



UNIVERSIDADE
ESTADUAL DE LONDRINA

EVERALDO LAMBERT MODESTO

**EFEITOS DE DOIS PROGRAMAS DE TREINAMENTO
COMBINADO SOBRE A COMPOSIÇÃO CORPORAL E
CINEMÁTICA DA MARCHA DE JOVENS COM SÍNDROME
DE DOWN**

Londrina
2019

EVERALDO LAMBERT MODESTO

**EFEITOS DE DOIS PROGRAMAS DE TREINAMENTO
COMBINADO SOBRE A COMPOSIÇÃO CORPORAL E
CINEMÁTICA DA MARCHA DE JOVENS COM SÍNDROME
DE DOWN**

Tese de Doutorado, apresentado ao Programa de Pós-Graduação Stricto Sensu em Educação Física Associado UEM-UEL, da Universidade Estadual de Londrina..

Orientador: Prof^a. Dr^a Márcia Greguol

Londrina
2019

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)

M691e Modesto, Everaldo Lambert.

Efeitos de dois programas de treinamento combinado sobre a composição corporal e cinemática da marcha de jovens com síndrome de Down / Everaldo Lambert Modesto. - Londrina, 2019.
144 f. : il.

Orientador: Márcia Greguol Greguol..

Tese (Doutorado em Educação Física) - Universidade Estadual de Londrina, Centro de Educação Física e Esportes, Programa de Pós-Graduação em Educação Física, 2019.

Inclui bibliografia.

1. Síndrome de Down - Tese. 2. Exercício Físico - Tese. 3. Composição corporal - Tese. 4. Marcha - Tese. I. Greguol, Márcia Greguol. II. Universidade Estadual de Londrina. Centro de Educação Física e Esportes. Programa de Pós-Graduação em Educação Física. III. Título.

CDU 796-056.37

EVERALDO LAMBERT MODESTO

**EFEITOS DE DOIS PROGRAMAS DE TREINAMENTO COMBINADO
SOBRE A COMPOSIÇÃO CORPORAL E CINEMÁTICA DA MARCHA
DE JOVENS COM SÍNDROME DE DOWN**

Tese de Doutorado, apresentado ao Programa de Pós-Graduação Stricto Sensu em Educação Física Associado UEM-UEL, da Universidade Estadual de Londrina.

BANCA EXAMINADORA

Orientador: Prof^a Dr^a. Márcia Greguol
Universidade Estadual de Londrina-PR

Prof. Dr. Felipe Arruda Moura
Universidade Estadual de Londrina - PR

Prof. Dr. Luiz Claudio Reeberg Stanganelli
Universidade Estadual de Londrina - PR

Prof. Dr. Alexandre Carriconde Marques
Universidade Federal de Pelotas - RS

Profa. Dra. Marli Nabeiro
Universidade Estadual Paulista - SP

Londrina, 09 de março de 2019.

*Dedico este trabalho aos meus pais e a todos os
cuidadores e responsáveis por um jovem com
síndrome de Down.*

AGRADECIMENTOS

Foi uma longa e prazerosa jornada, com tantas coisas pelo caminho, obstáculos, alegrias, decisões, por isso, esse momento é tão especial, impossível não ter muita gente para agradecer.

A Deus, pela vida, por me dar uma segunda chance e por me abençoar em trabalhar com a docência, eu só tenho a agradecer...

A minha orientadora, Professora Dra. Márcia Greguol. Sem você nada disso seria possível. Obrigado por todos esses anos de aprendizado, pela confiança, profissionalismo e companheirismo. Sua simplicidade e amor pelo trabalho, seu jeito meigo e carinhoso de liderar, sua generosidade, disponibilidade são características que levarei por toda a vida. Você é a mulher mais incrível que já conheci. Márcia foi um privilégio...

Aos meus pais Eva Lambert e Luis M. Modesto impossível mensurar o quanto amo vocês e como sou grato em tê-los em minha vida.

De forma muito especial minha mãe, sempre próxima e sorridente me ajuda a não desistir e me faz seguir em frente, eu te amo!.

Aos membros da banca, Profa. Dra. Marli Nabeiro, Dr. Alexandre C. Marques, Dr. Luiz Claudio R. Stanganelli e Dr. Felipe A. Moura, pelas valiosas e generosas contribuições.

A todos do GEPAFID, Manu, Márcio, Elo, Leonardo, Bruna, Elaine, Lucas, Odair e os gêmeos Diego e Diogo. Obrigado por toda ajuda intelectual, sem a ajuda de vocês durante o processo de avaliações e intervenção não seria possível realizar um trabalho desse tamanho.

Em agradecimento especial meu amigo Manu, sem sua ajuda não seria possível, eu só tenho a agradecer.

A família Silva, Valtair, Ivete, Matheus e Maycon, por fazer minha vida fora do trabalho muito feliz eu amo vocês!.

Ao meu grande amor Luzia. Com você tudo fica tranquilo e iluminado. Branquinha, obrigado pelo carinho, pela parceria e por me apresentar o amor. Tudo fica mais fácil com você!

Aos grandes amigos (irmãos) Pedro Marthineli, Leonardo Zanon e Márcio Guerra, a vida não me deu irmãos de sangue, mais o destino fez cruzar nossos caminhos e nasceu uma amizade tão forte e solidária quanto o laço entre irmãos. Obrigado meus amigos!

Ao amigo Prof. Dr. Ezequiel, cujo a humildade sobressai a enorme competência. Obrigado por compartilhar conhecimento e me ensinar a humildade.

Ao amigo Nestor Dias Correia, pela paciência e companheirismo.

A Universidade Estadual de Londrina (UEL) por abrir suas portas e me acolher

durante esses quase 10 anos. Todos esses anos serão sempre lembrados com muito carinho.

A Universidade Estadual Norte do Paraná (UENP) por me oportunizar o trabalho da docência, onde encontrei minha realização profissional.

Aos participantes do estudo e suas famílias. Cada sorriso e abraço tornaram esse processo alegre e prazeroso.

As instituições APS Down, ILECE e APAE de Londrina, para o contato com os participantes.

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes), pela bolsa de estudos no segundo ano do doutorado e todo o suporte.

A todos o meu apreço, meu respeito e admiração, serei eternamente grato!

MODESTO, Everaldo Lambert. **Efeitos de dois programas de treinamento combinados sobre a composição corporal e a cinemática da marcha de jovens com síndrome de Down.** 2019 144 f. Tese (Doutorado em Educação Física UEL-UEM) - Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2019.

RESUMO

Indivíduos com síndrome de Down (SD) apresentam índices excessivos de gordura corporal e alterações biomecânicas que podem limitar a sua capacidade de realizar tarefas funcionais da vida diária. O objetivo do estudo foi verificar os efeitos de dois programas de 24 semanas treinamento combinado (treinamento resistido tradicional e treinamento funcional ambos associados ao exercício aeróbio) sobre a composição corporal e cinemática da marcha em jovens com SD. Participaram do estudo 30 jovens com SD idade $17,4 \pm 3,2$ anos de ambos os sexos, divididos em três grupos: grupo controle (GC, n=10), grupo de treinamento resistido (GTR, n=11) e grupo de treinamento funcional (GTF, n=9) e 10 jovens sem deficiência e com idade média de $18,3 \pm 0,08$ anos de ambos os sexos como grupo referencial (GR). O programa de treinamento foi realizado em 24 semanas, com duas sessões de 80 minutos semanais. O programa de treino para GTR consistiu de 20min. de exercício aeróbio em esteira com intensidade entre 50 a 70% da frequência cardíaca de reserva seguido de dez exercícios resistidos, realizados em duas séries de 12 repetições máximas, intervalo de um minuto entre as séries e dois minutos entre os exercícios. O GTF teve dois modelos de treino (TF1 e TF2), um para cada sessão semanal com duas séries entre oito a 15 repetições de acordo com o exercício. Os dados apresentaram distribuição normal (Teste de Shapiro-Francia). Dados pré-intervenção foram comparados por meio de ANOVA unifatorial, com correção de Welch quando o pressuposto de homogeneidade das variâncias foi violado. Um modelo de equações de estimativas generalizadas (GEE) com função de ligação e distribuições apropriadas foi usado para examinar alterações significantes em função do grupo (resistido, funcional e controle) e momento (pré e pós). Os dois modelos de treinamento aplicados (aeróbio combinado ao funcional e aeróbio combinado ao resistido) promoveram melhoras na composição corporal. Efeito quase perfeito ($d=4,56$) com redução no percentual de gordura andróide e taxa Andróide/Ginoiede (A/G), efeito grande ($d=1,45$) com aumento na densidade mineral óssea DMO e tecido magro absoluto, redução da gordura corporal ($d=1,96$). Também foram constatadas melhoras com efeitos entre moderado ($d=0,98$) e muito grande ($d=2,4$) nas variáveis espaçotemporais da marcha (comprimento, largura do passo e cadência), angulares (quadril, joelhos e tornozelos) e no centro de massa (amplitude vertical e médio lateral) em especial nas condições com obstáculos em 1% e 15%. Ambos os programas de treinamento influenciaram diretamente a melhora da composição corporal e marcha em jovens com SD, com destaque para o treinamento aeróbio/funcional que apresentou maiores efeitos nas variáveis pesquisadas.

