepeso (Bertapelli *et al.*, 2014). O parâmetro mais utilizado para estimar gordura corporal, de pessoas que apresentam baixo nível de atividade física é o Índice de Massa Corporal – IMC (Borga *et al.*, 2018). No entanto, de forma isolada, pode não ser um parâmetro ideal para mensurar adiposidade corporal de pessoas com SD (Beck *et al.*, 2021).

Portanto, apesar do IMC ser utilizado como parâmetro para mensuração de adiposidade corporal e risco cardiometabólico em indivíduos típicos, que apresentam baixos níveis de atividade física, ainda assim, não pode ser tomado como medida direta de composição corporal, podendo variar de acordo com o estilo de vida do avaliado (Weir; Jan, 2024). E essas limitações são aumentadas quando atreladas as condições inerentes a SD. Sendo assim, é necessário utilizar outros métodos para compreender características antropométricas e da composição corporal de pessoas com SD (Magge *et al.*, 2019; Ptomey *et al.*, 2020).

Embora haja prevalência de obesidade na população com SD, sua origem ainda não é bem descrita na literatura (Sollerhed; Hedov, 2021). Sugere-se, porém, que de fatores associados a disfunções fisiológicas, somados ao grande consumo de

alimentos processados e ultraprocessados, sejam os principais motivadores de quadro de sobrepeso e obesidade entre esta população (Ptomey *et al.*, 2022).

Medidas específicas de composição corporal para crianças e adolescentes brasileiros com SD foram propostas em um estudo retrospectivo e transversal realizado no Estado de São Paulo (Bertapelli *et al.*, 2017). No entanto, restrições amostrais impedem o extrapolamento destes parâmetros para o público geral.

A partir das limitações observadas na utilização do IMC para mensurar a adiposidade corporal de pessoas com SD, outros instrumentos vêm sendo explorados (Loveday; Thompson; Mitchell, 2012). O uso de bioimpedância tem se mostrado uma boa alternativa, para avaliar a composição corporal de forma mais precisa e com baixo custo, quando comparada a outros métodos de avaliação como a absorciometria de dupla energia (DXA) (Norman *et al.*, 2012). Além de ser menos invasivo, quando comparado as medições de dobras cutâneas, visando gerar menor estresse aos avaliados.

3.2.1 Avaliação por bioimpedância

A bioimpedância consiste em um método indireto de mensuração da composição corporal, amplamente utilizado por sua praticidade, segurança e baixo custo operacional. Os métodos indiretos dependem de interrelações biológicas entre componentes e tecidos corporais medidos diretamente ou por critério e sua distribuição entre indivíduos normais, estes, tendem a ter erros preditivos maiores do que os métodos diretos e são afetados pela especificidade da amostra e condições de doença (Duren *et al.*, 2008).

A avaliação por bioimpedância é um método que faz uso de corrente alternada de baixo nível, por meio de eletrodos de superfície, essa técnica baseia-se na passagem de uma corrente elétrica alternada de baixa intensidade e alta frequência através do corpo humano, permitindo a estimativa de compartimentos corporais como água corporal total, massa magra e massa gorda (Bertolini, 2016; Sardinha, 2018).

O princípio fisiológico da bioimpedância apoia-se no comportamento elétrico dos diferentes tecidos corporais: os tecidos magros, ricos em água e eletrólitos, conduzem bem a corrente elétrica, apresentando baixa resistência (R), enquanto os tecidos adiposos, ósseos e cutâneos possuem maior resistência elétrica, devido ao

menor conteúdo hídrico e iônico (Zwierzchowska *et al.*, 2021). Assim, a impedância total (Z) do corpo é determinada pela combinação entre resistência (R) e reatância (Xc), sendo que esta última reflete a capacitância das membranas celulares, ou seja, sua capacidade de armazenar carga elétrica temporariamente (Lim; Lim, 2020).

Na aplicação prática, a avaliação é geralmente realizada no modelo tetrapolar de corpo inteiro, utilizando eletrodos adesivos de superfície posicionados na porção distal dos membros superiores e inferiores do lado direito. Esses eletrodos são conectados a um sistema de sensores que cria um circuito elétrico fechado entre os compartimentos intra e extracelulares, mediante o uso de uma corrente alternada com frequência padrão de 50 kHz (Sardinha, 2018). Durante o exame, o avaliado permanece em posição supina, com membros afastados do tronco para evitar interferências na passagem da corrente elétrica, e em condições controladas — jejum mínimo de quatro horas, sem prática de exercício físico prévio ou ingestão de bebidas cafeinadas ou alcoólicas —, pois esses fatores podem alterar a hidratação corporal e, conseqüentemente, os resultados obtidos (Bertolini, 2016).

A partir dos valores de resistência e reatância medidos, o equipamento de bioimpedância, por meio de equações preditivas específicas, estima uma série de parâmetros corporais: massa de gordura corporal (MG), massa livre de gordura (MLG), massa celular ativa (MCA), água corporal total (ACT), água extracelular (AEC), água intracelular (AIC), massa muscular esquelética e massa mineral corporal (Shchelykalina *et al.*, 2020).

Entre os indicadores derivados, o ângulo de fase (AF) destaca-se como um parâmetro clínico e fisiológico relevante, calculado pela relação entre reatância e resistência ($AF = Xc/R \times 180^\circ/\pi$). O AF reflete o estado funcional das membranas celulares e a integridade dos tecidos corporais, sendo considerado um marcador de saúde celular e preditor de prognóstico clínico em diferentes contextos (Lim; Lim, 2020; Norman *et al.*, 2012). Valores mais altos indicam maior integridade e funcionalidade celular, enquanto valores reduzidos podem estar associados à diminuição da massa celular ativa, inflamação crônica ou catabolismo muscular (Costa Pereira *et al.*, 2024).

Adicionalmente, a bioimpedância permite estimar a taxa metabólica basal (TMB), variável que representa a quantidade de energia necessária para a

manutenção das funções vitais em repouso, auxiliando na compreensão do metabolismo energético do avaliado (Sardinha, 2018).

Por sua natureza não invasiva, rápida e reprodutível, a BIA apresenta vantagens relevantes em relação a métodos como a absorciometria de dupla energia por raios-X (DXA) e as dobras cutâneas, sendo especialmente útil em populações sensíveis, como pessoas com Síndrome de Down, nas quais a cooperação durante o exame e o conforto do avaliado são fatores determinantes (Loveday; Thompson; Mitchell, 2012; Norman *et al.*, 2012).

Assim, a bioimpedância elétrica configura-se como uma ferramenta valiosa para a avaliação da composição corporal e do estado funcional celular de indivíduos com SD, contribuindo para análises mais acuradas sobre distribuição de massa magra, adiposidade e saúde metabólica, aspectos frequentemente alterados nessa população.

Em indivíduos saudáveis, com desenvolvimento típico, o AF pode ser tido como um indicador de saúde, por exprimir melhor função celular, boa celularidade e membranas celulares íntegras (Lopes, 2022). Para indivíduos fisicamente ativos, espera-se a variação entre 5º e 7º nos valores registrados de AF, sendo que valores superiores a 9,5 podem ser observados em atletas (Norman *et al.*, 2012). O valor reportado de AF é um indicativo de saúde celular e está relacionado à força muscular (Monteiro *et al.*, 2018). Por isso, espera-se haver associação entre este AF e nível de coordenação motora, devido à atuação do sistema musculoesquelético, em conjunto com outros sistemas corporais.

