

## The impact of a physical exercise program in the physical fitness and physical activity levels of youth with Down syndrome: A pilot study

O impacto de um programa de exercício físico na aptidão física e nível de atividade física em jovens com Trissomia 21: Um estudo piloto

Lucas Silva<sup>1</sup>, Clarice Martins<sup>2,3</sup> Tânia Bastos<sup>4</sup>,

<sup>1</sup>-Faculdade de Desporto da Universidade do Porto, Porto, Portugal;

<sup>2</sup>-Centro de Investigação em Atividade Física Saúde e Lazer (CIAFEL);

<sup>3</sup>- Laboratório para a Investigação Integrativa e Translacional em Saúde Populacional (ITR) Porto, Portugal;

<sup>4</sup>- Centro de Investigação Formação Inovação e Intervenção em Desporto (CIFID), Faculdade de Desporto da Universidade do Porto, Porto, Portugal. DOI: <https://doi.org/10.54499/UIDB/05913/2020>.

### Abstract

This study aimed to evaluate the impact of a physical exercise program on the physical fitness (i.e., upper limb strength- UPS and lower limb strength – LLS; cardiorespiratory fitness – CF; agility; flexibility) and body composition in youth with Down Syndrome (DS).

The PA level was also characterized in accordance with the specific recommendations for the age group. Nine participants with DS aged from 8 to 20 years (male:  $M=10.8 \pm SD=2.28$ ; female:  $M=15.5 \pm SD= 3.32$ ) were recruited. The intervention program consisted of one week session between 45- to 60-minute during 16 weeks. The ALPHA Battery was used to assess PA. Flexibility was assessed using the Wells Bench Test, and body composition was assessed using bioimpedance. PA level was monitored with an accelerometer. Data analysis used the Wilcoxon signed-rank test and network analysis. The total sample showed significant improvements in BMI, fat mass, FMS, and agility after the intervention ( $p < 0.05$ ). The participants met the PA recommendations.

Keywords: Down syndrome, Strength, Agility, Flexibility, Fat Mass.

### Resumo

Este estudo teve como objetivo avaliar o impacto de um programa de exercício físico na aptidão física (ApF) (i.e., força dos membros superiores e inferiores - FMS/FMI; aptidão cardiorrespiratória – ApC; agilidade; flexibilidade) e composição corporal em jovens com Trissomia 21 (T21). Procurou-se, também, caracterizar o nível de AF, em conformidade com as recomendações específicas para a respetiva faixa etária. Nove participantes com T21 e idades compreendidas entre os 8 e 20 anos (masculino:  $M=10.8 \pm DP=2.28$ ; feminino:  $M=15.5 \pm DP= 3.32$ ) foram recrutados. O programa de intervenção teve duração de 16 semanas, com uma sessão semanal de 45 a 60 minutos. Para a avaliação da ApF, foi utilizada a Bateria ALPHA. A flexibilidade foi avaliada por meio do Banco de Wells e a composição corporal através da bioimpedância. O nível de AF foi monitorado com acelerómetro. Para a análise dos dados utilizou-se, o Teste de Wilcoxon e a análise de Redes. Verificou-se uma melhoria significativa no IMC, massa gorda, FMS, agilidade pós programa ( $p < 0.05$ ). Os participantes cumpriram com as recomendações de AF.

Palavras-Chave: Síndrome de Down, Força, Agilidade, Flexibilidade, Massa Gorda

\*Autor para correspondência

Endereço eletrónico: [contatomiranda123@gmail.com](mailto:contatomiranda123@gmail.com)  
(Lucas Silva)

## Introdução

A Trissomia 21 (T21) consiste numa alteração genética, decorrente da presença de um cromossoma supranumerário 21 (Antonarakis et al., 2020). Estas alterações genéticas ocorrem quando os cromossomas homólogos não se separam adequadamente. Estudos de genética molecular, como o de Antonarakis et al. (2004), elucidam que esta condição pode ocorrer devido a erros na segregação cromossómica, e não é necessariamente herdada dos pais. A grande maioria dos casos resulta de erros na oogénese durante a primeira divisão meiótica materna, e o principal fator de risco é a idade materna avançada na conceção (Coppedè, 2016). Estima-se que a prevalência global da T21 varie entre 1 em cada 1.000 a 1 em cada 10.000 nascimentos vivos, dependendo de fatores como idade materna, práticas regionais de saúde e acesso a serviços de triagem pré-natal (Charleton et al., 2010). Graaf et al. (2022) estimaram que, em 2015, existiam aproximadamente 417.000 pessoas com T21 na Europa e demonstraram uma estabilidade na prevalência de nascidos vivos com T21.

No entanto, uma estimativa global precisa e confiável só pode ser realizada quando os registos de nascimento forem disponibilizados dentro dos países e mais dados estejam disponíveis sobre a sobrevida histórica e atual de indivíduos com T21 em diferentes partes do mundo (Antonarakis et al., 2020).

A T21 está associada a uma diversidade de características cognitivas e motoras (Antonarakis et al., 2020). Silva et al. (2021) descreveram dificuldades no desenvolvimento motor e cognitivo que começam na infância e persistem ao longo da vida. Especificamente ao nível motor, destacam-se atrasos no desenvolvimento de habilidades motoras básicas, como sentar, locomover em posição quadrúpede, bem como dificuldades na coordenação e equilíbrio. Winders et al. (2019) reportaram que crianças com T21 apresentam atrasos significativos em habilidades motoras específicas, como caminhar sem apoio e descer escadas. Nas habilidades motoras finas, o desempenho é inferior ao de crianças com desenvolvimento típico, com progressos mais lentos e menos acentuados. As tarefas que requerem precisão, como escrever e cortar com tesouras, são especialmente desafiadoras devido a características físicas específicas, como dedos curtos e frouxidão dos ligamentos, além de défices no planeamento e controlo motor (Alesi & Battaglia, 2019). A capacidade motora de crianças com T21 é frequentemente marcada por movimentos descoordenados, lentos, variáveis e hesitantes, além de uma baixa habilidade de adaptação às mudanças no ambiente. Esses fatores sublinham a importância de intervenções precoces e contínuas no desenvolvimento motor da população com T21, considerando as necessidades específicas de cada indivíduo e adaptando as atividades às suas capacidades contextuais (Alesi et al., 2022). Os autores citados

anteriormente evidenciam uma relação positiva entre coordenação motora e o desenvolvimento global em indivíduos com T21. De acordo com Charleton et al. (2010), indivíduos com T21 estão sujeitos a um risco elevado de cardiopatias congénitas e apresentam uma diversidade de condições médicas. As comorbilidades frequentemente associadas a esta população incluem: distúrbios cardiovasculares, respiratórios, gastrointestinais, imunológicos e hematológicos, disfunções da glândula tiróide, alterações na visão e na audição, problemas ortopédicos, e distúrbios relacionados com o sistema nervoso, com o crescimento e o desenvolvimento sexual. As convulsões têm uma prevalência de 1 a 13% em crianças, aumentando para 24 a 28% em adultos com mais de 50 anos (Bull & Genetics, 2011). Relativamente ao sistema musculoesquelético, os indivíduos com T21 podem apresentar hipotonia muscular, com a fraqueza ligamentar a impactar a funcionalidade dos pés, o que contribui para a presença de pés planos e alterações no padrão de marcha. A instabilidade atlantoaxial, que afeta 17% dos indivíduos, é caracterizada por uma mobilidade aumentada na articulação entre as duas primeiras vértebras cervicais, C1 (Atlas) e C2 (Axis). As hérnias umbilicais, lordose, cifose e displasia da anca são outras comorbilidades frequentes (Sherrill, 2004).

De acordo com Pitetti et al. (2013), as crianças e adolescentes com T21 apresentam características específicas que os tornam particularmente suscetíveis a limitações na aptidão física (ApF) e baixos níveis de atividade física (AF). Com o crescente reconhecimento da importância da AF para esta população, torna-se cada vez mais evidente a necessidade de implementar programas de preparação física adequados e direcionados às suas necessidades específicas (Kudlacek et al., 2008).

Recentemente, Ballenger et al. (2023) defenderam que programas de exercício físico que incluem exercício aeróbico, treino de força, desportos aquáticos, jogos e intervenções educativas, podem melhorar significativamente a ApF de indivíduos com T21. Especificamente, o treino aeróbico e de força promovem melhorias no consumo máximo de oxigénio, na força muscular e composição corporal. Adicionalmente, as atividades desportivas e recreativas contribuem para melhorias na mobilidade funcional e no desempenho das habilidades diárias.

Especificamente em crianças com T21, Gupta et al. (2011) implementaram durante 6 semanas, um programa de preparação física específico e observaram um impacto significativo na força e no equilíbrio. As crianças do grupo sujeito à preparação física mostraram melhorias substanciais na FMI, com aumentos notáveis na força dos extensores do joelho e dos flexores da anca, em comparação com o grupo de controlo (GC). Além disso, o grupo intervenção também apresentou melhorias consideráveis no equilíbrio.