Palavras-chave: Síndrome de Down. Exercício físico. Composição corporal e Marcha.

MODESTO, Everaldo Lambert. **Effects of two combined training programs on body composition and a kinematics of the gait of young people with Down syndrome.** 2019 f. 144 (Doctoral Thesis in Physical Education UEL -UE) - State University of Londrina, Londrina, 2019.

ABSTRACT

Individuals with Down syndrome (SD) have excessive body fat indexes and biomechanical changes that may limit their ability to perform functional tasks of daily living. The objective of the study was to verify the effects of two 24-week combined training programs (traditional resistance training and functional training both associated with aerobic exercise) on body composition and gait kinematics in young people with DS. Thirty young with SD age 17.4 ± 3.2 years of both sexes were divided into three groups: control group (CG, n=10), resistance training group (GTR, n=11) and functional training group (GTF, n=9) and 10 non-disabled youths with a mean age of 18.3 ± 0.08 years of both sexes as a reference group (GR). The training program was conducted in 24 weeks, with two sessions of 80 minutes per week. The training program for GTR consisted of 20min. of aerobic exercise on treadmill with intensity between 50 and 70% of reserve heart rate followed by ten exercises resisted, performed in two sets of 12 maximal repetitions, one minute interval between sets and two minutes between exercises. The GTF had two training models (TF1 and TF2), one for each weekly session with two series between eight and 15 repetitions according to exercise. The data presented normal distribution (Shapiro-France test). Pre-intervention data were compared using a one-way ANOVA, with Welch's correction when the assumption of variance homogeneity was violated. A model of generalized estimation equations (GEE) with appropriate link function and distributions was used to examine significant changes in group function (resisted, functional and control) and momentum (pre and post). The two training models applied (aerobic combined with functional and aerobic combined with resistance) promoted improvements in body composition. Almost perfect effect ($d=4,56$) with reduction in the percentage of android fat and Androide/Ginoide rate (A/G), large effect ($d=1,45$) with increase in bone mineral density (BMD) and absolute lean tissue, reduction of body fat ($d=1,96$). There were also improvements with effects between moderate ($d=0,98$) and very large ($d=2,4$) in the spatio-temporal variables of gait (length, step width and cadence), angles (hip, knees and ankles) and in the center of mass, vertical and lateral mean amplitude, especially in conditions with obstacles of 1% and 15%. Both training programs directly influenced the improvement of body composition and gait in young people with DS, with emphasis on the aerobic/functional training that presented greater effects on the variables studied.

Key words: Down syndrome. Physical exercise. Body composition and Gait.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Procedimentos da pesquisa	42
Figura 2 – Representação do ambiente de coletas	45
Figura 3 – Calibradores do sistema de câmeras Opitrack	45
Figura 4 – Obstáculo	46
Figura 5 – Modelo de calção, camiseta e touca utilizados na avaliação da marcha	46
Figura 6 – Modelo biomecânico, baseado nas equações, com marcadores retroreflexivos nos pontos anatômicos	47
Figura 7 – Marcha livre	48
Figura 8 – Marcha com transposição de obstáculo de 1%	48
Figura 9 – Marcha com transposição de obstáculo de 15%	49
Figura 10 – Comprimento do passo sem obstáculo	50
Figura 11 – Largura do passo sem obstáculo.....	50
Figura 12 – Cadência de marcha número de passos por segundo.....	51
Figura 13 – Comprimento do passo antes da transposição do obstáculo	51
Figura 14 – Largura do passo antes da transposição do obstáculo	52
Figura 15 – Distância do obstáculo antes da transposição	52
Figura 16 – Distância do obstáculo depois da transposição	52
Figura 17 – Altura máxima do pé na transposição do obstáculo	53

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Características antropométricas, Vo ₂ pico e estado maturacional de jovens com SD pré intervenção.....	60
Tabela 2 – Frequências relativas e absolutas dos participantes de acordo com o estado de maturação esquelética.....	60
Tabela 3 – Composição corporal de jovens com SD por grupos nos momentos pré e pós intervenção	61
Tabela 4 – Análise espaçotemporais da marcha sem obstáculo em média e tamanho de efeito de jovens com SD por grupo nos momentos pré e pós intervenção	63
Tabela 5 – Variáveis espaçotemporais da marcha sem obstáculo do Grupo Referencial (GR).....	64
Tabela 6 – Análise angular da marcha sem obstáculo em média e tamanho de efeito de jovens com SD por grupo nos momentos pré e pós intervenção	65
Tabela 7 – Variáveis angulares da marcha sem obstáculo do Grupo Referencial (GR).....	66
Tabela 8 – Análise do centro de massa da marcha sem obstáculo em média e tamanho de efeito de jovens com SD por grupo nos momentos pré e pós intervenção	67
Tabela 9 – Variáveis do Centro de Massa da marcha sem obstáculo do Grupo Referencial (GR).....	67
Tabela 10 – Análise espaçotemporais da marcha com obstáculo 1% em média e tamanho de efeito de jovens com SD por grupo nos momentos pré e pós intervenção	69
Tabela 11 – Variáveis espaçotemporais da marcha com obstáculo 1% Grupo Referencial (GR).....	70
Tabela 12 – Análise angular da marcha com obstáculo 1% em média e tamanho de efeito de jovens com SD por grupo nos momentos pré e pós intervenção.....	71
Tabela 13 – Variáveis angulares da marcha com obstáculo 1% Grupo Referencial (GR).....	72
Tabela 14 – Análise do centro de massa da marcha com obstáculo 1% em média e tamanho de efeito de jovens com SD por grupo nos momentos pré e pós intervenção	73
Tabela 15 – Variáveis do centro de massa da marcha com obstáculo 1% Grupo Referencial (GR)	74
Tabela 16 – Análise espaçotemporais da marcha com obstáculo 15% em média e tamanho de efeito de jovens com SD por grupo nos momentos pré e pós intervenção	76
Tabela 17 – Variáveis espaçotemporais da marcha com obstáculo 15% Grupo Referencial (GR).....	77

Tabela 18 – Análise angular da marcha com obstáculo 15% em média e tamanho de efeito de jovens com SD por grupo nos momentos pré e pós intervenção.....	78
Tabela 19 – Variáveis angulares da marcha com obstáculo 15% Grupo Referencial (GR)...	80
Tabela 20 – Análise do centro de massa com obstáculo 15% em média e tamanho de efeito de jovens com SD por grupo nos momentos pré e pós intervenção.....	81
Tabela 21 – Variáveis do centro de massa da marcha com obstáculo 15% Grupo Referencial (GR)	81

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ACMML	Amplitude do centro de massa médio lateral durante a marcha
ACMV	Amplitude do centro de massa vertical durante a marcha
AJM	Ângulo joelho durante a marcha
AQM	Ângulo quadril durante a marcha
AQCO	Ângulo quadril durante a transposição do obstáculo
AJCO	Ângulo joelho durante a transposição do obstáculo
ATCO	Ângulo tornozelo durante a transposição do obstáculo
ATM	Ângulo tornozelo durante a marcha
APTO	Altura máxima do pé na transposição do obstáculo
CA	Circunferência abdominal
CAD	Cadência
CM	Centro de massa
CP	Comprimento do passo
CPCO	Comprimento do passo com obstáculo
CQ	Circunferência de quadril
DMO	Densidade Mineral Óssea
DOAT	Distância do pé para o obstáculo antes da transposição
DOTD	Distância do pé para o obstáculo depois da transposição
GC	Grupo controle
GTF	Grupo de treinamento aeróbio/funcional
GTR	Grupo de treinamento aeróbio/resistido
IC	Idade cronológica
IE	Idade esquelética
IMC	Índice de massa corporal
LP	Largura do passo
LPCO	Largura do passo com obstáculo
MC	Massa corporal
ME	Maturação esquelética
SD	Síndrome de Down
VCMT	Velocidade do centro de massa na transposição
VO2pico	Consumo pico de Oxigênio