3.3 Avaliação da coordenação motora em pessoas com SD

A coordenação motora, de acordo Kiphard (1976) é entendida como a “ação mútua, harmoniosa e econômica entre os sistemas sensorial, musculoesquelético e nervoso, culminando em atos motores acurados e equilibrados, assim como, em respostas rápidas e ajustada a situação”. Em pessoas com SD a interação entre esses sistemas pode apresentar ruídos, que acarretam deficiências na coordenação motora.

Atrasos significativos na obtenção de marcos motores também são observados em crianças com SD, em comparação ao apresentado por crianças sem deficiência intelectual (Alesi *et al.*, 2022). Acredita-se que a prevalência de deficiência intelectual,

somada as disfunções metabólicas e musculoesqueléticas, contribuem para apresentação de padrões de movimento pobres, que por conseguinte possuem relação com baixos níveis de coordenação motora (Sollerhed; Hedov, 2021).

Para tanto, a partir de uma análise geral da população, observa-se padrões de coordenação motora e composição corporal esperados para determinadas faixas etárias, caracterizando o desenvolvimento do indivíduo como típico, caso atinja as métricas almejadas, no entanto, indivíduos acometidos por disfunções ou anomalias, como a SD, situam-se fora desta delimitação, sendo tidos como atípicos (Gallahue; Ozmun; Goodway, 2013).

Com o intuito de rastrear o padrão de coordenação motora, baterias de testes motores distintas podem ser aplicadas como: Bateria de Avaliação do Movimento para Crianças (M-ABC) 2ª edição, *Test of Gross Motor Development – Version 2* (TGMD-2) e a *Körperkoordinationstest Für Kinder* (KTK) que foi utilizada neste estudo. No entanto, considerando a população atípica deste estudo, foram utilizadas os scores brutos das tarefas realizadas pelos participantes e não o quociente motor geral referido a população típica, a exemplo do estudo de (Alesi *et al.*, 2022)

A relação entre composição corporal e coordenação motora, em indivíduos típicos é bem conhecida, no entanto, é complexa e multifacetada (Mores *et al.*, 2019). Dentre os parâmetros anunciados para uma boa coordenação motora, está apresentar “adequada medida de força que determina a amplitude e a velocidade do movimento” (Gorla *et al.*, 2014).

A composição corporal refere-se à distribuição dos diferentes tecidos do corpo, incluindo músculos, gordura, ossos e outros tecidos (Lee; Giovannucci, 2018). A coordenação motora, por outro lado, refere-se à capacidade de usar diferentes partes do corpo de maneira suave e eficiente para realizar tarefas e movimentos (Gorla *et al.*, 2012).

Fatores individuais, como genética, treinamento e estilo de vida, também desempenham um papel significativo sobre a composição corporal e coordenação motora (Melo; Lopes, 2013). Os níveis de coordenação motora podem ser melhorados através de treinamentos e exercícios direcionados, independentemente da composição corporal inicial (Costa; Freire, 2014). Além disso, uma composição corporal equilibrada e saudável é geralmente benéfica para o desempenho físico geral e o bem-estar (Mores *et al.*, 2019).

Em indivíduos com SD, a relação entre composição corporal e coordenação motora pode ser percebida, no entanto, pode ser mais complexa e variada em comparação com indivíduos com desenvolvimento típico. Apesar da característica de maior acúmulo de gordura em pessoas com SD, não foi observada uma relação significativa entre IMC e nível de coordenação nesta população (Gorla *et al.*, 2012).

Pessoas com SD podem ser mais propensas ao ganho de peso e à obesidade devido a fatores como redução da atividade física, alteração do metabolismo e hábitos alimentares (Magge *et al.*, 2019). O excesso de gordura corporal pode impactar negativamente a coordenação motora, pois pode limitar a flexibilidade e a agilidade (Alesi *et al.*, 2022).

A hipotonia e a frouxidão ligamentar são traços comuns observados em pessoas com SD (Foley; Killeen, 2019) e podem afetar a coordenação motora (Borga *et al.*, 2018). Como marcador metabólico, hipotetiza-se que o AF possa exprimir relação com níveis de coordenação, assim como observado em outros desfechos relacionados a funcionalidade.

4 OBJETIVO GERAL

Analisar a correlação entre parâmetros da bioimpedância (ângulo de fase, capacitância, resistência e reactância) e coordenação motora em adultos com SD.

4.1 Objetivos específicos

- I. Comparar os valores de ângulo de fase de adultos com e sem Síndrome de Down;
- II. Descrever relação entre parâmetros da bioimpedância (ângulo de fase, capacitância, resistência e reactância) e coordenação motora em adultos com SD;
- III. Descrever relação entre ângulo de fase e o desempenho na tarefa de salto do KTK em adultos com SD.

5 MATERIAIS E METODOS

O estudo se trata de uma pesquisa de campo, com recorte transversal, na qual foram recrutados 42 voluntários. O grupo SD (GSD) foi composto por 22 adultos, de ambos os sexos, com idades entre 18 e 40 anos, atendidos pela APAE – Belém, posteriormente, foi recrutado o grupo de referência (GR), composto por 20 indivíduos com idade, sexo e IMC semelhantes ao GSD, discentes da UFPA - Campus Belém.

Os testes motores e a análise de bioimpedância foram realizados em dias distintos, visto as demandas de cada procedimento. Para a avaliação por bioimpedância, os voluntários foram orientados e não consumir cafeína nas 12h que antecederam a coleta, permanecer em jejum por pelo menos 8h antes da coleta e trajar roupas esportivas, que não contenham metal, no momento da avaliação.

A bateria de testes KTK foi executada na sala de fisioterapia da APAE – Belém, individualmente, para evitar distrações durante a realização das tarefas motoras e a avaliação por bioimpedância foi realizada no Laboratório de Avaliação e Reabilitação das Disfunções Cardiovascular, Oncológica e Respiratória – LACOR/UFPA. Ambas foram conduzidas por membros da equipe de pesquisa previamente treinados para realizar as medidas.

Foram incluídos no estudo participantes com diagnóstico clínico de SD, com autonomia para se locomover com independência, aptos de seguir orientações verbais mínimas para execução dos procedimentos de pesquisa e que não possuíssem diagnósticos de outras síndromes ou transtornos associados a SD. Os voluntários passaram por exames clínicos e avaliação cardiológica precedentes a execução dos testes motores e avaliação por bioimpedância.

Foram excluídos da amostra os sujeitos com SD com diagnóstico de cardiopatia, aqueles que faziam uso de medicação que interfira no desempenho motor, assim como os que relataram disfunções osteomusculares que comprometam a deambulação.

5.1 Aspectos éticos

O estudo foi conduzido em concordância com o Declaração de Helsinque, de acordo com os aspectos éticos em pesquisa com seres humanos, conforme a resolução 466/12 e 580/18 do Conselho Nacional de Saúde. A pesquisa foi aprovada

pelo Comitê de Ética em Pesquisa em Seres Humanos do Instituto de Ciências da Saúde da Universidade Federal do Pará (UFPA) com parecer 6.087.346/2023.

A amostra da pesquisa foi composta pelos voluntários que assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecidos (TCLE) ou cujos pais ou responsáveis legais assinaram o Termo de Assentimento Livre e Esclarecido (TALE), a assinatura ocorreu após a ciência do voluntário de todas as etapas do estudo.