Do mesmo modo, Shields et al. (2022) investigaram a

eficácia de um programa de exercício para melhorar o funcionamento executivo diário em jovens com T21. Os participantes do grupo experimental (GE) realizaram um programa de 12 semanas, com frequência bissemanal e uma hora de duração. O programa de exercício foi individualizado e incluiu treino aeróbico e força focados no fortalecimento do core. Os resultados demonstraram melhorias significativas nos comportamentos de funcionamento executivo.

Em concordância com os estudos anteriores, Kashi et al. (2023) avaliaram a eficácia de um programa de exercícios físicos na proficiência motora de 36 crianças e adolescentes com T21, divididos aleatoriamente em grupos de intervenção e controlo. O GE participou em sessões de exercício físico duas a três vezes por semana durante 12 semanas. O programa de exercícios incluiu treino aeróbio, força, equilíbrio e flexibilidade, assim como atividades específicas para melhorar a proficiência motora. Os participantes do GE apresentaram melhorias significativas na proficiência motora geral, incluindo destreza manual, força, equilíbrio, coordenação de membros superiores, velocidade e agilidade de corrida. No entanto, o programa não trouxe alterações significativas na coordenação bilateral e precisão motora fina.

De acordo com Kudlacek et al. (2008), embora a eficácia do exercício físico para aprimorar as habilidades motoras e a saúde em crianças com T21 seja amplamente reconhecida, ainda não foi desenvolvido um programa de exercícios abrangente que atenda todas às necessidades específicas desses indivíduos. Além disso, constata-se que professores e cuidadores frequentemente enfrentam dificuldades na escolha dos exercícios mais apropriados.

Por outro lado, van Sluijs et al. (2007) destacam que uma das principais limitações nos programas de intervenção é a curta duração de acompanhamento. Os autores argumentam que a falta de um acompanhamento prolongado limita a avaliação da eficácia das intervenções e impede a observação de benefícios sustentáveis ao longo do tempo.

Apesar das evidências relacionadas com os benefícios do exercício físico na população com T21, as crianças com T21 praticam significativamente menos AF vigorosa e envolvem-se menos quando comparadas com os seus pares típicos (Wentz et al., 2021). Diversas barreiras, tais como falta de apoio social, falta de vontade para praticar atividade física e condições médicas/fisiológicas são alguns dos fatores que justificam os baixos níveis de participação nesta população (Mahy et al., 2010).

Considerando que crianças e adolescentes devem cumprir com o mínimo 60 minutos de atividade física moderada a vigorosa (AFMV) por dia (Liguori & Medicine, 2020; World Health Organization, 2020), é fundamental analisar os níveis de AF neste subgrupo da população.

Assim sendo, o principal objetivo deste estudo foi avaliar o impacto de um programa de exercício físico na ApF e os níveis de AF em crianças e jovens adultos com T21.

Especificamente, pretendeu-se: (i) analisar as melhorias ao longo do tempo nas capacidades de força dos membros superiores e inferiores (FMS/FMI), aptidão cardiorrespiratória (ApC), agilidade, flexibilidade e na composição corporal; e (ii) caracterizar o nível de AF dos participantes, em conformidade com as recomendações específicas para a respetiva faixa etária.

O presente estudo propõe uma intervenção direcionada a crianças e jovens adultos com T21, um grupo etário que, apesar dos estudos mais recentes, continua a requerer investigações adicionais sobre programas de intervenção adequados às suas necessidades. O recurso à acelerometria para a medição dos níveis de AF proporciona uma avaliação objetiva. Para além disso, uma das contribuições inovadoras do estudo consiste na análise de Redes para compreender as relações entre diferentes variáveis, indo além da abordagem tradicional com avaliações pré- e pós-intervenção. A análise de Redes permite representar graficamente interdependências complexas entre variáveis e identificar os principais componentes da estrutura relacional (Hevey, 2018), enriquecendo a compreensão das interações envolvidas.

## Metodologia

### Enquadramento do estudo

O projeto MOVE-TE 21, promovido pela Faculdade de Desporto da Universidade do Porto (FADEUP), é uma iniciativa dedicada à promoção da saúde e bem-estar de crianças, jovens e adultos com T21. O programa de extensão à comunidade oferece aulas gratuitas de exercício físico, adaptadas às necessidades específicas dos participantes, visando a melhoria da sua qualidade de vida. O MOVE-TE 21 tem como objetivo central a promoção de estilos de vida saudáveis e de hábitos de prática de atividade física regular, através do desenvolvimento das diferentes capacidades motoras.

Para além dos benefícios físicos, pretende-se contribuir para o desenvolvimento da autoestima e motivação dos participantes num ambiente inclusivo e de suporte, adaptado às necessidades individuais.

### Crítérios de inclusão

Foi utilizada uma técnica de amostragem por conveniência para selecionar os participantes que atendiam aos seguintes critérios de inclusão: i) participação no projeto “Move-Te 21”; ii) idade entre 7 e 20 anos; iii) assiduidade mínima de 50% nas aulas do programa de intervenção; e iv) obtenção de autorização dos pais ou responsáveis legais mediante consentimento informado.

### Caracterização da pesquisa

O presente estudo caracteriza-se como uma pesquisa quasi-experimental, de caráter longitudinal e de

abordagem quantitativa. Os estudos quasi-experimentais são caracterizados pela ausência de randomização e pela realização de avaliações pré e pós-intervenção. Embora não utilizem GC, permitem estabelecer vínculos causais entre a intervenção e os resultados observados, oferecendo evidências relevantes sobre a eficácia das intervenções, especialmente em contextos em que a randomização não é viável (Eliopoulos et al., 2004), tal como verificado no presente estudo.

#### Participantes

A amostra foi constituída por 12 crianças com T21. Deste grupo inicial, foram excluídas 3 crianças devido a: i) terem idade inferior a 7 anos de idade, e ii) ausência de colaboração durante o processo de avaliação. Assim, a amostra final consistiu em 9 participantes, dos quais 5 eram do sexo masculino e 4 do sexo feminino, com idades entre 8 e 20 anos de idade. Os participantes apresentavam comorbidades associadas, como condições cardíacas, respiratórias, sensoriais, endócrinas e psiquiátricas. Para além disso, faziam uso de diferentes medicamentos e estavam envolvidos em várias formas de terapia, como terapia ocupacional, psicomotricidade e terapia da fala. A maioria participava em atividades recreativas e desportivas, como natação, dança, artes marciais e todos estavam incluídos na escola regular, frequentando as aulas de Educação Física.

#### Instrumentos

##### Medidas antropométricas

Para a recolha dos dados antropométricos utilizou-se a balança de bioimpedância Tanita BF-522W para o peso e o estadiómetro Seca para a estatura. Com esses dados, calculou-se o IMC pela fórmula.

##### Bateria ALPHA

A ApF foi avaliada através da bateria Assessing Levels of Physical Activity (ALPHA). Esta bateria foi desenvolvida para avaliar a ApF relacionada à saúde em crianças e adolescentes, tendo sido validada especificamente para indivíduos com T21 (Tejero-Gonzalez et al., 2013). Os testes que compõem a bateria são de fácil aplicação em diferentes contextos e permitem uma avaliação abrangente dos principais componentes da ApF. A aplicação da bateria ALPHA em populações com T21 demonstrou adequada confiabilidade e consistência dos resultados.

1) Shuttle-run de 20 m (ApC): os participantes correram entre duas linhas de 20 m, seguindo sinais sonoros emitidos por áudio; a velocidade aumentava 0,5 km/h por minuto; o teste terminava quando o participante não atingia a linha final por duas vezes consecutivas ou interrompia por fadiga. O resultado final consiste no número de voltas completas.

2) Força de Preensão Manual (FMS): foi avaliada com

dinamómetro pediátrico ajustável (TKK 5101, Takey); cada participante realizou duas tentativas com cada mão, mantendo o cotovelo estendido e preensão contínua por 2 segundos; o valor final foi a média das maiores forças registadas em kg.

3) Salto Horizontal (FMI): o teste inicia-se com os pés paralelos atrás de uma linha e é realizado em superfície dura e antiderrapante; consiste num salto para a frente onde se procura atingir a maior distância; são realizadas duas tentativas, sendo considerada a melhor marca em centímetros para o resultado final.

4) Teste de 4x10m (Agilidade): são marcadas no solo duas linhas paralelas distantes entre si 10 metros; na linha inicial, colocou-se 1 esponja (B), e na linha oposta, 2 esponjas (A e C); ao sinal, o participante corre até a linha oposta, pega na esponja A e retoma à linha inicial, pousando-a atrás da linha; em seguida, o participante pega na esponja B e transporta-a até a linha oposta, troca-a pela esponja C, e retorna com esta para finalizar o percurso; o tempo total de execução foi registado em segundos; o teste foi repetido duas vezes, sendo considerando o menor tempo para o resultado final; quando o participante não cruzava completamente as linhas com ambos os pés as tentativas em consideradas inválidas.