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	13
1.1	Justificativa	17
2	OBJETIVOS	18
2.1	Objetivo Geral	18
2.2	Objetivos específicos:	18
3	REVISÃO DE LITERATURA	19
3.1	Aspectos gerais da Síndrome de Down	19
3.2	Composição corporal em pessoas com Síndrome de Down	22
3.2.1	Maturação biológica em indivíduos com síndrome de Down.....	23
3.3	Cinemática da marcha	24
3.3.1	Cinemática da marcha em pessoas com síndrome de Down	25
3.3.2	Marcha com Ultrapassagem de Obstáculo.....	28
3.4	Treinamento resistido e treinamento funcional.....	31
3.5	Métodos de treinamento para pessoas com síndrome de Down	35
4	MATERIAIS E MÉTODOS	41
4.1	Tipo de Estudo	41
4.2	Participantes da pesquisa	41
4.3	Instrumentos e Procedimentos	42
4.3.1	Questionários.....	42
4.3.2	Avaliações Físicas	43
4.3.3	Programas de treino	54
4.4	Análise estatística	57
5	RESULTADOS	58
5.1	Caracterização da Amostra	58
5.2	Marcha – Cinemática	62
5.2.1	Marcha sem Obstáculo	62
5.2.1.1	Variáveis espaçotemporais.....	62
5.2.1.2	Variáveis Angulares da marcha.....	64
5.2.1.3	Variáveis do Centro de Massa.....	66

5.2.2	Marcha com Obstáculo 1% da estatura do participante.....	68
5.2.2.1	Variáveis espaçotemporais com obstáculo 1%	68
5.2.2.2	Variáveis Angulares com obstáculo 1%	70
5.2.2.3	Variáveis do centro de massa com obstáculo 1%	72
5.2.3	Marcha com Obstáculo 15% da estatura do participante.....	74
5.2.3.1	Variáveis espaçotemporais com obstáculo 15%	74
5.2.3.2	Variáveis angulares da marcha com obstáculo 15%.	77
5.2.3.3	Variáveis do centro de massa da marcha com obstáculo 15%.....	80
6	DISCUSSÃO	82
6.1	Efeitos do treinamento sobre a composição corporal de jovens com Síndrome de Down.....	82
6.2	Efeitos do treinamento sobre a cinemática da marcha de jovens com Síndrome de Down.....	88
6.2.1	Marcha sem obstáculo	88
6.2.2	Marcha com transposição de obstáculo 1% (obstáculo baixo)	99
6.2.3	Marcha com transposição de obstáculo 15%	104
6.3	Limitações e implicações práticas do estudo	110
7	CONCLUSÃO	111
	REFERÊNCIAS	113
	APÊNDICES	135
	Apêndice A – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.....	135
	Apêndice B - Questionário sobre informações pessoais.....	138
	Apêndice C – Imagens relativas ao treinamento funcional	134
	ANEXOS	139
	Anexo A – Aprovação do Comitê de Ética.....	139
	Anexo B - Critério de Classificação Econômica Brasil.....	144

1. INTRODUÇÃO

A prática de atividade física regular aumenta a proteção do indivíduo contra as doenças secundárias, e apresenta-se como uma ferramenta importante à manutenção e possível proteção ao estado de saúde de pessoas com e sem deficiência (ACSM, 2009). A sua falta tende a produzir debilidade dos músculos e acúmulo excessivo de gorduras, podendo ocasionar as chamadas doenças hipocinéticas (CARMELI et al., 2004).

Pessoas com deficiência intelectual, quando comparadas com outras sem deficiência, apresentam menores índices de atividade física e estão mais suscetíveis às chamadas doenças secundárias e crônicas, provenientes do estilo de vida sedentário (LIN; WUANG, 2012; RIMER 1999; RIMMER et al., 2004). Dentro desse enfoque, pessoas com síndrome Down (SD) estão particularmente suscetíveis a adquirir doenças crônicas, em especial aquelas associadas à obesidade, à malformação cardíaca, hipotonia muscular e sedentarismo.

Por muitos anos a criança com SD foi considerada como incapaz de ter uma vida minimamente independente e ainda nos dias atuais existem algumas confusões sobre o conceito desta síndrome. É preciso destacar que a SD não é doença, e sim uma condição genética que provoca alterações no desenvolvimento global do indivíduo. Essas alterações se apresentam em diferentes níveis e afetam órgãos e sistemas, fazendo com que o indivíduo tenha uma expectativa de vida reduzida, por volta dos 55 anos (COHEN, 2006; SILVA; KLEINHANS, 2006).

Segundo a World Health Organization (2007), a SD tem incidência de 1/1.000 a 1/1.200 nascidos vivos e acomete o indivíduo indistintamente à sua condição social, raça ou religião. Considerando que no Brasil um entre 700 recém-nascidos vivos, segundo dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, possuem a síndrome, calcula-se que, entre crianças, adolescentes e adultos, já tenhamos perto de 300 mil pessoas com SD no país (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2012).

Diante disso, a literatura tem apresentado crescente interesse na verificação da efetividade dos programas de atividade física nos componentes relacionados à saúde de indivíduos com SD (COWLEY et al., 2010; SHIELDS; TAYLOR, 2010). Algumas variáveis como a composição corporal e a habilidade da marcha fazem parte do conjunto de variáveis que estão intimamente relacionadas à saúde e à qualidade de vida de pessoas com e sem deficiência. Quando se trata de pessoas com SD, estas variáveis são motivo de preocupação, uma vez que a literatura tem demonstrado que indivíduos com esta condição apresentam elevados índices de gordura corporal (ANDRIOLO et al., 2010; GALLI et al., 2014; MILLAR et al., 1993;

RIMMER et al., 2004; SHIELDS et al., 2008; SHIELDS et al., 2013; TSIMARAS et al., 2003; VICARI, 2006) e maior dificuldade de marcha (ANGULO-BARROSO et al., 2008; COPETTI et al., 2007; GALLI et al., 2014; GALLI et al., 2015; GRAUP et al., 2007; LOOPER et al., 2006; MARCHEKA; CHWALA (2008), SMITH et al., 2007; ULRICH et al., 2008; WU et al., 2007; WU et al., 2008; WU et al., 2010; WU et al., 2015) em relação às pessoas sem deficiência e que a prática de atividades físicas pode ser benéfica para esta população, independentemente da idade (CARMELI et al., 2004; PITETTI; BAYNARD; AGIOVLASITIS, 2013; RIMMER et al., 2004; RIMMER; MARQUES, 2012; SHIELDS et al., 2015; WEBER; FRENCH, 1998).

A respeito da composição corporal, quando comparadas pessoas com e sem SD, a população com a deficiência apresenta maior prevalência de sobrepeso e obesidade. A literatura aponta que 45% dos homens e 56% das mulheres com SD apresentam excesso de peso quando classificados pelo índice de massa corporal (RUBIN et al., 1998). Outro aspecto relacionado às pessoas com SD são os distúrbios da tireoide, com manifestações variando de hipotireoidismo a hipertireoidismo, sendo o primeiro mais frequente (SOUZA et al., 2012). Sobre isso, a literatura aponta que até 64% das pessoas com a síndrome apresentam problemas nesta glândula, ocasionando queda na produção dos hormônios T3 (triiodotironina) e T4 (tiroxina) pela tireoide. A tentativa de correção do problema é à custa de elevadas secreções do hormônio tireoestimulante (TSH), acarretando mais desequilíbrio no sistema, que resulta em fadiga, aumento das taxas de colesterol e aumento de peso. Estes fatores, associados a um estilo de vida sedentário podem levar o indivíduo precocemente a problemas cardiovasculares (JACOB et al., 1994; SOUZA et al., 2012).

Aproximadamente 30% das crianças com SD em idade escolar são diagnosticadas com hipotireoidismo devido a disfunções no sistema autoimune (MURRAY; KRAUSE, 2010). Quando não é feito o diagnóstico e a consequente reposição hormonal, ocorre uma redução na taxa metabólica basal do organismo e isso pode se refletir no desenvolvimento da obesidade. Outro aspecto relacionado ao sobrepeso entre as pessoas com SD é a hipotonia muscular, característica da síndrome. A diminuição do tônus muscular irá influenciar diretamente no gasto energético e taxa metabólica basal, favorecendo o aumento de peso e o acúmulo de gordura corporal (FERNHALL, et al., 2005; MURRAY; KRAUSE, 2010).

O estilo de vida e principalmente a prática de atividades físicas estão aparentemente relacionados ao controle destes fatores, que por sua vez estão associados com a incidência de doenças hipocinéticas (AGUERO et al., 2010; HASKELL et al., 2007; HOOTMAN et al., 2001). Portanto, pode-se inferir a necessidade da perda de gordura das pessoas com SD por meio da

prática de exercícios físicos. Entretanto, não existem evidências suficientes para detalhar quais programas ou protocolos de exercício físico são mais eficazes para melhorar a composição corporal dessa população (ANDRIOLO et al., 2010; MILLAR et al., 1993; RIMMER et al., 2004; TSIMARAS et al., 2003; VARELA et al., 2001).