5.2 Avaliação da composição corporal

Os parâmetros de composição corporal foram obtidos em um único dia. Foram coletadas medidas de circunferência de abdômen, quadril e pescoço, altura e peso corporal. A estatura foi medida usando estadiômetro e o peso corporal foi obtido utilizando balança digital.

Para a avaliação por bioimpedância, os voluntários foram orientados a não ingerir, café, chá, chocolate ou medicamentos diuréticos 24h antes da coleta e permanecer em jejum nas 4h que antecedem o teste, podendo ingerir somente água. Para a execução do teste, as informações de estatura, peso e idade, previamente coletadas, foram inseridas no monitor da bioimpedância pelo avaliador. Em seguida, o voluntário esteve deitado, em uma maca, em decúbito dorsal, sem calçado, sem objetos metálicos (cinto, cordão, óculos, chaves e similares), com braços e pernas afastados.

Para o teste de bioimpedância, foram posicionados 2 eletrodos no pé e 2 eletrodos na mão direita do voluntário, posteriormente conectados ao monitor através de um cabo sensor. O equipamento emite uma corrente elétrica de baixa intensidade ($800 \mu\text{A}$ - 50 kHz) que percorre o corpo todo do avaliado. Valores de massa magra, massa gorda, AF, capacitância, resistência e reactância, foram coletados utilizando o aparelho de bioimpedância BIODYNAMICS - modelo 450.

5.3 Avaliação da coordenação motora

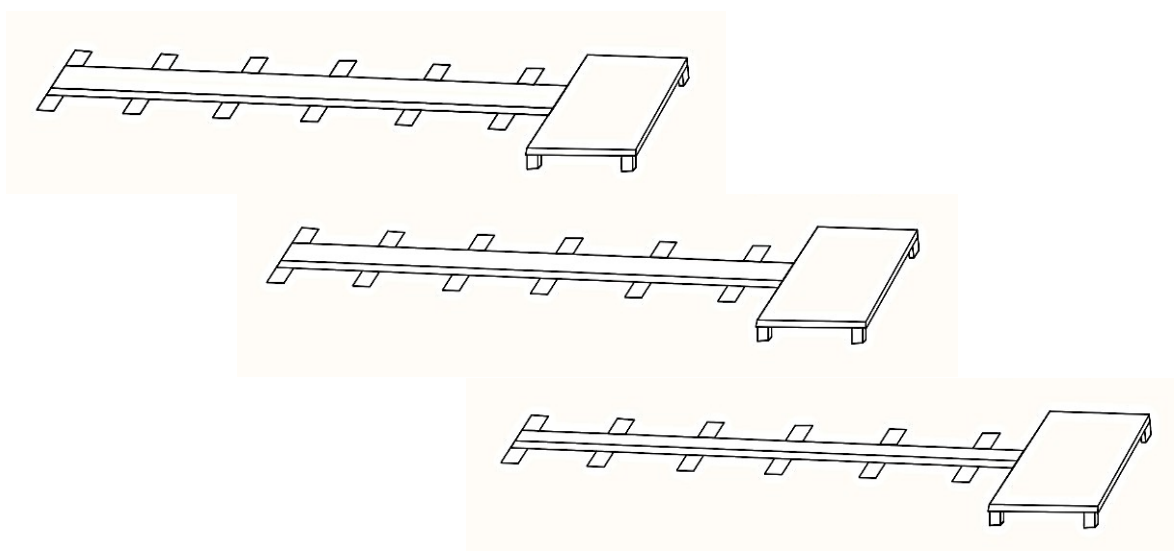
A coordenação motora foi avaliada por meio da bateria de testes KTK. Os voluntários foram orientados a comparecer ao local de coleta bem alimentados e trajando roupa e calçados apropriados para a prática de atividade física. Foi realizada uma familiarização em cada uma das tarefas do teste, antes das tentativas válidas.

A bateria de Teste de Coordenação Corporal KTK é composta por 4 testes cujo objetivo é avaliar capacidades de equilíbrio, saltos e rotação de tronco, que segundo *Kiphard e Schilling* (1974) (Gorla; Araujo; Rodrigues, 2014) integram o construto denominado coordenação motora.

Teste de equilíbrio na trave (figura 2): realizado em três traves de madeira com três metros de comprimento e larguras de três, quatro e meio e seis centímetros. A espessura das traves é padronizada em 3,5 centímetros e estas são posicionadas sobre cinco travessões de 1,5 centímetros (5 x 15cm, largura x comprimento). À frente da trave de equilíbrio é posicionada uma plataforma de madeira de 25 x 25 x 5cm de altura, sobre a qual o voluntário se posiciona de costas para a trave em que irá executar o teste.

Antes do início da tarefa a familiarização é realizada com o voluntário percorrendo a trave frontalmente, partindo da plataforma posicionada à frente da trave. Para cada trave o voluntário realiza uma passagem de familiarização, seguidas de três tentativas válidas. A tentativa é finalizada quando o voluntário toca o pé no chão ou percorre todo o comprimento da trave. A pontuação de todas as tentativas válidas é somada, compondo o score final da tarefa.

Figura 2: Traves de equilíbrio KTK



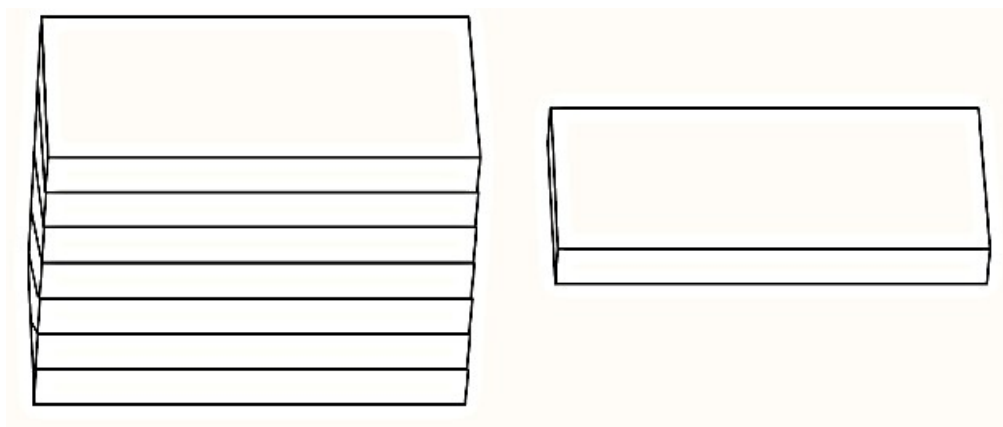
Fonte: Adaptado de (Gorla; Araujo; Rodrigues, 2014)

Para realização da tarefa, o avaliado se posiciona sobre a plataforma de madeira, de frente para a trave de equilíbrio. Ao comando do avaliador o sujeito começa a caminhar para trás sobre a trave colocando um pé de cada vez. São

computados os passos dados sobre a trave sem que o avaliado toque o chão ou os travessões, sendo 8 a pontuação máxima para cada passagem nas traves.

Teste de saltos Monopedais (figura 3). O voluntário faz uma sequência de saltos sobre blocos de espuma (5 x 20 x 60 cm) posicionados à 1,5m do avaliado. A cada salto bem-sucedido é acrescentado um bloco de espuma, o teste é interrompido caso o voluntário erre por três vezes consecutivas na mesma altura. É computada a somatória dos pontos obtidos nas duas pernas (direita e esquerda), sendo considerado 3 pontos por salto correto na primeira tentativa, 2 na segunda e 1 na terceira em cada perna/altura.