##### Banco de Wells

A flexibilidade foi avaliada através do teste de Sentar e Alcançar, conforme a bateria Eurofit (Sport, 1988). Para a aplicação, utilizou-se o banco de Wells com referência padronizada de medição. Os participantes sentaram-se no chão, com as pernas estendidas e os pés apoiados contra a caixa. Com as mãos sobrepostas, deslizaram os dedos ao longo da superfície do banco, de modo a alcançar a maior distância. Cada participante realizou três tentativas, sendo considerada a maior distância em centímetros para o resultado final. Foi realizado aquecimento prévio, visto que a precisão do teste pode ser influenciada pela preparação muscular.

##### Acelerómetro

O nível de AF e o comportamento sedentário fora avaliados com recurso ao acelerómetro Actgraph®, modelo wGT3x. O acelerómetro foi utilizado na cintura do participante por um período de oito dias, com frequência de amostragem de 30Hz. Para a validação dos dados foram considerados no mínimo três dias de uso, incluindo pelo menos um dia de fim de semana, e o mínimo de dez horas diárias. Sessenta minutos de zeros consecutivos foram considerados tempo de não uso e foram excluídos do cálculo de tempo total de uso. A redução dos dados foi realizada por meio do software Actlife, versão 6.11.7. Os dados foram descarregados em epochs de 15 segundos e importados para o software Microsoft Excel para processamento adicional. Para o cálculo da intensidade da aceleração foram utilizados os pontos de corte estabelecidos por Evenson et al. (2008), derivados do vetor

magnitude, que é a média resultante do movimento nos três eixos do acelerómetro.

#### Questionário sociodemográfico

Foi elaborado um questionário para caracterizar o perfil dos participantes, incluindo dados pessoais, clínicos e desportivos. O instrumento foi entregue aos pais ou Encarregados de Educação e foram fornecidas orientações claras para o preenchimento. Após um intervalo de uma semana, o questionário e o respetivo Consentimento Informado, foram devolvidos ao investigador.

#### Programa de exercício físico

As avaliações foram realizadas antes e após a intervenção. A fase inicial decorreu durante três semanas, sendo que cada participante realizou uma a duas sessões de testes. A intervenção durou 16 semanas consecutivas, com sessões uma vez por semana e duração aproximada entre 45–60 minutos, realizadas em ambiente controlado nos ginásios da Faculdade de Desporto da Universidade do Porto.

Com base nas observações iniciais e nas diretrizes propostas por Santos et al. (2023), foram implementadas diferentes estratégias de intervenção com o intuito de potenciar a aprendizagem e o envolvimento dos participantes. As estratégias de comunicação e instrução incluíram a demonstração de todos os exercícios, facilitando a compreensão e execução das atividades. Adicionalmente, recorreram-se a estratégias contextuais para promover a autonomia e a motivação, como o uso de música durante as sessões e o fornecimento de feedbacks positivos. Foram ainda definidas regras e rotinas estruturadas, incluindo o registo de assiduidade, a organização dos pertences pessoais e a manutenção de uma sequência fixa das sessões, composta por ativação física, circuito principal e retorno à calma. A parte fundamental foi organizada em formato de circuito por estações, sendo que os participantes realizavam diferentes atividades destinadas ao desenvolvimento de componentes específicas da ApF. A título de exemplo, os exercícios incluíram saltos, deslocamentos em diferentes superfícies (i.e., solo, colchões, espaldar), movimentos de tração, diferentes dinâmicas de corrida, entre outras tarefas de carácter lúdico e funcional.

As cinco primeiras sessões foram dedicadas ao desenvolvimento da FMS e FMI, seguidas de cinco sessões centradas na ApC. Por fim, seis sessões combinando exercícios de força e resistência aeróbica.

Essa progressão foi planeada de forma a preparar gradualmente os participantes para tarefas de maior exigência motora e cardiorrespiratória.

A intensidade dos exercícios foi monitorizada de forma observacional pelos profissionais responsáveis, tendo em conta o nível de esforço, a execução motora e a resposta comportamental dos participantes. Quando necessário, foram realizadas adaptações individuais para garantir que a carga de esforço permanecesse adequada, desafiando os

participantes sem comprometer a segurança ou a motivação.

A abordagem das aulas foi desenvolvida com base a metodologia TARGET descrita por Valentini e Rudisill (2006). A metodologia TARGET consiste num conjunto estruturado de ferramentas, amplamente utilizado em intervenções educacionais para criar um clima de proficiência em ambientes de aprendizagem. O principal objetivo dessa abordagem é estimular a motivação intrínseca dos participantes, enfatizando a importância do processo de aprendizagem. A implementação desta estrutura em ambientes educacionais é fundamental para o desenvolvimento de atitudes positivas em relação à aprendizagem, além de fomentar a autonomia e aumentar a perceção de habilidade e competência dos participantes. TARGET é uma sigla que descreve seis componentes essenciais para a promoção de um clima de excelência: Tarefa (Task): refere-se à natureza das tarefas propostas aos participantes, priorizando atividades desafiadoras e significativas que promovam a compreensão profunda e o desenvolvimento de habilidades; Autoridade (Authority): relaciona-se com a distribuição do poder de decisão entre professores e participantes, incentivando a autonomia e permitindo que os estudantes assumam um papel ativo em seu próprio processo de aprendizagem; Reconhecimento (Recognition): trata a forma como o reconhecimento e as recompensas são distribuídos, enfatizando o esforço individual e o progresso pessoal em vez de comparações com outros participantes; Agrupamento (Grouping): refere-se ao modo como os participantes são organizados para atividades de aprendizagem, preferindo grupos que incentivem a cooperação e a colaboração; Avaliação (Evaluation): envolve os métodos de avaliação, com foco no progresso individual e na aprendizagem contínua, em vez de meros resultados comparativos, e Tempo (Time): refere-se à gestão do tempo durante a instrução e execução de tarefas, respeitando o ritmo individual de aprendizagem dos participantes e garantindo tempo suficiente para a prática e aprimoramento.

#### **Considerações éticas**

A condução deste estudo de investigação seguiu o cumprimento das normas éticas e científicas vigentes na Declaração de Helsínquia para pesquisa em seres humanos. Todos os participantes participaram de forma voluntária, sem qualquer coerção ou obrigação, e foram informados de que poderiam se retirar do estudo a qualquer momento, sem prejuízo algum. Foram tomadas todas as medidas necessárias para evitar desconforto físico ou psicológico, assegurando o bem-estar dos participantes durante toda a investigação. Os responsáveis legais pelos participantes foram informados sobre todos os aspetos relevantes do estudo e receberam o Termo de Consentimento Informado. Após uma leitura cuidadosa e o devido esclarecimento de todas as questões e dúvidas, os responsáveis procederam à assinatura do documento,

formalizando a autorização para a participação de seus filhos ou dependentes sob sua responsabilidade.

### Análise estatística

Foi utilizado o Software Statistical Package for the Social Sciences (SPSS), versão 28.0. No que se refere à estatística descritiva calculou-se a média, mediana e desvio-padrão. Devido ao reduzido tamanho amostral, foi realizado o Teste de Wilcoxon para explorar as diferenças entre os dois momentos de avaliação (pré e pós-programa). O nível de significância definido foi  $p < 0.05$ .

O efeito da intervenção nas variáveis analisadas foi calculado utilizando a técnica de Aprendizado de Máquina intitulada Análise de Redes, tendo sido criadas quatro redes, duas referentes aos resultados nos momentos pré e pós intervenção para as crianças, e outra duas para adolescentes e jovens adultos. Esta técnica visa estabelecer relações através de múltiplas interações entre variáveis a partir de representações gráficas (Epskamp et al., 2012).

O algoritmo “Fruchterman-Reingold” foi aplicado para que os dados fossem apresentados no espaço relativo em que as variáveis com associações mais fortes permanecem juntas e as variáveis menos fortemente associadas são afastadas umas das outras (Fruchterman & Reingold, 1991). O modelo de campo pareado aleatório de Markov foi utilizado para melhorar a precisão da rede de correlação parcial, que foi estimada a partir da regressão de vizinhança regularizada L1. O operador de menor contração e seleção absoluta foi utilizado para obter regularização e tornar o modelo menos esparso (Friedman et al., 2007). O parâmetro EBIC foi ajustado para 0.5 para criar redes com maior parcimônia e especificidade (Foygel & Drton, 2010). Nas representações gráficas, as linhas azuis representam

associações positivas e as linhas vermelhas representam associações negativas. A espessura e a intensidade da cor das linhas representam a magnitude das associações. Para quantificar a importância de cada variável nas redes criadas, foi calculado o índice de centralidade “Influência Esperada”, que consiste na soma de todos os caminhos/pesos de aresta possíveis que conectam uma variável à outra. Por fim, foi calculada a esparsidade de cada uma das redes, no sentido de indicar possíveis alterações na densidade das redes nos momentos pré e pós intervenção. As análises foram realizadas no JASP (0.9.2; Universidade de Amsterdão).