Com relação à marcha, embora se considere uma atividade automática e relativamente simples, trata-se de um processo bastante complexo que requer ação coordenada das funções musculares, amplitude adequada de movimento e coordenação do sistema nervoso central (PINHO et al., 2008). Em se tratando da população com SD, estima-se que 50 a 80% das crianças síndrômicas apresentem problemas na marcha como marcha propulsiva (conforme a pessoa anda ela permanece o tempo todo com uma postura parada, rígida, com a cabeça e o pescoço inclinados para frente), marcha equina (caracterizado pela caída do pé, este tipo de marcha deixa os pés com os dedos apontando para baixo, fazendo com que eles toquem o chão enquanto a pessoa caminha) e marcha “de pato”, muito comum na população síndrômica (este tipo de marcha é muito parecido com o caminhar de um pato, daí seu nome; o caminhar é rígido e arrastando os pés). Essas condições acarretam dificuldades de manter equilíbrio, excesso de ambulação, redução da largura e comprimento do passo, dificuldades para transpor obstáculos, ações antecipatórias e cadência irregular (ARIANA; PENASSO, 2005; PINHO et al., 2008), aumentando o risco de quedas. Entretanto o que especificamente constitui o problema não está definido.

Nesse sentido, Ariana e Penasso (2005) reportam que os problemas na marcha são consequência direta das características físicas que esta população exhibe. Dentre as características físicas mais comuns desta população destacam-se a hipotonia muscular e tendinosa, que afeta todo o sistema muscular do indivíduo com SD, e a frouxidão ligamentar, que pode propiciar algumas anomalias esqueléticas que terão influência direta no seu padrão de marcha (KIM et al., 1995; STRAY-GUNDERSEN, 2001). No entanto, estudos como os de Rimmer e Yamaki (2006) e Marchewka e Chwala (2007) referem que a obesidade tem alta incidência nesta população, o que também influencia negativamente a sua qualidade da marcha.

Alguns estudos reportam que a hipotonia muscular é uma condição intrínseca com interferência direta nos padrões de marcha na população com SD (CORRÊA et al., 2011; MAZZONE et al., 2004; STRAY-GUNDERSEN, 2001). A hipotonia associada à SD manifesta-se ainda na fase intra-útero e se mantém após o nascimento de uma forma moderada, podendo ser acompanhada de uma hiporreflexia, condição que acompanha o indivíduo durante toda a vida (SHUMWAY-COOK; WOOLLACOTT, 1985). Essa hipotonia é uma das principais causas das

disfunções motoras, e conseqüentemente da alteração no controle postural da população com SD (MAZZONE et al., 2004), a qual depende de uma integração contínua entre o sistema sensorial e o motor (SASAKI et al., 2002).

A esse respeito, considerando que a hipotonia muscular exerce forte impacto negativo sobre a habilidade de marcha da população com SD, a literatura tem reportado que um programa de treinamento sistematizado e controlado para pessoas com SD tem obtido benefícios em diferentes variáveis como força muscular (COWLEI et al. 2011; GUPTA, 2011; MODESTO; GREGUOL, 2014; SHIELDS et al., 2008; SHIELDS et al., 2010; SHIELDS et al., 2013), equilíbrio (CARMELI et al., 2002; GUPTA, 2011), capacidade cardiorrespiratória (LI et al., 2013; MENDONÇA et al., 2011; MENDONÇA et al., 2013;), composição corporal (ANDRIOLO et al., 2010; MILLAR et al., 1993; RIMMER et al., 2004; SHIELDS et al., 2013; TSIMARAS et al., 2003) e qualidade da marcha (COPETTI et al., 2007; WU et al., 2008; WU et al., 2010). Os estudos de Barroso et al. (2008), Marchewka; Chwala (2008), Smith et al. (2007), Ulrich et al. (2008) e Wu et al. (2010) direcionados a verificar os possíveis efeitos de programas de treinamento com exercícios físicos aeróbios controlados sobre a condição de marcha na população síndrômica pontuam os efeitos benéficos advindos desses programas em variáveis como melhora no padrão e habilidade de marcha (SMITH et al., 2007), melhora da estabilidade da marcha (MARCHEWKA; CHWALA, 2008) melhora nas reações antecipatórias (WU et al., 2008), alterações positivas nas variáveis angulares de joelho e tornozelo (WU et al., 2010) e avanço no início do caminhar de forma independente (BARROSO et al., 2008).

Entretanto, existe uma escassez de estudos acerca do real impacto de programas de treinamento sobre a capacidade de marcha das pessoas com SD, o que torna seus efeitos ainda não totalmente esclarecidos. Vale ponderar que grande parte das disfunções que acometem as pessoas com SD advém de condições secundárias provenientes do sedentarismo, este considerado um grave problema de saúde pública e relacionado à diminuição da longevidade em especial na população síndrômica (HASKELL et al., 2007). Sendo assim, ressalta-se a importância de um comportamento ativo pelas pessoas com SD (SOUZA et al., 2012).

Diante do exposto, questiona-se: será que um programa de treinamento combinado pode influenciar positivamente a composição corporal e a cinemática da marcha de jovens com síndrome de Down? Outrossim, qual forma de treinamento pode trazer mais benefícios para esta população: Treinamento combinado aeróbio/resistido ou aeróbio/funcional?

Acredita-se na relevância do tema, sobretudo pela escassez de referências na literatura sobre estudos envolvendo o treinamento combinado, especialmente envolvendo exercícios

funcionais, e as variáveis a serem analisadas em adolescentes com SD. O levantamento de dados sobre o tema pode trazer à tona novas informações que venham a contribuir para a melhora da autonomia e qualidade de vida desta população.

1.1 Justificativa

A Síndrome de Down envolve uma série de características morfológicas e funcionais inerentes a síndrome que requerem atendimentos e cuidados específicos. As características morfológicas como baixa aptidão cardiorrespiratória, hipotonia muscular, excesso de peso e gordura corporal, hipotireoidismo, baixos níveis de força muscular, coordenação e equilíbrio são algumas destas situações, que podem implicar diretamente na autonomia e saúde desta população (MURRAY; KRAUSE, 2010). Sabe-se que estas condições, associadas muitas vezes à falta de atividades físicas, podem resultar no aumento de condições secundárias oriundas do estilo de vida pouco ativo, interferindo na habilidade de marcha e favorecendo uma composição corporal inadequada.

Pesquisas envolvendo diferentes protocolos de treinamento indicam resultados positivos do exercício físico no controle da composição corporal, melhora do consumo máximo de oxigênio ($VO_2máx$) e ganhos de força muscular (PITETTI; BAYNARD; AGIOVLASITIS, 2013). No entanto, poucos estudos investigam o efeito do exercício físico na cinemática de marcha das pessoas com SD.

Além disso, são conhecidos os efeitos de métodos de treinamento resistido e aeróbio, com diferentes durações, para os participantes com SD. Porém, pouco se sabe sobre o impacto de métodos de treinamento funcional direcionado especificamente para as pessoas com deficiência, sobretudo a SD. Ressalta-se ainda que o treinamento funcional vem ganhando grande destaque dentro dos programas de atividade física e estudos sobre seus efeitos para diferentes populações tornam-se relevantes e atuais.

Assim, é possível realçar a importância de investigar como a prática regular de exercícios físicos pode influenciar variáveis importantes diretamente relacionadas à composição corporal e à cinemática da marcha. Outrossim, qual forma de treinamento pode trazer mais benefícios para esta população: Treinamento combinado (aeróbio/resistido) ou (aeróbio/funcional).

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

Verificar os efeitos de dois programas de 24 semanas de treinamento combinados (um modelo de treinamento resistido tradicional associado ao exercício aeróbico e um modelo de treinamento funcional associado ao exercício aeróbico) sobre a composição corporal e cinemática da marcha em jovens com síndrome de Down.

2.2 Objetivos Específicos

- Descrever os indicadores relacionados à composição corporal, ao nível maturacional e à cinemática de marcha de jovens com SD;
- Comparar a evolução dos indicadores de composição corporal e cinemática da marcha entre os grupos praticantes de exercício aeróbico/resistido tradicional, aeróbico/funcional e controle;
- Descrever os dados maturacionais e correlacioná-los com os indicadores relacionados à composição corporal e à cinemática da marcha de jovens com SD.

3. REVISÃO LITERATURA

A revisão de literatura foi dividida em cinco capítulos, sendo que o primeiro aborda aspectos gerais sobre a síndrome de Down, como definição, classificações e impacto no desenvolvimento; o segundo trata da composição corporal e maturação biológica; o terceiro traz estudos relativos ao desenvolvimento da cinemática da marcha de pessoas com síndrome de Down; o quarto capítulo trata do treinamento resistido e treinamento funcional relacionado à população sindrômica; e, por fim, o quinto capítulo contempla a prescrição de exercícios físicos para criança, jovens e adultos com esta condição.