Figura 3: Blocos de espuma

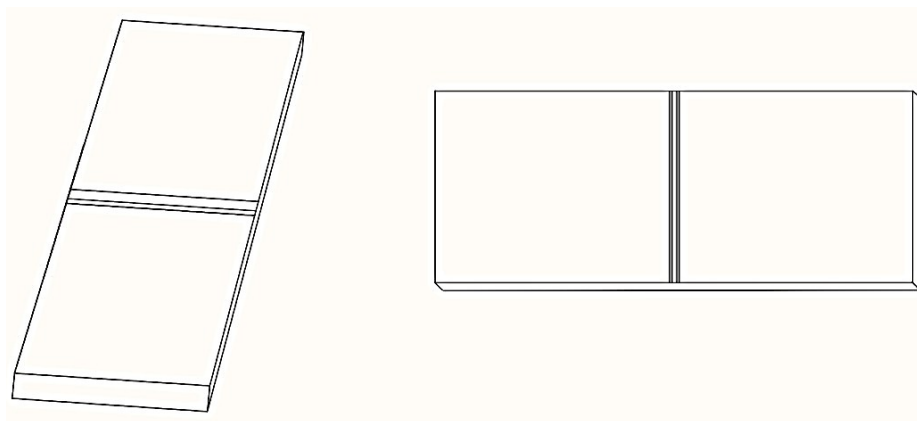


Fonte: Adaptado de (Gorla; Araujo; Rodrigues, 2014)

Para validação da tentativa, o voluntário precisa deslocar-se até o bloco de espuma, saltando com apenas uma das pernas, transpor o obstáculo e realizar mais dois saltos monopedais consecutivos após a transposição. Caso o avaliado toque os dois pés no chão imediatamente após saltar o obstáculo, a tentativa é invalidada.

Teste de saltos laterais (figura 4): É executado sobre uma plataforma de madeira de 100 x 60cm (2 cm de espessura) com um travessão no meio de 2 cm de largura. O teste consiste em realizar o maior número de saltos laterais no tempo de 15 segundos sem tocar o travessão ou o chão ao lado da plataforma. É registrado o número de saltos corretos realizados em duas tentativas válidas.

Figura 4: Plataforma de salto

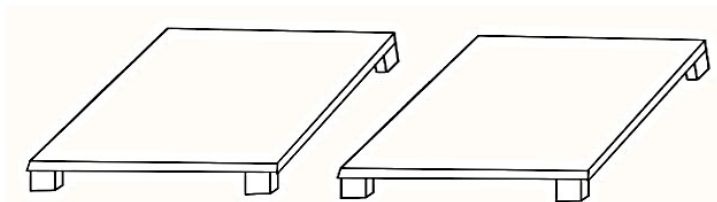


Fonte: Adaptado de (Gorla; Araujo; Rodrigues, 2014)

O salto será validado quando o voluntário realizar o movimento com as pernas unidas e sem tocar no sarrafo divisor da plataforma de saltos. Caso haja erro durante o salto, a tentativa não será finalizada, o voluntário incentivado a finalizar a tarefa realizando o maior número de saltos possível, de forma correta.

Teste de transferência de plataforma (figura 5): Utiliza-se de duas plataformas idênticas às que ficam posicionadas a frente das traves de equilíbrio (descritas no teste de equilíbrio). Ambas são posicionadas lado a lado. O voluntário fica em pé em cima da plataforma e ao sinal do avaliador precisa pegar a plataforma do lado e transferir para o lado oposto, em seguida subir sobre a plataforma recém-transferida. Para a transferência realizada de modo correto é recebido um ponto e para a mudança de plataforma computa-se mais um ponto.

Figura 5: Plataforma de transferência



Fonte: Adaptado de (Gorla; Araujo; Rodrigues, 2014)

Este processo deve ser repetido na maior velocidade, no tempo de 20 segundos. Em duas tentativas válidas o maior número de pontos obtidos é registrado para as análises. O avaliado deve deslocar a plataforma do chão, retirando-a de forma anteroposterior, garantindo que haja rotação de tronco ao longo da tarefa.

Para efeito de análise foram computados os valores brutos de cada tarefa. Foram considerados os scores brutos das quatro tarefas executadas na bateria de testes: Trave (TR), Saltos Monopedais (SM), Saltos Laterais (SL) e Transferência Lateral (TL).

5.4 Procedimentos estatísticos

A amostra foi obtida de modo não probabilístico e não aleatório, levando em conta a disponibilidade do público-alvo desta pesquisa. Os dados foram tabulados em planilha de Excel. As variáveis idade, altura, massa corporal, IMC, AF, capacitância, resistência, reactância e coordenação - scores brutos do KTK e QMG foram tratados utilizando linguagem R. Os dados foram testados quanto sua normalidade, utilizando o teste de Shapiro-Wilk, adotando o valor de $p \leq 0,05$. Após observada a normalidade na distribuição dos dados, foi aplicado o teste de correlação de Pearson (r). Posteriormente foram produzidos modelos de regressão linear entre AF e os scores brutos das tarefas do KTK, estratificados por grupo.

6 RESULTADOS

A amostra do estudo foi composta por 42 voluntários, sendo o GSD formado por 22 indivíduos, 12 do sexo masculino e 10 do sexo feminino, e GR contendo 20 participantes, 12 do sexo masculino e 8 do sexo feminino. Não compuseram a amostra final do estudo os participantes que se adequaram aos critérios de exclusão e aqueles que não finalizaram todas as etapas da pesquisa.

Na tabela 1, observa-se que os grupos foram associados por idade e sexo, apresentando médias etárias semelhantes: os participantes do GSD apresentaram média de $25,3 \pm 4,2$ anos entre os homens e $23,1 \pm 3,5$ anos entre as mulheres, enquanto o GR apresentou $25,6 \pm 4,2$ anos e $23,6 \pm 2,8$ anos, respectivamente.

Em relação à massa corporal, o GSD apresentou médias de $64,1 \pm 11,4$ kg para o sexo masculino e $56,6 \pm 10,0$ kg para o feminino. Já o GR apresentou valores ligeiramente superiores, com médias de $77,6 \pm 14,1$ kg para homens e $63,0 \pm 5,6$ kg para mulheres, evidenciando uma tendência de maior massa corporal entre os indivíduos típicos, sobretudo no sexo masculino.

Tabela 1: Descrição da amostra (n=42)

	Grupo	Sexo	N	Média (DP)
Idade	GSD	Masc	12	$25,3 \pm 4,2$
		Fem	10	$23,1 \pm 3,5$
	GR	Masc	12	$25,6 \pm 4,2$
		Fem	8	$23,6 \pm 2,8$
Massa	GSD	Masc	12	$64,1 \pm 11,4$
		Fem	10	$56,6 \pm 10,0$
	GR	Masc	12	$77,6 \pm 14,1$
		Fem	8	$63,0 \pm 5,6$
IMC	GSD	Masc	12	$26,5 \pm 4,5$
		Fem	10	$28,7 \pm 4,7$
	GR	Masc	12	$27,1 \pm 4,3$
		Fem	8	$24,3 \pm 2,3$

Legenda: GSD: Grupo Síndrome de Down, GR: Grupo Referência.