### Resultados

Os resultados foram organizados em diferentes níveis de análise, em função das características da amostra. Assim, apresenta-se inicialmente uma análise geral dos dados pré e pós-intervenção, englobando todos os participantes.

Seguidamente, apresentam-se os momentos pré e pós intervenção por grupo de crianças e jovens/adultos. A Tabela 1 apresenta as diferenças pré e pós-intervenção nas variáveis de composição corporal, ApF e nível de AF da amostra total. Observaram-se diferenças estatisticamente significativa na Altura ( $p=0.026$ ), IMC ( $p=0.028$ ) e Massa Gorda (MG) ( $p=0.015$ ), indicando que os participantes diminuíram o IMC e a MG após o programa.

Em relação à ApF, verificaram-se melhorias significativas na FMS ( $p=0.035$ ) e na Agilidade ( $p=0.028$ ), demonstrando ganhos de força e melhor agilidade após o programa. Quanto ao nível de AF, não foram observadas diferenças estatisticamente significativas. Contudo, identificou-se uma tendência positiva, marcada pela redução do tempo em atividades sedentárias e pelo aumento do tempo em AFMV após a intervenção.

Tabela 1 - Análise comparativa da amostra total de participantes com Trissomia 21 dos parâmetros de composição corporal, aptidão física e nível de atividade física: avaliação pré e pós-intervenção

Variáveis Amostra Total (n=9)	Pré-Intervenção $\bar{x} \pm DP$	Me	Pós-Intervenção $\bar{x} \pm DP$	Me	Z	p
Peso	40.8±13.7	44.4	41.0±13.4	46.4	-0.652	0.514
Altura	1.34±0.1	1.32	1.36±0.1	1.36	-2.232	<b>0.026</b>
IMC	22.2±5.5	20.0	21.8±5.5	20.1	-2.192	<b>0.028</b>
Massa Gorda (kg)	23.3±12.1	20.0	22.3±12.4	17.2	-2.437	<b>0.015</b>
ApC (nº de voltas)	6.9±3.4	7.0	8.1±6.2	5.00	-1.511	0.131
Força MS (kgf)	12.1±5.8	10.8	12.7±6.9	12.0	-2.111	<b>0.035</b>
Força MI (cm)	71.0±36.9	71.0	78.8±33.5	72.0	-1.540	0.123
Agilidade (s)	24.3±10.9	21.5	21.5±7.5	21.7	-2.192	<b>0.028</b>
Flexibilidade (cm)	31.1±5.6	32.0	31.9±4.6	32.0	-0.362	0.717
AF Sedentária	436.4±124.1	401.2	363.8±142.5	327.9	-0.943	0.345
AF Leve	125.8±44.9	118.6	118.6±40.0	118.5	-0.314	0.753
AF Moderada a Vigorosa	162.8±71.4	157.1	176.1±86.2	174.3	-0.943	0.345

Nota: M (média); DP (desvio-padrão); Me (mediana); Z (valor de Wilcoxon); p (nível de significância); IMC: índice de massa corporal; kg: quilograma; ApC: aptidão cardiorrespiratória; MS: membros superiores; kgf: quilograma força; MI: membros inferiores; s: segundos; cm: centímetro; AF: atividade física.

A Tabela 2 apresenta as diferenças pré e pós-intervenção nas variáveis de composição corporal, ApF e nível de AF na amostra de crianças. Não foram observadas diferenças estatisticamente significativas, mas verificou-se uma tendência para a redução da MG após a intervenção. Relativamente ao desempenho da ApF, todos os testes de

ApF melhoraram, com a exceção da flexibilidade. Quanto ao nível de AF, verificou-se uma redução do tempo em atividades sedentárias e o aumento do tempo em AFMV, refletindo tendências semelhantes às observadas na amostra total.

Tabela 2 - Análise comparativa do grupo das crianças com Trissomia 21 dos parâmetros de composição corporal, aptidão física e nível de atividade física: avaliação pré e pós-intervenção

Variáveis Crianças (n=3)	Pré-Intervenção $\bar{x} \pm DP$	Me	Pós-Intervenção $\bar{x} \pm DP$	Me	Z	p
Peso	26.0±3.6	24.6	26.4±3.3	25.7	-1.069	0.285
Altura	1.2±0.04	1.21	1.24±0.05	1.23	-1.633	0.102
IMC	17.5±1.23	16.8	17.0±0.70	17.0	-2.192	0.285
Massa Gorda (kg)	18.5±1.62	18.8	16.5±0.8	16.6	-2.437	0.109
ApC (nº de voltas)	3.7±1.15	3.0	4.0±1.0	4.0	-1.511	0.317
Força MS (kgf) (n=2)*1	8.5±2.1	8.5	10.3±3.2	8.0	-1.342	0.180
Força MI (cm)	34.7±18.0	44.5	47.0±1.7	46.0	-1.540	0.109
Agilidade (s)	26.5±3.3	27.4	24.6±3.7	23.3	-2.192	0.109
Flexibilidade (cm)	28.0±9.2	30.0	27.3±3.1	28.00	-0.362	0.785
AF Sedentária	401.2±1.3	401.2	230.7±33.5	230.7	-0.943	0.180
AF Leve	131.1±6.4	131.1	116.4±13.5	116.4	-0.314	0.180
AF Moderada a Vigorosa	234.5±50.4	234.5	282.0±42.4	282.0	-0.943	0.180

Nota: M (média); DP (desvio-padrão); Me (mediana); Z (valor de Wilcoxon); p (nível de significância); IMC: índice de massa corporal; kg: quilograma; ApC: aptidão cardiorrespiratória; MS: membros superiores; kgf: quilograma força; MI: membros inferiores; s: segundos; cm: centímetro; AF: atividade física; \*1 – foram considerados apenas os participantes que completaram o teste com sucesso.

No grupo de crianças, no momento T0 (painel A), a variável que apresentou a maior influência esperada foi a força dos MI (1.629). Essa variável demonstrou uma correlação forte e positiva com a força dos MS ( $r=0.750$ ) e a flexibilidade ( $r=0.811$ ). A esparsidade da rede foi de 0.464. No momento T1, a variável com maior influência esperada passou a ser a flexibilidade (1.763). Essa variável demonstrou uma

correlação forte e positiva com a força dos MS ( $r=0.819$ ) e com a agilidade ( $r=0.804$ ). No entanto, as correlações com a MG ( $r=0.248$ ) e a força dos MI ( $r=0.264$ ) foram fracas. A esparsidade da rede no momento T1 foi de 0.357, indicando uma maior densidade da rede quando comparada ao momento T0.

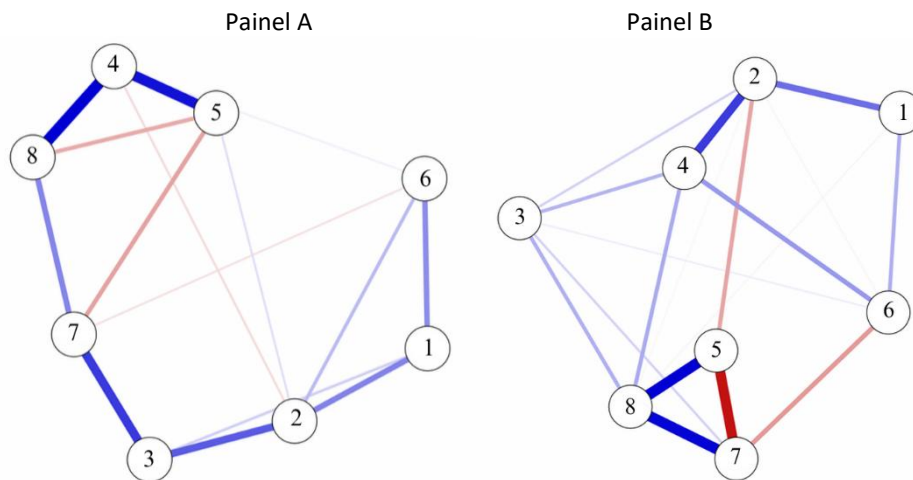


Figura 1. Rede de correlações do grupo das crianças entre as variáveis: idade, IMC, MG, FMI, FMS, ApC, agilidade e flexibilidade antes (T0) e após (T1) a intervenção.

Nota 1: idade; 2: índice de massa corporal (IMC); 3: massa gorda (MG); 4: força dos membros inferiores (FMI); 5: força dos membros superiores (FMS); 6: aptidão cardiorrespiratória (ApC); 7: agilidade; 8: flexibilidade.