Além de livros, teses, dissertações, monografias e sites especializados, foram consultadas as seguintes base de dados para o levantamento de artigos científicos: Medline – Medlars Online, Cochrane Library Cinahl - Cumulative Index to Nursing and Allied Health Literature, Scielo - Scientific Electronic Library Online, Lilacs – Literatura Latino-Americana e do Caribe em Ciências da Saúde, SportDiscus, Web of Science, Academic Search Premier, e PEDro - Physiotherapy Evidence Database.

3.1 Aspectos gerais da síndrome de Down

Especialmente na Idade Antiga e Média, muitas foram as perseguições sofridas por pessoas com deficiência (SCHWARTZMAN, 1999a). Dentro deste contexto, por muitos anos a criança com síndrome Down (SD) foi considerada como “retardada”, incapaz de ter uma vida minimamente independente. Infelizmente, nos dias atuais ainda encontramos algumas confusões sobre o conceito da síndrome de Down.

A primeira descrição clínica da síndrome foi feita em 1866 pelo médico pediatra inglês John Langdon Down, que trabalhava no Hospital John Hopkins em Londres, em uma enfermaria para pessoas com deficiência intelectual. Este publicou um estudo descritivo e classificou estes pacientes de acordo com o fenótipo, descrevendo como “idiotia mongólica” a condição daqueles com fissura palpebral oblíqua, nariz plano, baixa estatura e déficit intelectual. Posteriormente, o nome da condição foi alterado para “Síndrome de Down”, sendo que o termo “síndrome” significa um conjunto de sinais e sintomas e “Down” designa o sobrenome do médico e pesquisador que primeiro descreveu a associação dos sinais e sintomas característicos dessa população (SCHWARTZMAN, 1999b).

No entanto, a causa genética foi descoberta somente em 1959 pelo professor e médico pediatra Jérôme Lejeune, que associou a síndrome à presença do cromossomo 21 extra nesses

indivíduos. Atualmente, a síndrome de Down ou trissomia do 21 é considerada uma condição humana geneticamente determinada, a alteração cromossômica (cromossomopatia) mais comum em humanos e a principal causa de deficiência intelectual na população (WUANG; SU, 2012).

A síndrome de Down não é doença, sendo caracterizada como uma condição genética que provoca alterações no desenvolvimento global do indivíduo. Dados estatísticos demonstram que a idade gestacional da mãe influencia bastante o risco de concepção de um bebê com esta síndrome, haja vista que a ocorrência da síndrome de Down entre os recém-nascidos vivos de mães de até 27 anos é de um em cada 1.200, com mães de 30-35 anos é de um para 365 e depois dos 35 anos a frequência aumenta mais rapidamente sendo que entre 39-40 anos é de um para 100 e depois dos 40 anos torna-se ainda mais frequente e acomete igualmente todas as etnias e grupos socioeconômicos (GORLA et al., 2011; KAZAURA; LIE, 2002).

Algumas características da síndrome referem-se ao atraso no desenvolvimento motor e cognitivo, baixa estatura, disfunção cardíaca, perda de audição, doença ocular, distúrbios gastrointestinais, instabilidade atlanto-axial, hipotonia decorrente de flacidez muscular e frouxidão ligamentar. Além disso, desordens musculoesqueléticas e alterações motoras e perceptivas que afetam o controle postural são frequentes (LATASH, 2010; FLORENTINO NETO et al., 2010; GONZALEZ-AGUERO et al., 2010; PITETTI, BAYNARD, AGIOVLASITIS, 2013; SZYMANSKA et al., 2012). Essas condições inerentes à deficiência acompanharão o indivíduo por toda a vida, podendo limitar o repertório motor, aumentar o risco de acidentes e levar a lesões importantes e até definitivas (FLORENTINO NETO et al., 2010; SZYMANSKA et al., 2012).

Existem três possíveis manifestações da síndrome de Down (BULL, 2011): a primeira é a trissomia simples ou livre (92 a 95% dos casos), quando a constituição genética destes indivíduos é caracterizada pela presença de um cromossomo 21 extra em todas as suas células, com uma mutação ocorrendo em algum momento durante a divisão celular na formação dos óvulos ou espermatozoides. Acontece então a não separação dos cromossomos do par 21 e esta célula fica com 24 cromossomos, ao invés de 23.

O segundo tipo de caso é chamado de translocação, que acontece em 3 a 4% dos casos, quando todas as células possuem 46 cromossomos, no entanto parte do material de um cromossomo 21 adere-se ou transloca-se para algum outro cromossomo, com maior frequência o 14. Então, durante a formação do óvulo ou do espermatozoide, a célula fica com um cromossomo 14 com um segmento do 21 acoplado e mais um cromossomo 21. E, portanto,

quando se forma o gameta, existem dois cromossomos 21, mais seu segmento. Geralmente o fenótipo nestes casos é semelhante à trissomia simples ou livre.

Já o terceiro caso é conhecido como mosaïcismo (2 a 4 % dos casos), no qual células de 46 e de 47 cromossomos estão mescladas no mesmo indivíduo, ocorrendo quando a mutação no cromossomo 21 acontece em momentos mais tardios da divisão celular. Assim, algumas células são afetadas e outras não. A quantidade de células afetadas depende do momento em que ocorre a mutação, e, portanto, o fenótipo também será influenciado por este momento.

Embora as alterações cromossômicas da SD sejam comuns a todas as pessoas, nem todas apresentam as mesmas características, nem os mesmos traços físicos, tampouco as malformações (BULL, 2011).

Outro dado importante é que pessoas com SD apresentam algumas disfunções no controle postural que podem estar presentes desde o desenvolvimento até a idade adulta, tais como os atrasos nos marcos motores, grande oscilação postural e lentidão na elaboração de respostas (CARVALHO; ALMEIDA, 2008; PALISANO et al., 2001; SHUMWAY-COOK; WOOLLACOTT, 1985). Esta característica pode levar à adoção de estratégias motoras menos universais, instabilidade, dificuldade de adaptação às alterações ambientais e co-contracção muscular (ULRICH et al., 2004; VUILLERME; MARIN; DEBÛ, 2001; WEBBER et al., 2004). Diante disso, pessoas com SD podem apresentar déficits na manutenção do equilíbrio, tanto em condições estáticas quanto dinâmicas (RIGOLDI et al., 2011).

Assim, essas particularidades tendem a reduzir a expectativa de vida de pessoas com SD, muito embora a evolução de cuidados e terapias médicas específicas para o atendimento tenha possibilitado que a expectativa de vida aumentasse entre esta população nas últimas décadas, passando de 12 anos, em 1940, para 60 anos nos dias atuais (BITTLES et al., 2007; GLASSON et al., 2002). Entretanto, ainda se apresenta abaixo daquela observada na população sem deficiência. Corroborando para tal fato, a SD envolve uma variedade de condições médicas associadas, que vão além da deficiência intelectual. Neste sentido, Pitetti, Baynard e Agiovlasitis (2013) relatam que essas condições incluem o aumento do risco de cardiopatia congênita (50%), perda de audição (75%), doença ocular (60%), apneia obstrutiva do sono (75%), distúrbios gastrointestinais (10%), hipotireoidismo (15%) e instabilidade atlanto-axial (10-30%), além de doenças respiratórias e desordens músculoesqueléticas. Tais comorbidades são apresentadas no estudo de Bittles et al. (2007) como específicas em cada fase da vida. Deste modo, é possível afirmar que, dependendo da idade, o indivíduo com SD apresenta perfis de comorbidades diferenciados e tal fato requer a necessidade de acompanhamento e avaliação ao longo da vida

para o fornecimento de cuidados e atendimentos específicos e adequados. Portanto, é preciso que sejam avaliadas as características únicas de cada indivíduo, de modo a oferecer um programa de intervenção que potencialize seu desenvolvimento considerando suas características, limitações, interesses e potencialidades, a fim de que suas necessidades específicas sejam atendidas.

3.2 Composição corporal em pessoas com Síndrome de Down

Pesquisas apontam situações de elevada prevalência de sobrepeso e obesidade entre a população com deficiência (RIMMER et al., 2011). Entre as pessoas com Síndrome de Down (SD), este quadro não é diferente. Os estudos indicam excesso de peso e gordura corporal, avaliados por diferentes métodos: desde Índice de Massa Corporal (IMC; kg/m^2) até métodos mais acurados e precisos como a petismografia e Densitometria com emissão de raios-X de dupla energia (DEXA) (AGUERO et al., 2011).

Além disso, quando comparadas às pessoas sem síndrome de Down e sem deficiência, estudos reportam que pessoas com SD apresentam níveis mais altos de massa gorda e menores níveis de massa magra, e expõem diferenças na distribuição de gordura, quando divididos por sexo. As meninas com a síndrome apresentam maior percentual de gordura total e na região do tronco e abdominal, enquanto os meninos apresentam mais gordura nos membros superiores e inferiores (AGUERO et al., 2011).