Quanto ao Índice de Massa Corporal (IMC), os resultados indicaram que os participantes do GSD apresentaram médias de $26,5 \pm 4,5 \text{ kg/m}^2$ (homens) e $28,7 \pm 4,7 \text{ kg/m}^2$ (mulheres), valores classificados, em média, na faixa de sobrepeso, segundo critérios da Organização Mundial da Saúde (OMS). O GR apresentou IMCs médios de $27,1 \pm 4,3 \text{ kg/m}^2$ (homens) e $24,3 \pm 2,3 \text{ kg/m}^2$ (mulheres), indicando perfil mais heterogêneo, com as mulheres apresentando valores próximos ao limite superior da normalidade.

Esses achados sugerem que, embora os grupos tenham sido pareados por variáveis demográficas e antropométricas, pessoas com SD tendem a apresentar composição corporal distinta, com maior proporção de massa gorda, mesmo em níveis de IMC semelhantes — resultado compatível com a literatura (Beck et al., 2021; Bertapelli et al., 2014; Magge et al., 2019).

Na tabela 2, estão expressos os valores de AF referentes ao GSD e GR, que revelam diferenças expressivas entre os grupos. O GSD apresentou média de $6,21 \pm 0,58^\circ$, enquanto o GR apresentou média superior, de $7,42 \pm 0,91^\circ$. Observa-se que, apesar da associação por idade, sexo e IMC, o GR exibiu valores significativamente mais elevados de AF, tanto na média quanto na mediana ($7,55^\circ$ contra $6,15^\circ$ no GSD).

Tabela 2: Valores de ângulo de fase GSD e GR

	Grupo	N	Média	Mediana	Desvio-padrão	Erro-padrão
Ângulo de fase	GSD	22	6,21	6,15	0,58	0,12
	GR	20	7,42	7,55	0,91	0,20

Legenda: GSD: Grupo Síndrome de Down, GR: Grupo Referência.

Houve diferença significativa na comparação dos valores de AF entre GSD e GR, conforme observado na tabela 3. Foi observada diferença significativa ($t = -5,16$; $gl = 40$; $p < 0,001$) entre os grupos. O intervalo de confiança de 95% para a diferença média variou de -1,68 a -0,73, reforçando a robustez do achado.

Tabela 3: Teste t para valores de ângulo de fase entre GSD e GR

		Estatística	gl	p-valor	Intervalo de Confiança a 95%	
					Lim. Inferior	Superior
Ângulo de fase	t de Student	-5,16	40,0	< 0,001	-1,68	-0,734

Legenda: GSD: Grupo Síndrome de Down; GR: Grupo Referência; GL: Graus de liberdade; Lim: Limite.

Os coeficientes de correlação entre os parâmetros coletados na bioimpedância (ângulo de fase, capacitância, resistência e reactância) e valores relativos à coordenação motora, obtidos por meio dos scores brutos do KTK nas tarefas de TR, SM, SL, TL, alcançados pelos voluntários do GSD e GR e união dos grupos estão relatados nas tabelas (4, 5 e 6) a seguir. Para a análise de correlação foi adotado o valor de significância $p \leq 0,05$. Sendo considerado o coeficiente de correlação de Pearson (r), medida da associação linear de duas variáveis quantitativas, no qual valores do coeficiente de correlação variam de -1 a +1.

Na correlação entre as variáveis da composição corporal e scores brutos do KTK, relativos ao GSD (tabela 4), não foi encontrada diferença significativa entre os parâmetros de bioimpedância e coordenação motora correlacionados. No entanto, observada associação fraca ($r = 0,39$) entre a tarefa de saltos monopodais e AF. Também foi percebida associação fraca ($r = 0,31$) entre a tarefa de saltos laterais. Para as demais associações os valores de correlação foram desprezíveis.

Quando observada a matriz de correlação entre as variáveis da composição corporal e scores brutos do KTK, relativos ao GR (tabela 5), também não foi encontrada diferença significativa entre os parâmetros de bioimpedância e coordenação motora correlacionados. Foi observada associação negativa fraca ($r = -0,313$) entre a tarefa de saltos laterais e ângulo de fase.

Para a análise da correlação do agrupamento do GSD e GR foi observada significância entre os parâmetros coletados na bioimpedância (ângulo de fase, capacitância, resistência e reactância) e valores relativos à coordenação motora, obtidos por meio dos scores brutos do KTK nas tarefas de TR, SM, SL, TL.

Legenda: GSD: Grupo Síndrome de Down; GR: Grupo Referência; KTK_TE: Trave de Equilíbrio; KTK_SM: Saltos Monopedais; KTK_SL: Saltos Laterais; KTK_TP: Transferência de Plataforma

Ângulo de fase	Resistência	Reactância	Capacitância	KTK TE	KTK SM	KTK SL	KTK TP	Somatória
----------------	-------------	------------	--------------	--------	--------	--------	--------	-----------

[illegible]

Legenda: GSD: Grupo Síndrome de Down; GR: Grupo Referência; KTK_TE: Trave de Equilíbrio; KTK_SM: Saltos Monopedais; KTK_SL: Saltos Laterais;

	Ângulo de fase	Resistência	Reactância	Capacitância	KTK_TE	KTK_SM	KTK_SL	KTK_TP	Somatória
Ângulo de fase	1	0,74	-0,05	0,65*	0,64*	0,67*	0,56*	0,57*	0,64*
Resistência		1	-0,69	-0,00	0,23	0,27	0,22	0,21	0,24
Reactância			1	0,72	0,36	0,32	0,29	0,32	0,33
Capacitância				1	0,72*	0,71*	0,61*	0,64*	0,79*
KTK_TE					1	0,90	0,88	0,91	0,95
KTK_SM						1	0,95	0,92	0,98
KTK_SL							1	0,94	0,98
KTK_TP								1	0,96

KTK_TP: Transferência de Plataforma

Tabela 6: Matriz de correlação entre variáveis da bioimpedância e scores brutos das tarefas do KTK – GSDe GR (n=42)

Legenda: *R de Pearson $\leq 0,50$; GSD: Grupo Síndrome de Down; GR: Grupo Referência; KTK_TE: Trave de Equilíbrio; KTK_SM: Saltos Monopedais; KTK_SL: Saltos Laterais; KTK_TP: Transferência de Plataforma

Tabela 7: Modelo de regressão considerando associação entre transferência de plataforma, ângulo de fase e grupo

Termo	Variável	Estimativa	Erro padrão	T valor	P-valor
(INTERCEPT)	Transferência de Plataforma	-61,00	34,23	-1,78	0,082
Ângulo de fase	Transferência de Plataforma	7,28	5,37	1,35	0,183
Grupo	Transferência de Plataforma	53,23	20,40	2,60	0,012*
Ângulo de fase x Grupo	Transferência de Plataforma	-4,15	3,07	-1,35	0,183
ESTATÍSTICA					Valor
Erro padrão residual					6,80
R ² residual múltiplo					0,80
R ² ajustado					0,78*
Estatística F					52,18
Graus de liberdade					38

Legenda: * $p \leq 0,05$.

Tabela 8: Modelo de regressão considerando associação entre equilíbrio, ângulo de fase e grupo.

Termo	Variável	Estimativa	Erro padrão	T valor	P-valor
(INTERCEPT)	Equilíbrio	-39,68	52,96	-0,75	0,458
Angulo de fase	Equilíbrio	0,86	8,31	0,10	0,918
Grupo	Equilíbrio	34,05	31,57	1,08	0,287
Ângulo de fase x Grupo	Equilíbrio	1,07	4,75	0,23	0,822
ESTATÍSTICA					Valor
Erro padrão residual					10,53
R ² residual múltiplo					0,83
R ² ajustado					0,82*
Estatística F					62,36
Graus de liberdade					38

Legenda: * $p \leq 0,05$.