A Tabela 3 apresenta as diferenças nas variáveis composição corporal, ApF e nível de atividade física nos momentos pré e pós-intervenção na amostra de adolescentes e jovens adultos, tendo-se verificado apenas uma redução significativa do IMC ( $p = 0.046$ ). Nas restantes variáveis não se verificaram diferenças significativas. No entanto, destacam-se tendências positivas relacionadas

com a melhoria do desempenho em todos os testes de ApF, após a intervenção.

Por último, no que diz respeito às variáveis relacionadas com o nível de AF, verificou-se uma diminuição do tempo gasto em atividades sedentárias e o aumento do tempo gasto em AFMV após o programa de intervenção, tal como na amostra total e no grupo de crianças.

Tabela 3 - Análise comparativa do grupo dos adolescentes e jovens adultos com Trissomia 21 dos parâmetros de composição corporal, aptidão física e nível de atividade física: avaliação pré e pós-intervenção

Variáveis Adolescentes/ Jovens adultos (n=6)	Pré-Intervenção		Pós-Intervenção		Z	p
	$\bar{x} \pm DP$	Me	$\bar{x} \pm DP$	Me		
Peso	48.2±9.8	51.2	48.4±9.4	50.0	-0.314	0.753
Altura	1.4±0.07	1.4	1.4±0.07	1.4	-0.1604	0.109
IMC	24.5±5.3	25.3	24.1±5.3	25.0	-1.992	<b>0.046</b>
Massa Gorda (kg)	25.7±14.6	30.3	25.2±14.7	30.0	-1.892	0.058
ApC (nº de voltas)	8.8±2.8	10.0	10.2±6.8	11.0	-1.289	0.197
Força MS (kgf)	13.5±6.3	12.3	15.1±6.7	13.8	-1.682	0.093
Força MI (cm)	92.8±25.2	86.0	97.8±27.3	10.2	-0.944	0.345
Agilidade (s)	23.3±13.4	17.1	19.9±8.7	15.6	-1.782	0.075
Flexibilidade (cm)	32.7±2.9	33.0	34.2±3.4	33.5	-0.647	0.518
AF Sedentária	454.1±156.3	413.7	408.2±136.9	348.2	-0.365	0.715
AF Leve	123.2±57.6	103.3	119.3±46.9	119.4	-0.730	0.465
AF Moderada a Vigorosa	126.9±50.1	143.0	140.8±63.4	130.3	0.000	1.00

Nota: M (média); DP (desvio-padrão); Me (mediana); Z (valor de Wilcoxon); p (nível de significância); IMC: índice de massa corporal; kg: quilograma; ApC: aptidão cardiorrespiratória; MS: membros superiores; kgf: quilograma força; MI: membros inferiores; s: segundos; cm: centímetro; AF: atividade física.

No grupo de adolescentes e jovens adultos, no momento T0 (painel C), o IMC apresentou a maior influência esperada (1.325). Essa variável mostrou associações

positivas, especialmente com a MG ( $r=0.736$ ) e a flexibilidade ( $r=0.501$ ). A esparsidade da rede foi de 0.821. No momento T1 (painel D), o IMC manteve-se como a

variável com a maior influência esperada (2.053). Nesse momento, verificaram-se correlações positivas com a MG

( $r=0.866$ ) e a flexibilidade ( $r=0.844$ ). A esparsidade da rede em T1 diminuiu para 0.786 (Figura 2).

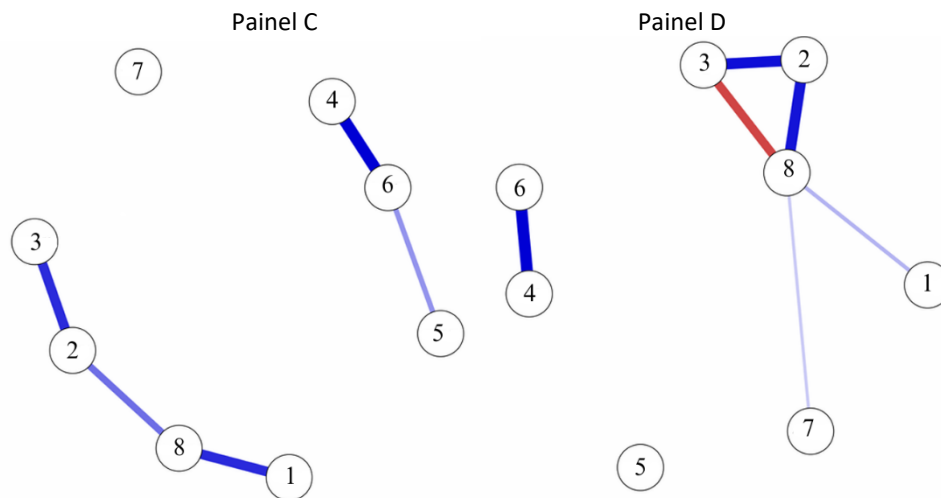


Figura 2. Rede de correlações do grupo dos adolescentes e jovens adultos entre as variáveis: idade, IMC, MG, FMI, FMS, ApC, agilidade e flexibilidade antes (T0) e após (T1) a intervenção

Nota 1: idade; 2: índice de massa corporal (IMC); 3: massa gorda (MG); 4: força dos membros inferiores (FMI); 5: força dos membros superiores (FMS); 6: aptidão cardiorrespiratória (ApC); 7: agilidade; 8 flexibilidade.

## Discussão

Este estudo teve como objetivo avaliar o impacto de um programa de exercício físico na ApF e nos níveis de AF de jovens com T21. A pertinência está fundamentada nas evidências da literatura que, de uma forma geral, destaca limitações nas capacidades físicas na população com T21, incluindo baixa ApC e muscular, além de maior prevalência de sobrepeso e obesidade (Pitetti et al., 2013). Assim sendo, é fundamental investigar fatores determinantes e formular estratégias de promoção da ApF e AF em crianças, adolescentes e jovens adultos com T21, sendo que o presente estudo surge como uma tentativa de colmatar as lacunas identificadas na literatura de referência nesta área.

De uma forma geral, os resultados apontam para uma melhoria estatisticamente significativa no IMC, MG, FMS e na agilidade dos participantes. No que se refere o nível de AF, em ambos os momentos de avaliação, os participantes cumpriam com as diretrizes de AF ( $\geq 60$  minutos de AFMV diária) (Liguori & Medicine, 2020; World Health Organization, 2020). As análises de redes revelaram que as redes A e B, no grupo das crianças, apresentaram um maior número de conexões em comparação com as redes C e D dos adolescentes e jovens adultos.

### Medidas Antropométricas

O programa de intervenção teve impacto positivo em variáveis antropométricas relevantes para a saúde física da população com T21. Na amostra total verificou-se redução do IMC e da MG, e na subamostra de adolescentes o IMC

também diminuiu. Contudo, é importante destacar que os participantes se encontram numa faixa etária em que o crescimento natural influencia a estatura e o peso, podendo repercutir-se no IMC. Além disso, a ausência de um GC não permite determinar se as mudanças ocorridas resultam exclusivamente da participação no programa. Por outro lado, constatou-se que a maioria dos participantes estavam envolvidos em atividades desportivas e terapêuticas, o que também podem ter contribuído para o desenvolvimento motor.

Apesar destas limitações, os resultados estão em concordância com estudos prévios. Por exemplo, Seron et al. (2014) compararam os efeitos do exercício aeróbio e do exercício resistido na composição corporal de adolescentes com T21, divididos em três grupos: grupo de treino aeróbio (GTA) ( $n=16$ ), grupo de treino resistido (GTR) ( $n=15$ ) e GC ( $n=10$ ). O programa teve duração de 12 semanas, frequência de três vezes por semana para o GTA e duas para o GTR, com sessões de 50 minutos. Os resultados mostraram redução significativa do IMC apenas no GTA, enquanto o percentual de gordura permaneceu estável no GTA e GTR, mas aumentou no GC.

Por outro lado, González-Aguero et al. (2011) e Suarez-Villadat et al. (2019), alertaram para a influência de fatores não controlados em estudos de intervenção, como ingestão alimentar e nível de AF. No presente estudo, os hábitos alimentares também não foram controlados, o que poderá ter interferido nos resultados. Um estudo longitudinal de Pino-Valenzuela e Benavides-Roca (2023) acompanhou 16 pessoas com T21 durante uma década e verificou um aumento significativo da percentagem de gordura e uma tendência negativa nas variáveis antropométricas e físicas. Estes resultados reforçam a

relevância de programas de intervenção contínuos e estruturados para mitigar tais efeitos.