Alguns fatores são levantados na tentativa de justificar este panorama da composição corporal das pessoas com SD. Inicialmente os distúrbios da tireoide podem ser um fator que influencia no sobrepeso e obesidade. São frequentemente associados à SD quadros de hipotireoidismo (JACOB et al., 1994; SOUZA et al., 2012). Aproximadamente 30% das crianças com SD em idade escolar são diagnosticadas com hipotireoidismo devido a disfunções no sistema autoimune (MURRAY; KRAUSE, 2010). Quando não é feito o diagnóstico e a consequente reposição hormonal, ocorre uma redução na taxa metabólica basal do organismo e isso pode se refletir no desenvolvimento da obesidade.

Outro aspecto relacionado ao sobrepeso entre as pessoas com SD é a hipotonia muscular, característica da síndrome. A diminuição do tônus muscular irá influenciar diretamente no gasto energético basal, ou seja, na taxa metabólica basal, e esta está relacionada ao aumento de peso e gordura corporal (AGUERO et al., 2011; MURRAY; KRAUSE, 2010; SOUZA et al., 2012).

Ainda, a falta de prática de atividades físicas é comum entre a população sindrômica, o que os deixam vulneráveis aos agravos oriundos do sedentarismo, tornando-se um fator

diretamente relacionado ao excesso de peso e obesidade. É frequente em pessoas com deficiência, especialmente a SD, a falta de prática de atividades físicas. Associado às características próprias da síndrome, como hipotonia muscular e as disfunções na tireóide e uso regular medicamentos como calmantes ou até sedativos, o comportamento sedentário tem sido um dos motivos que explicam a obesidade e baixos níveis de aptidão física nessa população (BALIC et al., 2000; DODD; SHIELDS, 2005).

A composição corporal, especificamente o acúmulo excessivo de gordura, é um risco para a saúde. Está relacionado à maior incidência de diabetes tipo II, aumento do colesterol e risco cardiovascular (AGUERO et al., 2011; HASKELL et al., 2007; HOOTMAN et al., 2001). A esse respeito alguns estudos relataram que a prática de exercícios físicos resulta em melhora de variáveis relacionadas à composição corporal e indicadores antropométricos (ANDRIOLO et al., 2010; MILLAR et al., 1993; RIMMER et al., 2004; SHIELDS et al., 2013; TSIMARAS et al., 2003), capacidade cardiorrespiratória (LI et al., 2013; MENDONÇA et al., 2011; MENDONÇA et al., 2013), bem como redução da pressão arterial (CAJASUS et al., 2012; SERON et al., 2015), melhora da sensibilidade à insulina (MANN; BEEDIE; JIMENEZ, 2013; MENDES et al., 2013) e ganhos importantes da densidade mineral óssea (PHILLIPS et al., 2017). Portanto, o controle da composição corporal é um aspecto que merece atenção por parte dos profissionais da saúde que atuam com pessoas com Síndrome de Down.

3.2.1 Maturação biológica em pessoas com Síndrome de Down

A maturação biológica é conceituada como o processo que leva a um completo estado de desenvolvimento morfológico, fisiológico e psicológico e que, necessariamente, tem controle genético e ambiental (MATSUDO; MATSUDO, 1991). Neste sentido, Malina. (2003) afirma que a avaliação da maturação biológica consiste na ferramenta para determinação do estágio em que se encontra o indivíduo a fim de analisar o processo maturacional.

Os indicadores mais utilizados em estudos de crescimento são maturação somática, sexual e esquelética. De acordo com Malina, Bouchard e Bar-Or (2009), a maturação esquelética é, talvez, o melhor método para a avaliação de idade biológica ou *status* de maturidade, pois o esqueleto é considerado um indicador ideal de maturação já que seus períodos de maturidade ocorrem durante todo o período de crescimento. Sua avaliação é baseada em alterações no esqueleto em desenvolvimento a partir de exames de raios-x da mão e do punho, que podem ser

visualizadas em radiografias-padrão, identificando o aparecimento dos centros ósseos, formato dos ossos e fusão epifisial.

Sobre os métodos de avaliação da maturação esquelética (ME) em pessoas com SD, Santos et al. (2013) compararam três diferentes métodos e concluíram que os de Greulich-Pyle e Tanner e Whitehouse (TW3) relacionam-se melhor com a idade cronológica, seguidos do método Eklof e Ringertz. Ainda, Rotch (1908) constatou que a maturação óssea e o crescimento esquelético de pessoas com SD são acelerados quando comparados com indivíduos que não possuem esse tipo de alteração genética.

Os estudos que verificam o estágio de maturação de indivíduos com SD são escassos. Santos et al. (2013) verificou em 85 pessoas com SD entre 5 e 15 anos que a avaliação feita pelo método de Greulich-Pyle indicou que os jovens possuíam idade esquelética (IE) avançada em comparação à idade cronológica (IC). Moraes et al. (2008) declararam que, durante os primeiros estágios da ME, os indivíduos com SD tendem a ter a IE atrasada em relação à IC. No entanto, durante as últimas fases da ME, estes indivíduos tendem a possuir avançada IE em comparação à IC. Sua pesquisa em 40 indivíduos com SD concluiu que aos 15 anos a IE dos jovens com SD é avançada em relação à IC e isso significa que eles tiveram um período curto de desenvolvimento esquelético com maturação precoce quando comparados a indivíduos sem SD, que apresentam o fim da maturação geralmente em torno de 18 anos de idade.

Esta ideia é corroborada por Pozsonyi, Gibson e Zarfes (1964), que avaliaram a maturação esquelética de 100 crianças com SD e concluíram que crianças até os oito anos de idade possuem ME atrasada. Entretanto, a IE é acelerada e avançada em relação à IC e termina aproximadamente aos 15 anos. Os autores afirmam ainda que o crescimento ósseo e o término precoce da maturação podem não estar relacionadas à prematuridade ou grau de deficiência, mas sim a aspectos bioquímicos, cromossômicos e/ou endócrinos.

3.3 Cinemática da Marcha

A marcha humana é uma forma de locomoção bípede, com um processo complexo que requer a integração sensorial de informações visuais, proprioceptivas, vestibular e do sistema musculoesquelético (ROSE; GAMBLE, 1998; BEURSKENS; BOCK, 2012). Utiliza-se de uma sequência de repetições de movimentos dos membros inferiores e superiores para mover o corpo para frente, mantendo, também, a postura estável (PERRY, 2005).

A sequência dessas funções por um membro é denominada de ciclo da marcha e cada ciclo é dividido em dois períodos — apoio e balanço. O ciclo da marcha ocorre quando o pé de um dos membros inferiores toca o solo até o momento em que o mesmo membro toca o solo novamente, isto é, o apoio é determinado como o período durante o qual o pé está em contato com a superfície (PERRY, 2005). Assim, o termo balanço é verificado quando o pé está no ar para o avanço do membro (PERRY, 2005). As durações dos períodos dos ciclos da marcha geralmente duram aproximadamente de 60% para a fase de apoio e 40% para a fase de balanço (PERRY, 2005), dá-se em velocidades confortáveis e sem comprometimentos motores.

Algumas características importantes relacionadas aos aspectos biomecânicos do movimento, durante a locomoção, são colocadas por Winter (1990):

- manutenção da sustentação do corpo durante o apoio, prevenindo o colapso dos membros inferiores;
- manutenção da postura ereta e equilíbrio do corpo;
- controle da trajetória do pé, realizando a passagem sobre o solo na fase de balanço e um contato suave com o calcanhar no apoio inicial;
- geração de energia mecânica para manter ou aumentar a velocidade de progressão;
- absorção de energia mecânica para o controle do impacto inicial e para a estabilidade ou redução da velocidade de progressão.

Esses aspectos motores da marcha são modificados de acordo com cada indivíduo, levando-se em conta patologias e fatores genéticos (GOBBI et al., 2013). No caso da população com SD, esses fatores se alteram dependendo do estímulo e condições intrínsecas da deficiência ou ainda condições associadas que podem alterar ou modificar o padrão motor da marcha (SMITH et al., 2011).

3.3.1 Cinemática da marcha em pessoas com síndrome de Down

A marcha é uma tarefa motora que envolve um padrão complexo de contrações musculares em diversos segmentos do corpo. Pensando em termos biomecânicos, a marcha pode ser vista como o deslocamento do centro de gravidade do corpo através do espaço com o menor consumo de energia possível (WU et al., 2010).