Tabela 9: Modelo de regressão considerando associação entre saltos monopedais, ângulo de fase e grupo.

Termo	Variável	Estimativa	Erro padrão	T valor	P-valor
(INTERCEPT)	Saltos Monopedais	-145,18	55,45	-2,61	0,012
Angulo de fase	Saltos Monopedais	15,69	8,70	1,80	0,079
Grupo	Saltos Monopedais	99,16	33,06	2,99	0,004*
Ângulo de fase x Grupo	Saltos Monopedais	-6,59	4,97	-1,32	0,192
ESTATÍSTICA					Valor
Erro padrão residual					11,03
R ² residual múltiplo					0,89
R ² ajustado					0,88*
Estatística F					109,36
Graus de liberdade					38

Legenda: * $p \leq 0,05$

Tabela 10: Modelo de regressão considerando associação entre saltos laterais, ângulo de fase e grupo.

TERMO	Variável	Estimativa	Erro padrão	T valor	P-valor
(INTERCEPT)	Saltos Laterais	-94,50	48,51	-1,94	0,058*
Ângulo de fase	Saltos Laterais	8,46	7,61	1,11	0,273
Grupo	Saltos Laterais	92,90	28,92	3,21	0,002*
Ângulo de fase x Grupo	Saltos Laterais	-5,97	4,35	-1,37	0,178
ESTATÍSTICA					Valor
Erro padrão residual					9,65
R ² residual múltiplo					0,88
R ² ajustado					0,87*
Estatística F					100,81
Graus de liberdade					38

Legenda: * $p \leq 0,05$

7 DISCUSSÃO

Os resultados obtidos neste estudo sugerem fraca associação entre parâmetros da bioimpedância (ângulo de fase e capacitância) e coordenação motora em adultos, mensurado a partir de scores brutos das tarefas do KTK em ambos os grupos. Observou-se associação entre AF e scores da tarefa de saltos monopodais, assim como, capacitância e scores da tarefa saltos laterais, no grupo com todos os voluntários avaliados. No entanto, não houve correlação entre os parâmetros observados para o GSD como esperado para o desfecho.

Os valores reduzidos de AF observados no grupo com SD sugerem menor integridade das membranas celulares, baixa celularidade ativa e possível diminuição da qualidade muscular em comparação aos indivíduos do grupo referência. Essa interpretação está alinhada com a literatura, que associa o AF à condição funcional celular e à quantidade de massa magra metabolicamente ativa (Costa Pereira et al., 2024; Lim; Lim, 2020; Norman et al., 2012).

Em revisão sistemática e metanálise conduzida por Cirillo *et al.*, (2023), foi evidenciada a correlação entre AF e força de membros inferiores, mensurada por meio de salto vertical. Esta associação pode ser explicada, uma vez que, tecidos biológicos permitem a fluidez passiva em diferentes taxas, a depender de sua composição, sendo assim, através da resposta à resistência a corrente elétrica aplicada na membrana lipídica bicamada da célula, é possível estimar qualidade muscular (Sardinha; Rosa, 2023).

A associação entre AF e força de membros inferiores foi percebida tanto em tarefas de salto vertical, de natureza diversas, quanto em tarefas uma repetição máxima (Cirillo *et al.*, 2023). Embora haja na literatura evidências que correlacionem estas variáveis é importante ressaltar, que vários fatores podem influenciar os resultados do AF relativos a bioimpedância, incluindo sexo, idade, peso corporal, altura, massa livre de gordura, anormalidades de hidratação e fluidos, dispositivos, jejum, estado nutricional e condições de inflamação (Pereira *et al.*, 2024).

Com isso, esperava-se que associação entre AF e as tarefas de saltos monopodais e saltos laterais fossem encontradas neste estudo, devido a relação entre AF com integridade da membrana celular, função celular e qualidade muscular (Lim; Lim, 2020) e a relação das tarefas de saltos com a expressão de energia dinâmica das

extremidades inferiores (Kiphard, 1976). Em revisão sistemática e metanálise Pereira *et al.*, (2024) observaram a correlação entre AF e composição muscular, no entanto, os autores observaram que correlação normalmente não controla variáveis potenciais que influenciam no desfecho e portanto, não implica causalidade, exigindo uma interpretação crítica dos achados.

O menor AF pode refletir alterações estruturais e metabólicas características da SD, como hipotonia muscular, menor densidade mitocondrial e disfunções metabólicas, que impactam diretamente a integridade celular e a condutividade elétrica dos tecidos (Ptomey *et al.*, 2022; Sollerhed; Hedov, 2021). Além disso, fatores como níveis reduzidos de atividade física, desequilíbrios nutricionais e presença de comorbidades associadas (por exemplo, hipotireoidismo e resistência à insulina) podem contribuir para a redução do AF observado nesta população. Com isso, acredita-se que outros fatores podem ter interferido nos resultados encontrados em nosso estudo.

Os valores médios de AF obtidos para os grupos masculino e feminino com SD, adequam-se ao esperado para idosos saudáveis, com desenvolvimento típico, que apresentam baixos ou moderados níveis de atividade física, variando entre 5 e 7 (Norman *et al.*, 2012). No entanto, estão abaixo dos valores médios esperados para adultos de 18 a 48 anos, de acordo com revisão sistemática e meta-análise publicada por (Mattiello *et al.*, 2020) que apontam valores médios de AF de 7,3 para homens e 6,4 para mulheres nesta faixa etária.

Estudos sobre o uso de AF ou análise de vetor de impedância bioelétrica derivados da bioimpedância tetrapolar (Pereira *et al.*, 2024) em ambientes ambulatoriais, hospitalares, idosos institucionalizados (Norman *et al.*, 2012), com atletas (Vincenzo *et al.*, 2024) apresentam valores de AF variando entre 5 e 7 para pessoas saudáveis e acima de 8,5 para atletas. Os participantes do GR apresentaram valores de AF compatíveis com os intervalos esperados para adultos saudáveis, variando entre 6,5° e 8°, o que indica boa função celular e equilíbrio entre os compartimentos intra e extracelulares (Lopes, 2022; Sardinha, 2018).

Embora observada diferença significativa para os valores de AF entre GR e GSD, não foi observada correlação significativa entre AF e grupo. Isto pode ser consequência da natureza multissistêmica, que resulta na expressão do construto coordenação motora, haja vista, que este é expresso a partir da interação harmoniosa

entre os sistemas sensorial, neurológico e muscular (Gorla; Araujo; Rodrigues, 2014). Portanto, a observação de somente esta variável parece não ser suficiente para explicar a expressão da coordenação motora.

Adultos com SD que possuíam outros transtornos associados a síndrome não foram incluídos neste estudo, portanto, isto não pode ser considerado como interferência nos resultados encontrados. No entanto, falta de familiaridade de parte dos participantes com as tarefas do KTK, pode ter refletido no baixo desempenho na bateria de testes e por isso resultado na não associação observada. Além disso, fatores confundidores podem ser investigados a fim de melhor explicar a relação entre AF e coordenação motora em adultos com SD, tal como o nível de atividade física e nível aptidão física.

O estudo apresentou algumas limitações, como quanto ao n amostral pequeno, o que pode ter interferido nos resultados expressos. Parte disso, deve-se, a dificuldade dos avaliados do GSD de deslocar-se de forma autônoma para os locais de coleta, levando a perda amostral ao longo da pesquisa. Outro ponto que pode ter influenciado nos resultados, foi a pouca familiaridade de alguns avaliados nas tarefas propostas na bateria KTK.