### Aptidão Física

Após o programa de exercício físico, foram verificadas melhorias significativas na FMS e agilidade, além da tendência favorável nas demais capacidades. Em ambos os subgrupos, ainda que sem diferenças significativas, também se observou uma evolução positiva. Wang et al. (2012) implementaram um programa de 10 semanas, 3 vezes por semana, em 65 crianças com T21 e obtiveram resultados similares. O GE apresentou ganhos relevantes na função cardiopulmonar, força muscular e composição corporal, enquanto o GC teve declínio da força muscular. Importa, também, destacar que os participantes eram fisicamente inativos antes da intervenção, situação que não se verificou no presente estudo o que também poderá ter influenciado os resultados.

Kashi et al. (2023) avaliaram 36 crianças e adolescentes com T21 que participaram num programa de exercício físico durante de 12 semanas e frequência de duas a três vezes por semana. O GE melhorou significativamente a proficiência motora, destreza manual, força, equilíbrio, coordenação, velocidade e agilidade. Os autores realçam que os programas individualizados e contínuos favorecem ganhos maiores. No entanto, Suarez-Villadat et al. (2019) acompanharam indivíduos com T21 por dois anos e não observaram melhorias significativas na ApF, enquanto o grupo sem T21 manteve desempenho superior em todos os componentes, sugerindo que não parece existir um consenso sobre a longevidade dos programas de intervenção. De forma geral, observa-se alguma disparidade metodológica na literatura da área, quanto ao tamanho das amostras, frequência semanal e monitorização da AF fora das sessões, tornando difícil da comparação entre estudos especificamente ao nível da força muscular, Lin e Wuang (2012) argumentam que, embora os adolescentes típicos precisem de 12 semanas para ganhos consistentes, jovens com T21 podem apresentar progressos em 4 a 8 semanas, devido ao recrutamento neural. No presente estudo, a combinação de treino de força com outros componentes de ApF durante 16 semanas mostrou-se eficaz para a FMS. Por seu lado, Gupta et al. (2011) implementaram um programa de seis semanas e frequência trisemanal com 23 crianças e constataram que o GE obteve melhorias na FMI e equilíbrio em comparação ao GC. Estes dados sugerem que treinos mais específicos e frequentes podem otimizar determinados componentes da ApF.

De modo geral, as evidências apontam para ganhos eficazes de força em pessoas com T21 com uma frequência mínima de três sessões semanais. No entanto, em relação a outras componentes, como a ApC, os desafios são maiores, devido a fatores fisiológicos e clínicos. Por exemplo, no presente estudo, a maioria dos participantes

apresentava histórico de cirurgias cardíacas, baixo tónus muscular e problemas respiratórios, como bronquite e asma, condições que limitam o desempenho físico (Charleton et al., 2010). Por outro lado, o desenvolvimento da agilidade em indivíduos com T21 é complexo devido às limitações motoras características desta população (Winders et al., 2019). Regaieg et al. (2020) compararam programas de jogos e de educação física adaptada em 28 crianças com T21. Após 10 semanas, ambos os programas conduziram a melhorias nas habilidades locomotoras, mas apenas o grupo que abordou os jogos apresentou uma evolução significativa no controle de objetos associado à agilidade. Este resultado sugere que as abordagens lúdicas podem ser mais eficazes e sustentam a perspectiva de que as atividades desportivas e sociais contribuem para a inclusão e bem-estar na população com T21 (Abd El-Hady et al., 2018).

Em síntese, os programas estruturados de exercício físico, com frequência regular e metodologias adaptadas, mostram-se eficazes na melhoria de diferentes componentes da ApF em crianças e jovens com T21. Contudo, fatores fisiológicos, clínicos e metodológicos devem ser considerados no desenho de futuras intervenções, visando promover ganhos equilibrados na força, agilidade, coordenação e aptidão cardiorrespiratória, essenciais para a autonomia e qualidade de vida desta população.

### Níveis de Atividade Física

No que se refere aos níveis de atividade física, os participantes deste estudo cumpriram e ultrapassaram as recomendações internacionais, que indicam pelo menos 60 minutos diários de AFMV e redução do comportamento sedentário (Liguori & Medicine, 2020; World Health Organization, 2020). No entanto, estudos anteriores sugerem que o cumprimento dessas diretrizes nem sempre promove melhorias expressivas na ApF de indivíduos com T21.

Izquierdo-Gomez et al. (2015) observaram em 100 adolescentes com T21, que a AF não se associa diretamente à gordura corporal. Por outro lado, indicaram que o nível de AF não foi prospectivamente associado à aptidão muscular quando estudaram 92 adolescentes com T21. Estas evidências corroboram os resultados do presente estudo, nos quais os participantes, apesar de cumprirem as recomendações de AF, não apresentaram melhorias significativas em várias componentes da ApF. Por outro lado, os elevados níveis de AFMV observados podem estar relacionados com a participação nas aulas de Educação Física escolar e nas atividades terapêuticas complementares, destacando a importância de oportunidades e contextos para aumentar os níveis de AF. Esses fatores sugerem que o ambiente educativo e atividades extracurriculares podem influenciar positivamente o comportamento ativo em jovens com T21.

No entanto, a nível metodológico também é necessário considerar possíveis sobrestimações nos dados obtidos por acelerometria, devido à captura de movimentos involuntários ou de baixa intensidade, como balanço dos MS ou ajustes posturais, que podem ter sobrestimado os registos de AFMV, indicando níveis superiores aos efetivamente realizados.

### Análises de redes

Relativamente à análise de Redes, importa destacar que mais conexões foram encontradas no grupo das crianças do que no grupo de adolescentes e jovens adultos, o que pode indicar uma maior capacidade de modificação das variáveis nesta faixa etária, sugerindo que quanto mais precocemente forem iniciados os programas de intervenção, maior será a probabilidade de se conseguir alterar o perfil de associação entre essas variáveis. No grupo dos adolescentes e jovens adultos, também se observou um efeito positivo, já que a rede D, embora com menos conexões do que as redes observadas nas crianças, apresentou mais conexões do que a rede C.

Até à data, não temos conhecimentos de estudos prévios que tenham utilizado esta metodologia para explorar os efeitos de um programa de exercício físico em pessoas com T21. No entanto, o estudo de Salami et al. (2024) que teve como objetivo avaliar as associações entre maturação biológica, idade cronológica, sexo, IMC e competência motora (CM) em crianças, utilizou a análise de Redes para identificar as interações e influências entre as diferentes variáveis relacionadas a CM. Essa abordagem permitiu visualizar como as habilidades motoras estão conectadas e quais delas têm maior impacto entre si. O referido estudo constatou que a idade cronológica pode ser o fator mais significativo para o desenvolvimento das habilidades motoras, além de ser importante compreender o contexto sociocultural em que as crianças estão inseridas para a implementação e eficácia de intervenções.

Adicionalmente, o estudo de Souza et al. (2023) sugere que há uma baixa adesão de crianças em idades pré-escolares às recomendações de comportamento de movimento ao longo de 24 horas, especialmente em crianças socialmente vulneráveis e baixo estatuto socioeconómico. A ApC e a adesão às recomendações de comportamento de movimento são variáveis centrais, sugerindo que intervenções que melhorem esses aspetos podem ter um impacto positivo significativo na saúde e no desenvolvimento motor das crianças. Os autores referidos anteriormente sugerem, ainda, que pesquisas futuras devem adotar desenhos longitudinais para entender melhor a evolução das associações entre os comportamentos de movimento, a ApF e os marcadores de adiposidade ao longo do tempo. Também foi recomendado que sejam explorados outros fatores correlatos, como comportamentos nutricionais e influências ambientais, para obter uma compreensão mais

abrangente das interações que afetam a obesidade infantil. Especificamente, destacou-se a importância de avaliar intervenções em ambientes naturais para validar a eficácia das recomendações de movimento de 24 horas nas práticas quotidianas das crianças. Por último, é sugerido que a infância é uma fase crítica para a modificação das variáveis relacionadas à saúde (Salami et al., 2024; Souza et al., 2023), corroborando com as intenções do presente estudo ao enfatizar a importância de iniciar programas de intervenção precocemente. Este fator não apenas promove um melhor desenvolvimento motor, mas também é fundamental para prevenir a obesidade infantil na T21 durante os primeiros anos de vida, estabelecendo bases sólidas para a saúde nesta população.

### **Limitações e direções para pesquisas futuras**

As principais limitações do estudo estão relacionadas com a ausência de GC, com o número reduzido de participantes e com o desequilíbrio amostral (i.e., sexo e idade), situações que limitam a generalização dos resultados. Embora a duração do programa (i.e., 16 semanas) esteja dentro dos padrões reportados na literatura, a baixa frequência da intervenção, considerando apenas uma sessão semanal, representa também uma limitação relevante. Estudos futuros com a implementação de um desenho verdadeiramente experimental, recrutando amostras maiores e homogéneas poderão fornecer evidências mais robustas sobre os efeitos da intervenção em crianças e jovens com T21. Assim sendo, para estudos futuros, recomenda-se aumentar o número de participantes, incluir GC, aumentar a frequência semanal das sessões e individualizar o acompanhamento, especialmente ao nível da avaliação da força muscular. Para além disso, é fundamental controlar de forma objetiva a intensidade do exercício ao longo da intervenção, assim como o impacto da medicação no desempenho dos participantes.