O desenvolvimento do controle postural de crianças com SD parece progredir de maneira semelhante ao de crianças neurologicamente sem deficiência. No entanto, há uma defasagem cronológica na aquisição dos principais marcos motores. Palisano et al. (2001) descreveram um

atraso de seis meses na aquisição do sentar independente e nove meses no engatinhar e Black et al. (2009), Ulrich et al. (2001) e Ulrich et al. (2008) observaram atraso no aprendizado no início do caminhar independente de até um ano em relação a seus pares sem síndrome de Down.

A literatura disponível nesse campo tem atribuído esta condição a uma estabilidade insuficiente, sugerindo que as crianças com SD não podem começar a caminhar de forma independentemente até atingirem uma maior estabilidade e controle motor, fato que devido às características intrínsecas da síndrome tende a ocorrer tardiamente em relação a seus pares sem SD (SMITH et al., 2011). Estudos que compararam a capacidade de marcha de crianças e jovens com e sem SD reportam que, para aumentar a estabilidade durante a caminhada, crianças com SD tendem a reduzir o comprimento do passo e a velocidade da marcha e aumentar a largura do seu passo como estratégia de segurança e estabilidade (GALLI et al., 2008; RIGOLDI et al., 2011; SMITH et al., 2011; ULRICH et al., 2004).

Alterações motoras e perceptivas que afligem o controle postural são frequentes na população síndrômica, acometendo diferentes sistemas e tecidos. Dentre as alterações musculoesqueléticas destacam-se a irregularidade da densidade óssea, hipoplasia da cartilagem, baixa estatura, frouxidão ligamentar e hipotonia muscular. Essas condições associadas à capacidade reduzida de gerar força nos músculos influenciam diretamente no desenvolvimento físico e motor dos indivíduos com SD (BARTLO; KLEIN, 2011). Pessoas com SD podem desenvolver desgastes e alterações musculoesqueléticas que acabam por interferir na qualidade da força muscular, exercendo impacto negativo sobre sua funcionalidade (SHIELDS et al., 2008), bem como alterações no padrão de marcha, redução na capacidade pulmonar devido à fraqueza dos músculos respiratórios e reações posturais automáticas lentas, prejudicando o equilíbrio (CARMELI et al., 2002; GOMES; BARELA, 2007).

Diversos estudos indicam que a manutenção de uma postura estável do corpo em pessoas com SD é menor quando comparado com seus pares sem deficiência (AGIOVLASITIS et al., 2009; BARTLO; KLEIN, 2011; CABREZA-RUIZ et al., 2011). Tal instabilidade se manifesta devido à queda na sensibilidade do corpo, orientação espacial reduzida e declínio considerável nos níveis de equilíbrio estático e dinâmico, que podem desencadear movimentos desajeitados e aumento do risco de quedas (CARMELI et al., 2002; LAHTINEN; RINTALA; MALIN, 2007; SZYMANSKA et al., 2012). Entretanto, algumas teorias tentam explicar certas alterações nas pessoas com SD, como por exemplo o padrão de co-contração, que segundo Virji-Babul e Brown (2004) sugerem que esta é decorrente da dificuldade de gerar forças adequadas.

Outros aspectos pertinentes aos déficits de controle postural foram descritos por Bartlo e Klein (2011) e, segundo os autores, podem ser explicados devido às alterações biomecânicas, como diferença na densidade óssea, hipoplasia da cartilagem e alterações nas propriedades dos ligamentos. Essas alterações podem influenciar a capacidade de gerar torque articular (SHIELDS; DODD, 2004), bem como influenciar negativamente a habilidade de realizar tarefas diárias, como a manutenção do equilíbrio e a capacidade de marcha eficiente em decorrência de elevada fraqueza muscular.

Diante desse quadro, variáveis como força muscular e equilíbrio corporal são motivo de preocupação, uma vez que a literatura tem demonstrado que indivíduos com esta condição apresentam força muscular até 50% menor nos membros inferiores e superiores quando comparadas a pessoas com deficiência intelectual sem SD, da mesma forma em comparação àquelas sem deficiência (COWLEY et al., 2010; SHIELDS et al., 2008; SHIELDS; TAYLOR, 2010; WEBER; FRENCH, 1998).

Já com relação ao equilíbrio corporal, alguns estudos têm apontado que a hipotonia muscular pode exercer forte efeito negativo sobre o desenvolvimento e utilização de ações que envolvam esta capacidade (AGIOVLASITIS et al., 2009; DELLAVIA et al., 2009; GUPTA, 2011) e que a prática de atividades físicas pode ser benéfica para esta população independentemente da idade (CARMELI et al., 2004; RIMMER et al., 2004; RIMMER; MARQUES, 2012; SHIELDS et al., 2008; WEBER; FRENCH, 1998) como reportado nos estudos com lactentes síndrômicos de Wu et al. (2007), Wu et al. (2008), Wu et al. (2010), Ulrich et al. (2001) e Ulrich et al. (2008). A esse respeito alguns estudos (LOOPER, 2006; ULRICH et al., 2001; ULRICH et al., 2008; WU et al., 2007), verificaram que lactentes síndrômicos com idade média de 10 meses participantes de programa de treinamento em esteira apresentaram o início da caminhada independente oito semanas depois das crianças sem a síndrome.

Estes estudos também pontuam que as alterações posturais podem ocorrer durante várias situações e fases da vida na população síndrômica, sendo que as razões específicas dessas alterações são pouco exploradas e não estão totalmente identificadas. No entanto, até o momento parece haver consenso sobre os benefícios advindos dos programas de atividade física para a população com SD com relação às características da síndrome, bem como a importância do conhecimento das alterações biomecânicas e neurobiológicas para a compreensão dos déficits posturais. Além disso, as características como contexto ambiental, experiência e prática têm

grande influência sobre esses déficits, em especial sobre as variáveis envolvendo a capacidade de marcha.

3.3.2 Marcha com Ultrapassagem de Obstáculo

As adaptações posturais de ultrapassagem sobre obstáculos podem mostrar-se menos eficazes na população com SD (RIGOLDI et al., 2011; SMITH et al., 2011). Com as alterações decorrentes nos padrões da marcha, relacionadas com as adaptações e estratégias posturais, nas variáveis espaçotemporais, na coordenação e no centro de massa durante a caminhada, quando colocado em tarefas como a ultrapassagem de obstáculos, as alterações ficam ainda mais evidentes (WU et al., 2010). A necessidade de uma maior organização motora na população síndrômica, decorrente das alterações físicas e cognitivas, e as adaptações posturais mais conservadoras podem levá-los a uma maior instabilidade postural e, conseqüentemente aumentar o risco de quedas (SMITH et al., 2011).

Assim, os parâmetros temporais e angulares da marcha que estão envolvidos são: redução da velocidade da marcha; mudança do comprimento da passada; aumento da largura do passo; aumento do duplo apoio; e maior verticalização do dedo do pé relacionado ao solo, o que, para a população com SD, pode significar uma grande instabilidade postural (CAETANO et al., 2016; PIERUCCINI et al., 2018).

A ultrapassagem de obstáculos requer uma reorganização do padrão da marcha, geralmente observado a dois passos antes da ultrapassagem, tudo isso dependendo da tarefa concomitante e da altura do obstáculo (PIERUCCINI et al., 2018). Estudos indicam (JANSEN et al., 2014; PIERUCCINI et al., 2018) as estratégias de desvio de obstáculos, sugerindo que na população com SD os mecanismos responsáveis por tais estratégias são mais lentos, como tempo de movimento, tempo de reação e estratégias posturais adequadas. O posicionamento do corpo no ambiente necessita de atualizações constantes para prever e agir sobre possíveis colisões (CAETANO et al., 2016; JANSEN et al., 2014).

Patla e Rietdyk (1993) avaliaram a consistência na distância de decolagem e elevação do pé, durante a ultrapassagem de obstáculos, localizados de 4 a 5 passos à frente, permitindo os ajustes necessários para o comprimento do passo e para a colocação consistente do pé antes do obstáculo. Patla e Vickers (1997) verificaram o papel da visão na fase de abordagem e durante a ultrapassagem de obstáculos, descobrindo o papel essencial durante a colocação do pé, antes e na trajetória do membro inferior, sobre o obstáculo.

Estudos (CAPIO et al., 2017; JUNG et al., 2017) trazem análises relacionadas à trajetória do pé durante a ultrapassagem de obstáculo, mostrando a variabilidade de estratégias posturais e adaptações durante essa condição. Pessoas com SD têm padrões de movimentos da marcha alterados devido à instabilidade postural dinâmica, pela capacidade reduzida das articulações dos membros inferiores e pela hipotonia e consequente diminuição de força muscular. Ainda, a menor flexão dorsal do tornozelo durante a ultrapassagem de um obstáculo pode aumentar as chances de um contato dos dedos dos pés com o obstáculo (CAPIO et al., 2017).