Estudos futuros podem ser conduzidos utilizando outras baterias de teste para investigar o desfecho proposto neste estudo, tais como: *Bruininks-Oseretsky Test of Motor Proficiency (BOT-2)*, que inclui tarefas como corrida, saltos, arremesso e tarefas de destreza manuais, como desenhar e manipular objetos. Este é eficaz para identificar dificuldades motoras em crianças e adultos, sendo um bom recurso para avaliar o desempenho motor em pessoas com Síndrome de Down (Nocera *et al.*, 2021). O *Test of Gross Motor Development – Version 2 (TGMD-2)* que avalia o desempenho motor, subdividido em tarefas 12 subtarefas, manipulativas e de locomoção. Assim como, a Bateria de Avaliação do Movimento para Crianças (M-ABC) 2a edição, composta por 8 subtestes de habilidades motoras finas e grossas, agrupados em 3 áreas: (1) destreza manual; (2) mira e captura; (3) equilíbrio estático e dinâmico (Alesi *et al.*, 2022).

Cabe ressaltar que estudos futuros, mais robustos, que permitam a validação de parâmetros de avaliação para esta população são de grande valia.

8 CONCLUSÃO

Os resultados deste estudo sugerem correlação entre AF e coordenação motora, no entanto, em adultos com SD esta associação não foi observada. Acredita-se ser necessário a inclusão de outras variáveis que possam melhor explicar a relação supracitada, haja vista que outros fatores podem exercer maior influência sobre a expressão do construto coordenação motora, por conta de sua natureza multissistêmica. Sugere-se que estudos futuros incluam outras variáveis, que compreendam aspectos dos sistemas que interagem para expressão da coordenação motora (senso-neuro-muscular), a fim de conseguir melhor explicar a manifestação deste construto em adultos com SD. Assim como, uma investigação com um grupo mais abrangente de indivíduos.

REFERÊNCIAS

- ALESI, Marianna *et al.* Motor Coordination and Global Development in Subjects with Down Syndrome: The Influence of Physical Activity. **Journal of Clinical Medicine**, v. 11, n. 17, p. 5031, jan. 2022.
- ANTONARAKIS, Stylianos E. *et al.* Down syndrome. **Nature Reviews Disease Primers**, v. 6, n. 1, p. 1–20, 6 fev. 2020.
- ARAÚJO, Débora Gomes de Sousa *et al.* Aspectos nutricionais de portadores de Síndrome de Down: Uma revisão bibliográfica. **Revista Eletrônica Acervo Saúde**, n. 21, p. e562, 12 mar. 2019.
- BAKSH, R. Asaad *et al.* Multiple morbidity across the lifespan in people with Down syndrome or intellectual disabilities: a population-based cohort study using electronic health records. **The Lancet Public Health**, v. 8, n. 6, p. e453–e462, 1 jun. 2023.
- BASILE, Claudia *et al.* Phase angle as bioelectrical marker to identify elderly patients at risk of sarcopenia. **Experimental Gerontology**, v. 58, p. 43–46, 1 out. 2014.
- BECK, V. D. Y. *et al.* Anthropometry does not fully explain low fitness among adults with Down syndrome. **Journal of intellectual disability research: JIDR**, v. 65, n. 4, p. 373–379, abr. 2021.
- BERTAPELLI, Fábio. Desempenho motor de crianças com Síndrome de Down: uma revisão sistemática. 2011.
- BERTAPELLI, Fabio *et al.* Growth curves in Down syndrome: implications for clinical practice. **American Journal of Medical Genetics. Part A**, v. 164A, n. 3, p. 844–847, mar. 2014.
- BERTAPELLI, Fabio *et al.* Body mass index reference charts for the individuals with Down syndrome aged 2-18 years. **Jornal de Pediatria (Versão em Português)**, v. 93, n. 1, p. 94–99, 1 jan. 2017a.
- BERTAPELLI, Fabio *et al.* Body mass index reference charts for the individuals with Down syndrome aged 2-18 years. **Jornal de Pediatria (Versão em Português)**, v. 93, n. 1, p. 94–99, 1 jan. 2017b.
- BERTOLINI, Audrey Andrade. COMPOSIÇÃO CORPORAL POR BIOIMPEDÂNCIA E ANTROPOMETRIA DE IDOSOS LONGEVOS. **São Paulo**, 2016.
- BORGA, Magnus *et al.* Advanced body composition assessment: from body mass index to body composition profiling. **Journal of Investigative Medicine: The Official Publication of the American Federation for Clinical Research**, v. 66, n. 5, p. 1–9, jun. 2018.
- BULL, Marilyn J. Down Syndrome. **New England Journal of Medicine**, v. 382, n. 24, p. 2344–2352, 11 jun. 2020.

CIRILLO, Everton *et al.* Relationship between Bioelectrical Impedance Phase Angle and Upper and Lower Limb Muscle Strength in Athletes from Several Sports: A Systematic Review with Meta-Analysis. **Sports**, v. 11, n. 5, p. 107, 18 maio 2023.

COSTA, Leonardo Trevisan; FREIRE, Fábila. RELAÇÃO ENTRE ÍNDICE DE MASSA CORPORAL E HABILIDADE MOTORA GROSSA DE CRIANÇAS E ADOLESCENTES COM SÍNDROME DE DOWN. v. 13, n. 3, 2014.

COSTA PEREIRA, Jarson Pedro da *et al.* Phase angle as a marker of muscle quality: A systematic review and meta-analysis. **Clinical Nutrition (Edinburgh, Scotland)**, v. 43, n. 12, p. 308–326, dez. 2024.

CUCKLE, Howard; MORRIS, Joan. Maternal age in the epidemiology of common autosomal trisomies. **Prenatal Diagnosis**, v. 41, n. 5, p. 573–583, abr. 2021.

DUREN, Dana L. *et al.* Body Composition Methods: Comparisons and Interpretation. **Journal of diabetes science and technology (Online)**, v. 2, n. 6, p. 1139–1146, nov. 2008.

EICKEMBERG, Michaela *et al.* Bioimpedância elétrica e sua aplicação em avaliação nutricional. **Revista de Nutrição**, v. 24, p. 883–893, dez. 2011.

FOLEY, Charlene; KILLEEN, Orla G. Musculoskeletal anomalies in children with Down syndrome: an observational study. **Archives of Disease in Childhood**, v. 104, n. 5, p. 482–487, 1 maio 2019.

GALLAHUE, David L.; OZMUN, John C.; GOODWAY, Jackie D. **Compreendendo o Desenvolvimento Motor - 7ed: Bebês, Crianças, Adolescentes e Adultos**. [S.l.]: AMGH Editora, 2013.

GEORGE, Rinu *et al.* Exploring A Decade of Research on Down Syndrome: A Bibliometric Analysis. **National Journal of Community Medicine**, v. 15, n. 04, p. 259–267, 1 abr. 2024.

GORLA, José Irineu *et al.* Correlação antropométrica e da coordenação motora em pessoas com deficiência intelectual. **Conexões**, v. 10, n. 2, p. 165–179, 31 ago. 2012a.

GORLA, José Irineu *et al.* Correlação antropométrica e da coordenação motora em pessoas com deficiência intelectual. **Conexões**, v. 10, n. 2, p. 165–179, 31 ago. 2012b.