É importante destacar que, ao longo da intervenção observaram-se alterações comportamentais dos participantes decorrentes da entrada de novos participantes no programa, situação que pode ter influenciado a dinâmica das aulas e, conseqüentemente, os resultados. A investigação futura também deverá controlar o impacto da adesão/desistência dos participantes ao longo das intervenções. Embora o envolvimento dos pais e cuidadores seja um aspeto a considerar para a adesão de pessoas com T21 a programas de exercício físico, este fator não foi analisado no presente estudo. A participação ativa dos responsáveis pode criar um ambiente mais seguro e encorajador, favorecendo a confiança e a motivação dos participantes (Mahy et al., 2010). Além disso, o seu envolvimento em programas de intervenção contribui para a consciencialização acerca dos benefícios da prática regular de exercícios, podendo

refletir em hábitos familiares mais saudáveis e em maior adesão às intervenções. Assim, recomenda-se que estudos futuros considerem analisar o nível de AF dos cuidadores, de modo a compreender mais profundamente a influência do contexto familiar.

## Conclusões

Importa destacar que as conclusões apresentadas aplicam-se, exclusivamente, ao contexto específico da amostra do presente estudo. Assim, os resultados obtidos sugerem que a participação num programa estruturado de exercício físico, com frequência uma vez por semana, promove melhorias nos indicadores de composição corporal e de ApF de crianças e jovens adultos com T21, nomeadamente no IMC, MG, FMS e agilidade. A ausência de diferenças significativas em outras variáveis pode estar relacionada com a baixa frequência da intervenção semanal, assim como com características fisiológicas e motoras específicas da T21. As melhorias observadas podem impactar positivamente na independência funcional e qualidade de vida dos participantes, favorecendo a execução de atividades diárias.

## Referências

- Abd El-Hady, S. S., Abd El-Azim, F. H., & El, H. A. E.-A. M. (2018). Correlation between cognitive function, gross motor skills and health – Related quality of life in children with Down syndrome. *Egyptian Journal of Medical Human Genetics*, 19(2), 97-101. doi:http://dx.doi.org/10.1016/j.ejmhg.2017.07.006
- Alesi, M., & Battaglia, G. (2019). Motor development and Down syndrome. In S. Lanfranchi (Ed.), *International Review of Research in Developmental Disabilities*, 56, 169-211. Academic Press.
- Alesi, M., Giustino, V., Gentile, A., Gómez-López, M., & Battaglia, G. (2022). Motor coordination and global development in subjects with Down syndrome: The influence of physical activity. *Journal of Clinical Medicine*, 11(17). doi:https://doi.org/10.3390/jcm11175031
- Antonarakis, S. E., Lyle, R., Dermitzakis, E. T., Raymond, A., & Deutsch, S. (2004). Chromosome 21 and Down syndrome: From genomics to pathophysiology. *Nature Reviews Genetics*, 5(10), 725-738. doi:https://doi.org/10.1038/nrg1448
- Antonarakis, S. E., Skotko, B. G., Rafii, M. S., Strydom, A., Pape, S. E., Bianchi, D. W., Sherman, S. L., & Reeves, R. H. (2020). Down syndrome. *Nature Reviews Disease Primers*, 6(1), 9. doi:https://doi.org/10.1038/s41572-019-0143-7
- Ballenger, B. K., Schultz, E. E., Dale, M., Fernhall, B., Motl, R. W., & Agiovlasitis, S. (2023). Health outcomes of physical activity interventions in adults with Down syndrome: A systematic review. *Adapted Physical Activity Quarterly*, 40(2), 378-402. doi:https://doi.org/10.1123/apaq.2022-0102
- Bittles, A. H., Bower, C., Hussain, R., & Glasson, E. J. (2007). The four ages of Down syndrome. *European Journal of Public Health*, 17(2), 221-225. doi:https://doi.org/10.1093/eurpub/ckl103
- Bull, M. J., & Genetics, t. C. o. (2011). Health supervision for children with Down syndrome. *Pediatrics*, 128(2), 393-406. doi:https://doi.org/10.1542/peds.2011-1605
- Charleton, P. M., Dennis, J., & Marder, E. (2010). Medical management of children with Down syndrome. *Paediatrics and Child Health*, 20(7), 331-337. doi:https://doi.org/10.1016/j.paed.2010.06.006
- Coppedè, F. (2016). Risk factors for Down syndrome. *Archives of Toxicology*, 90(12), 2917-2929. doi:https://doi.org/10.1007/s00204-016-1843-3
- de Graaf, G., Buckley, F., & Skotko, B. G. (2015). Estimates of the live births, natural losses, and elective terminations with Down syndrome in the United States. *American Journal of Medical Genetics Part A*, 167(4), 756-767. doi:https://doi.org/10.1002/ajmg.a.37001
- de Graaf, G., Buckley, F., & Skotko, B. G. (2022). Correction to: Estimation of the number of people with Down syndrome in Europe. *European Journal of Human Genetics*, 30(10), 1199-1200. doi:https://doi.org/10.1038/s41431-022-01124-8
- Dey, A., Bhowmik, K., Chatterjee, A., Chakrabarty, P. B., Sinha, S., & Mukhopadhyay, K. (2013). Down syndrome related muscle hypotonia: Association with COL6A3 functional SNP rs2270669. *Frontiers in Genetics*, 4, 57. doi:https://doi.org/10.3389/fgene.2013.00057
- Eldridge, S. M., Lancaster, G. A., Campbell, M. J., Thabane, L., Hopewell, S., Coleman, C. L., & Bond, C. M. (2016). Defining feasibility and pilot studies in preparation for randomised controlled trials: Development of a conceptual framework. *PLOS ONE*, 11(3), e0150205. doi:https://doi.org/10.1371/journal.pone.0150205
- Eliopoulos, G. M., Harris, A. D., Bradham, D. D., Baumgarten, M., Zuckerman, I. H., Fink, J. C., & Perencevich, E. N. (2004). The use and interpretation of quasi-experimental studies in infectious diseases. *Clinical Infectious Diseases*, 38(11), 1586-1591. doi:https://doi.org/10.1086/420936
- Epskamp, S., Cramer, A. O. J., Waldorp, L. J., Schmittmann, V. D., & Borsboom, D. (2012). Network visualizations of relationships in psychometric data. *Journal of Statistical Software*, 48(4), 1 - 18. doi:https://doi.org/10.18637/jss.v048.i04
- España-Romero, V., Artero, E. G., Jimenez-Pavón, D., Cuenca-Garcia, M., Ortega, F. B., Castro-Piñero, J., Sjöstrom, M., Castillo-Garzon, M. J., & Ruiz, J. R. (2010). Assessing health-related fitness tests in the

- school setting: Reliability, feasibility and safety; the ALPHA study. *International Journal of Sports Medicine*, 31(7), 490-497. doi:<https://doi.org/10.1055/s-0030-1251990>
- Evenson, K. R., Catellier, D. J., Gill, K., Ondrak, K. S., & McMurray, R. G. (2008). Calibration of two objective measures of physical activity for children. *Journal of Sports Sciences*, 26(14), 1557-1565. doi:<https://doi.org/10.1080/02640410802334196>
- Fox, B., Moffett, G. E., Kinnison, C., Brooks, G., & Case, L. E. (2019). Physical activity levels of children with Down syndrome. *Pediatric Physical Therapy*, 31(1). doi:<https://doi.org/10.1097/PEP.00000000000000556>
- Foygel, R., & Drton, M. (2010). Extended Bayesian information criteria for gaussian graphical models. *Comunicação apresentada em Neural Information Processing Systems*.
- Friedman, J., Hastie, T., Höfling, H., & Tibshirani, R. (2007). Pathwise coordinate optimization. *The Annals of Applied Statistics*, 1(2), 302-332. doi:<https://doi.org/10.1214/07-AOAS131>
- Fruchterman, T. M. J., & Reingold, E. M. (1991). Graph drawing by force-directed placement. *Software: Practice and Experience*, 21(11), 1129-1164. doi:<https://doi.org/10.1002/spe.4380211102>
- González-Agüero, A., Vicente-Rodríguez, G., Gómez-Cabello, A., Ara, I., Moreno, L. A., & Casajús, J. A. (2011). A combined training intervention programme increases lean mass in youths with Down syndrome. *Research in Developmental Disabilities*, 32(6), 2383-2388. doi:<https://doi.org/10.1016/j.ridd.2011.07.024>
- Gupta, S., Rao, B. K., & Kumaran, S. (2011). Effect of strength and balance training in children with Down's syndrome: A randomized controlled trial. *Clinical Rehabilitation*, 25(5), 425-432. doi:<https://doi.org/10.1177/0269215510382929>
- Hevey, D. (2018). Network analysis: A brief overview and tutorial. *Health Psychology and Behavioral Medicine*, 6(1), 301-328. doi:<https://doi.org/10.1080/21642850.2018.1521283>
- Izquierdo-Gomez, R., Martínez-Gómez, D., Villagra, A., Fernhall, B., & Veiga, Ó. L. (2015). Associations of physical activity with fatness and fitness in adolescents with Down syndrome: The UP&DOWN study. *Research in Developmental Disabilities*, 36, 428-436. doi:<https://doi.org/10.1016/j.ridd.2014.10.022>
- Kashi, A., Dawes, H., Mansoubi, M., & Sarlak, Z. (2023). The effect of a physical exercise package on the motor proficiency of students with Down syndrome. *Iranian Journal of Pediatrics*, 33(1). doi:<https://doi.org/10.5812/ijp-120408>
- Kudlacek, M., Jesina, O., & Sterbova, D. (2008). The nature of work and roles of public school adapted physical educators in the united states. *European Journal of Adapted Physical Activity*, 1(2), 45-55. doi:<https://doi.org/10.5507/euj.2008.008>
- Loane M, Morris JK, Addor MC, Arriola L, Budd J, Doray B, Garne E, Gatt M, Haeusler M, Khoshnood B, Klungsøyr Melve K, Latos-Bielenska A, McDonnell B, Mullaney C, O'Mahony M, Queisser-Wahrendorf A, Rankin J, Rissmann A, Rounding C, Salvador J, Tucker D, Wellesley D, Yevtushok L, Dolk H. Twenty-year trends in the prevalence of Down syndrome and other trisomies in Europe: impact of maternal age and prenatal screening. *Eur J Hum Genet*. 2013 Jan;21(1):27-33. doi: 10.1038/ejhg.2012.94. Epub 2012 Jun 20. PMID: 22713804; PMCID: PMC3522199
- Liguori, G., & Medicine, A. C. S. (2020). *ACSM's Guidelines for Exercise Testing and Prescription*: Wolters Kluwer Health.
- Lin, H.-C., & Wuang, Y.-P. (2012). Strength and agility training in adolescents with Down syndrome: A randomized controlled trial. *Research in Developmental Disabilities*, 33(6), 2236-2244. doi:<https://doi.org/10.1016/j.ridd.2012.06.017>
- Mahy, J., Shields, N., Taylor, N. F., & Dodd, K. J. (2010). Identifying facilitators and barriers to physical activity for adults with Down syndrome. *Journal of Intellectual Disability Research*, 54(9), 795- 805. doi:<https://doi.org/10.1111/j.1365-2788.2010.01308.x>
- Pessoa, M. L. F., Bandeira, P. F. R., Silva, E. F. L., Macêdo, D. S., & Martins, C. M. L. (2023). A six-month multicomponent intervention improves Down syndrome adolescents' physical fitness. *Science & Sports*, 38(1), 96-101. doi:<https://doi.org/10.1016/j.scispo.2022.02.005>
- Pino-Valenzuela, M., & Benavides-Roca, L. (2023). Anthropometric and physical condition evaluations in a population with Down syndrome: A longitudinal study over 10 Year. *MHSalud: Revista en Ciencias del Movimiento Humano y Salud*, 20(2). doi:<https://doi.org/10.15359/mhs.20-2.11>
- Pitetti, K. H., Baynard, T., & Agiovlasitis, S. (2013). Children and adolescents with Down syndrome, physical fitness and physical activity. *Journal of Sport and Health Science*, 2(1), 47-57. doi:<https://doi.org/10.1016/j.jshs.2012.10.004>
- Regaieg, G., Kermarrec, G., & Sahli, S. (2020). Designed game situations enhance fundamental movement skills in children with Down syndrome. *Journal of Intellectual Disability Research*, 64(4), 271-279. doi:<https://doi.org/10.1111/jir.12717>
- Salami, S., Bandeira, P. F., Mashhadi, M. R., Shamsipour Dehkordi, P., Luz, L. G. O., Martins, C. M., Hardy, L. L., & Duncan, M. J. (2024). Associations between biological maturation, chronological age, body mass index, sex, and motor competence in prepubertal

- children: A network analysis. *Children*, 11(9). doi:<https://doi.org/10.3390/children11091143>
- Santos, S., Bastos, T., Campos, M., & Pinto, M. (2023). Manual de atividade física adaptada para pessoas com dificuldade intelectual e desenvolvimental. Lisboa: Direção-Geral da Saúde.
- Seron, B. B., Silva, R. A., & Greguol, M. (2014). Effects of two programs of exercise on body composition of adolescents with Down syndrome. *Revista Paulista de Pediatria*, 32(1), 92-98. doi:<https://doi.org/10.1590/s0103-05822014000100015>
- Shields, N., Mizzi, N., Buhler-Smith, K., Strydom, A., Prendergast, L., & Hocking, D. R. (2022). A 12-week exercise programme has a positive effect on everyday executive function in young people with Down syndrome: A pilot non-randomised controlled trial. *Journal of Intellectual Disability Research*, 66(12), 924-938. doi:<https://doi.org/10.1111/jir.12979>
- Silva, R., Freitas, T., Araújo, N., Araújo, T., & Silva, I. (2021). Síndrome de Down: Uma revisão integrativa da literatura (2005-2020). *Research, Society and Development*, 10(17), 1-17. doi:<https://doi.org/10.33448/rsd-v10i17.24409>
- Souza, A. R., Bandeira, P. F., da Silva, M. A., da Cunha, G. L., Pereira, D. F., & Martins, C. (2023). Twenty-four-hour movement behaviors, fitness, and adiposity in preschoolers: A network analysis. *Obesities*, 3(1), 36-45. doi:<https://doi.org/10.3390/obesities3010004>
- Suarez-Villadat, B., Veiga, O. L., Villagra, A., & Izquierdo-Gomez, R. (2019). Changes in body composition and physical fitness in adolescents with Down syndrome: The UP&DOWN longitudinal study. *Childhood Obesity* 15(6), 397- 405. doi:<https://doi.org/10.1089/chi.2018.0198>
- Suarez-Villadat, B., Villagra, A., Veiga, O. L., Cabanas-Sanchez, V., Izquierdo-Gomez, R., & On Behalf Of The Up Down Study, G. (2021). Prospective associations of physical activity and health-related physical fitness in adolescents with Down syndrome: The UP&DOWN longitudinal study. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(11). doi:<https://doi.org/10.3390/ijerph18115521>
- Sport, C. f. t. D. o. (1988). EUROFIT: Handbook for the EUROFIT tests of physical fitness. Rome: Council of Europe.
- Tejero-Gonzalez, C. M., Martinez-Gomez, D., Bayon-Serna, J., Izquierdo-Gomez, R., Castro-Piñero, J., & Veiga, O. L. (2013). Reliability of the ALPHA health-related fitness test battery in adolescents with Down syndrome. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 27(11), 3221-3224. doi:<https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e31828bed4e>
- Valentini, N. C., & Rudisill, M. E. (2006). Goal orientation and mastery climate: A review of contemporary research and insights to intervention. *Estudos de Psicologia*, 23. doi:<https://doi.org/10.1590/S0103-166X2006000200006>
- van Sluijs, E. M., McMinn, A. M., & Griffin, S. J. (2007). Effectiveness of interventions to promote physical activity in children and adolescents: Systematic review of controlled trials. *BMJ* 335(7622), 703. doi:<https://doi.org/10.1136/bmj.39320.843947.BE>
- Wang, C., Huang, M., & Wuang, Y. (2012). Improving physical fitness in children with own syndrome. *Journal of the Occupational Therapy Society*, 30(1), 68-86. doi:[https://doi.org/10.6594/JTOTA.2012.30\(1\).04](https://doi.org/10.6594/JTOTA.2012.30(1).04)
- Weijerman, M. E., & de Winter, J. P. (2010). Clinical practice. The care of children with Down syndrome. *European Journal of Pediatrics*, 169(12), 1445-1452. doi:<https://doi.org/10.1007/s00431-010-1253-0>
- Wentz, E. E., Looper, J., Menear, K. S., Rohadia, D., & Shields, N. (2021). Promoting participation in physical activity in children and adolescents with Down syndrome. *Physical Therapy*, 101(5). doi:<https://doi.org/10.1093/ptj/pzab032>
- Winders, P., Wolter-Warmerdam, K., & Hickey, F. (2019). A schedule of gross motor development for children with Down syndrome. *Journal of Intellectual Disability Research*, 63(4), 346-356. doi:<https://doi.org/10.1111/jir.12580>
- World Health Organization. (2020). WHO Guidelines on Physical Activity and Sedentary Behaviour. disponível em <https://www.who.int/publications/i/item/9789240015128>