GORLA, Jose Irineu; ARAUJO, Paulo Ferreira de; RODRIGUES, Jose Luiz. **Avaliação Motora em Educação Física Adaptada: - Teste KTK**. 3ª ed. São Paulo: Phorte Editora LTDA, 2014.

HOBSON-ROHRER, Wendy L.; SAMSON-FANG, Lisa. Down syndrome. **Pediatrics in Review**, v. 34, n. 12, p. 573–574; discussion 574, dez. 2013.

KIPHARD, Ernst J. **Insuficiencias de movimiento y de coordinación en la edad de la escuela primaria**. [S.l.]: Ramón C. Muros y Frauke Hinkelbein, 1976.

KYLE, U. Bioelectrical impedance analysis?part I: review of principles and methods. **Clinical Nutrition**, v. 23, n. 5, p. 1226–1243, out. 2004.

LEE, Dong Hoon; GIOVANNUCCI, Edward L. Body composition and mortality in the general population: A review of epidemiologic studies. **Experimental Biology and Medicine**, v. 243, n. 17–18, p. 1275–1285, dez. 2018.

LIM, Seung-Kyu; LIM, Jae-Young. Phase angle as a predictor of functional outcomes in patients undergoing in-hospital rehabilitation after hip fracture surgery. **Archives of Gerontology and Geriatrics**, v. 89, p. 104060, 1 jul. 2020.

LOPES, Pedro Gabriel Pito. RELAÇÃO DO ÂNGULO DE FASE, COMPOSIÇÃO CORPORAL, EXERCÍCIO FÍSICO E LIPODISTROFIA: UM ESTUDO TRANSVERSAL EM PESSOAS VIVENDO COM HIV. 2022.

LOVEDAY, Sarah J.; THOMPSON, John M. D.; MITCHELL, Edwin A. Bioelectrical impedance for measuring percentage body fat in young persons with Down syndrome: validation with dual-energy absorptiometry. **Acta Paediatrica (Oslo, Norway: 1992)**, v. 101, n. 11, p. e491-495, nov. 2012.

MAGGE, Sheela N. *et al.* Cardiometabolic Risk and Body Composition in Youth With Down Syndrome. **Pediatrics**, v. 144, n. 2, p. e20190137, 1 ago. 2019.

MATTIELLO, Rita *et al.* Reference values for the phase angle of the electrical bioimpedance: Systematic review and meta-analysis involving more than 250,000 subjects. **Clinical Nutrition**, v. 39, n. 5, p. 1411–1417, 1 maio 2020.

MELO, Maria Mafalda; LOPES, Vitor Pires. Associação entre o índice de massa corporal e a coordenação motora em crianças. **Revista Brasileira de Educação Física e Esporte**, v. 27, n. 1, p. 7–13, mar. 2013.

MONTEIRO, Edson André Cestari *et al.* Ângulo de Fase como Marcador de Nutrição e Força Máxima em Atletas de Alto Rendimento. **Revista Pleiade**, v. 12, n. 26, p. 156–164, 2018.

MORES, Giliard *et al.* Relationships between motor performance and body composition of school adolescents. **Journal of Human Growth and Development**, v. 29, n. 1, p. 75–82, 6 maio 2019.

NOCERA, Vincenzo G. *et al.* The Test–Retest Reliability of the Bruininks–Oseretsky Test of Motor Proficiency-Short Form in Youth with Down Syndrome—A Pilot Study. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v. 18, n. 10, p. 5367, 18 maio 2021.

NORMAN, Kristina *et al.* Bioelectrical phase angle and impedance vector analysis – Clinical relevance and applicability of impedance parameters. **Clinical Nutrition**, v. 31, n. 6, p. 854–861, 1 dez. 2012.

PELEMIŠ, Vladan *et al.* Differences and Relationship between Body Composition and Motor Coordination in Children Aged 6–7 Years. **Sports**, v. 12, n. 6, p. 142, jun. 2024.

PEREIRA, Jarson Pedro da Costa *et al.* Phase angle as a marker of muscle quality: A systematic review and meta-analysis. **Clinical Nutrition**, v. 43, n. 12, p. 308–326, 1 dez. 2024.

PTOMEY, L. T. *et al.* Weight status and associated comorbidities in children and adults with Down syndrome, autism spectrum disorder and intellectual and developmental disabilities. **Journal of Intellectual Disability Research**, v. 64, n. 9, p. 725–737, 2020a.

PTOMEY, L. T. *et al.* Weight status and associated comorbidities in children and adults with Down syndrome, autism spectrum disorder and intellectual and developmental disabilities. **Journal of Intellectual Disability Research**, v. 64, n. 9, p. 725–737, 2020b.

PTOMEY, Lauren T. *et al.* Weight loss in adolescents with down syndrome compared to adolescents with other intellectual disabilities enrolled in an 18-month randomized weight management trial. **Frontiers in Pediatrics**, v. 10, 2022a.

PTOMEY, Lauren T. *et al.* Weight loss in adolescents with down syndrome compared to adolescents with other intellectual disabilities enrolled in an 18-month randomized weight management trial. **Frontiers in Pediatrics**, v. 10, 2022b.

RAKO, Kyle; RANADE, Sheena; ALLEN, Abigail. Orthopaedic Management in Down Syndrome. **Journal of the Pediatric Orthopaedic Society of North America**, v. 3, n. 2, p. 283, 1 maio 2021.

SARDINHA, Luís B. Physiology of exercise and phase angle: another look at BIA. **European Journal of Clinical Nutrition**, v. 72, n. 9, p. 1323–1327, set. 2018.

SARDINHA, Luís B.; ROSA, Gil B. Phase angle, muscle tissue, and resistance training. **Reviews in Endocrine & Metabolic Disorders**, v. 24, n. 3, p. 393–414, 2023.

SHCHELYKALINA, S. P. *et al.* Technology of two-dimensional bioimpedance analysis of the human body composition. **Journal of Electrical Bioimpedance**, v. 12, n. 1, p. 17–25, 31 dez. 2020.

SILVA, César Milagres da; BARROS, Thiago da Costa; SILVA, Siomara Aparecida da. A influência da composição corporal na capacidade motora de ingressantes do curso de Educação Física. **ABCS Health Sciences**, v. 45, p. e020019–e020019, 6 out. 2020.

SOLLERHED, Ann-Christin; HEDOV, Gerth. Active Parents–Active Children—A Study among Families with Children and Adolescents with Down Syndrome. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v. 18, n. 2, p. 660, jan. 2021.

SONG, Yi *et al.* Incidence of Down Syndrome by maternal age in Chinese population. **Frontiers in Genetics**, v. 13, p. 980627, 2022.

STRIPPOLI, Pierluigi *et al.* Genetics and genomics of Down syndrome. *In: International Review of Research in Developmental Disabilities*. [S.l.]: Elsevier, 2019. v. 56 p. 1–39.

THOMPSON, James A. Disentangling the roles of maternal and paternal age on birth prevalence of down syndrome and other chromosomal disorders using a Bayesian modeling approach. **BMC Medical Research Methodology**, v. 19, p. 82, 23 abr. 2019.

WEIR, Connor B.; JAN, Arif. BMI Classification Percentile And Cut Off Points. *In*: **StatPearls**. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing, 2024.

ZWIERZCHOWSKA, Anna *et al.* Is body mass index (BMI) or body adiposity index (BAI) a better indicator to estimate body fat and selected cardiometabolic risk factors in adults with intellectual disabilities? **BMC Cardiovascular Disorders**, v. 21, n. 1, p. 119, 2 mar. 2021.