A caminhada com obstáculo tende a mudar a marcha, com alterações no posicionamento do pé durante e após a ultrapassagem do obstáculo (VIMECARDI et al., 2013). Ocorre, também, um aumento do tempo de contato do pé com o solo ao necessitar de mais tempo para adaptações posturais e maior estabilidade dinâmica do que em jovens sem deficiência (VIMECARDI et al., 2013). Com essas mudanças, mesmo quando o obstáculo tem uma altura baixa, como em situações cotidianas, aumentam-se os riscos de quedas (WU et al., 2015). As propriedades físicas do obstáculo podem influenciar na trajetória do pé sobre o obstáculo, como altura, largura e orientação (PATLA; RIETDYK, 1993)

Ao realizar a ultrapassagem do obstáculo, ocorrem algumas adaptações para um melhor ajuste do movimento, como diminuição do comprimento e largura da passada, maior distância vertical do pé ao obstáculo e diminuição da velocidade horizontal do membro inferior antes da ultrapassagem (VIMECARDI et al., 2013; VIMECARDI et al., 2012). Além dessas alterações relacionadas aos mecanismos sensorio-motores, quanto maior a demanda atencional da locomoção, mais mecanismos cognitivos estarão envolvidos para a tomada de decisão e para as adaptações posturais da tarefa (GALLI et al., 2015).

Pessoas com SD apresentam uma diminuição da massa muscular e da capacidade de gerar força nos músculos até 50% menos que seus pares com deficiência intelectual e sem SD, sendo uma redução gradativa devido ao baixo índice de atividade física e elevada prevalência do sedentarismo nessa população, além do que há uma grande diminuição da força na musculatura do joelho e do quadril (GUPTA et al., 2011; LI et al., 2013).

Outro conceito que vem sendo analisado é a redução da força muscular (GUPTA et al., 2011; LI et al., 2013; SHIELDS; DODD, 2010). As diminuições da massa e da força muscular podem atribuir questões comprometedoras para a população com SD. A diminuição da mobilidade e da independência para as atividades diárias, a diminuição da capacidade para realizar tais atividades ligadas às habilidades motoras, como deslocar-se de um lado ao outro, agachar, alcançar objetos, apreender esses objetos, levantar e sentar, subir escadas e inclusive a

caminhada tornam-se atividades mais difíceis, demandando mais gasto energético, o que pode ocasionar quedas e fraturas (CHEN et al., 2013; SHIELDS, DODD, 2010; RIMMER; MARQUES, 2012; WU et al., 2015).

A força muscular requer uma integração com a capacidade de contração muscular rápida. Como a população com SD apresenta decréscimos na força e na massa muscular, a potência fica comprometida, interferindo diretamente em atrasos motores, relacionados a estímulos externos, como tropeços e ultrapassagem de obstáculos (VIMECARDI et al., 2013; VIMECARDI et al., 2012). As quedas podem ocorrer rapidamente após uma perturbação externa, aproximadamente 200 a 500 milissegundos, sendo necessárias respostas e estratégia posturais rápidas para restabelecer o equilíbrio (VIMECARDI et al., 2013; VIMECARDI et al., 2012).

De acordo com alguns autores, esse declínio deve-se ao fato de características intrínsecas da síndrome, como hipotonia muscular e frouxidão ligamentar, bem como o fato das pessoas com SD não incorporarem a prática de atividade física diária como rotina ou, até mesmo, devido à atrofia muscular devida ao desuso (CHEN et al., 2013; CHEN; RINGENBACH, 2018; RIMMER; MARQUES, 2012; SHIELDS et al., 2010;).

A associação entre força de membros inferiores e padrão motor da marcha vem sendo analisada em estudos (BORSATI et al., 2013; SMITH et al., 2011) que indicam a diminuição de força como um dos fatores para as alterações da velocidade e do comprimento dos passos. Os distúrbios do padrão de marcha podem ser analisados pela deterioração dos músculos dos membros inferiores (SMITH et al., 2011). Observa-se, assim, uma associação entre a marcha prejudicada e a redução da qualidade do movimento, com a potência muscular apresentando-se como fator subjacente aos déficits no controle motor e do equilíbrio (BORSATI et al., 2013).

Um meio que vem se mostrando eficaz para minimizar esses aspectos é o efeito protetor do exercício físico. Pesquisas (BORSATI et al., 2013; CAPIO et al., 2017; CHEN et al., 2013; CHEN; RINGENBACH, 2018; WU et al., 2015) apontam a eficácia da prática regular de exercícios físicos nos aspectos funcionais, cognitivos e motores na população com síndrome de Down.

Segundo Chen e Ringenbach (2018), o exercício físico influencia positivamente nas ações motoras, assim como nos padrões de locomoção, nas estratégias de controle motor e nos mecanismos perceptivos-motores, possibilitando o desenvolvimento e diversificando os estímulos motores comuns em atividades diárias da população, em especial na população com SD.

3.4 Treinamento resistido e treinamento funcional

O treinamento resistido (TR) é a atividade na qual cada esforço é realizado contra uma força oposta específica, que será uma resistência ao movimento. Sobre a força muscular, conceitualmente, esta é uma expressão usada para definir a capacidade que a musculatura tem de produzir tensão ao esqueleto. Essa tensão provoca alterações, possibilitando o movimento de forma harmoniosa e coordenada.

De acordo com o tipo de contração muscular, o exercício resistido pode ser dividido em dois subgrupos: dinâmico e isométrico. O treinamento resistido dinâmico envolve contrações musculares concêntricas e excêntricas e, portanto, está relacionado com as mudanças de tensão e comprimento muscular. Já o exercício resistido isométrico envolve a sustentação da contração muscular a uma carga ou resistência imóvel, e por isso não ocorre mudança no comprimento dos músculos envolvidos na contração (CORNELISSEN; SMART, 2013).

O treinamento resistido é comumente utilizado para melhora de força em atletas e na população em geral (ROBBINS; MARSHALL; MCEWEN, 2012). Além destes benefícios, a prática de exercícios resistidos também resulta em melhora de variáveis relacionadas à composição corporal e indicadores antropométricos (ANDRIOLO et al., 2010; MILLAR et al., 1993; RIMMER et al., 2004; SHIELDS et al., 2013; TSIMARAS et al., 2003), capacidade cardiorrespiratória (LI et al., 2013; MENDONÇA et al., 2011; MENDONÇA et al., 2013), força muscular (COWLEY et al. 2011; GUPTA, 2011; MODESTO; GREGUOL, 2014; SHIELDS et al., 2008; SHIELDS et al., 2010; SHIELDS et al., 2013) e equilíbrio (CARMELI et al., 2002; GUPTA, 2011), bem como redução da pressão arterial (CAJASUS et al., 2012; SERON et al., 2015), melhora da sensibilidade à insulina (MANN; BEEDIE; JIMENEZ, 2013; MENDES et al., 2013) e ganhos importantes da densidade mineral óssea (PHILLIPS et al., 2017).

Outro aspecto relevante no que se refere ao treinamento resistido é sua influência no perfil lipídico. Estudos indicam redução no colesterol total, aumento no HDL colesterol e, em alguns casos, redução no LDL colesterol, em resposta ao treinamento resistido (MANN; BEEDIE; JIMENEZ, 2014; PRADO; DANTAS, 2002). Entende-se que estes benefícios estão relacionados à melhora da atividade enzimática (aumento da lipase lipoproteica, lectina-colesterol-acil-transferase e diminuição da lipase hepática) (PRADO; DANTAS, 2002). Além disso, pesquisas apontam que com a prática de exercícios resistidos, principalmente de alta intensidade, há maior mobilização dos transportadores de glicose GLUT-4 e melhora na

sensibilidade à insulina, refletindo na melhora do perfil glicêmico dos praticantes (MENDES et al., 2013).

Ainda, Modesto e Greguol (2014) verificaram em seu estudo de revisão que existe uma convergência de resultados apontando para a influência benéfica do treinamento resistido sobre as variáveis força muscular (COWLEY et al. 2011; SHIELDS et al., 2013; SHIELDS; TAYLOR, 2010), resistência muscular (SILVA JR et al., 2007; SHIELDS et al., 2008), composição corporal (NETO et al., 2009; NETO et al., 2010), equilíbrio (GUPTA, 2011) e atividades funcionais (RIGOLDI et al., 2011), que os protocolos de treinamento utilizados para pessoas com SD não diferem das recomendações para a população em geral sem deficiência (ACMS, 2010) e que existe uma grande aceitação por parte desta população dos programas de treinamento resistido.

Considerando que em qualquer fase da vida a força muscular pode refletir o estado de saúde do indivíduo, como também seu nível de aptidão física, estudos (CARMELI et al., 2004; COWLEY et al., 2010; SHIELDS; DODD, 2004; SHIELDS et al., 2008) têm ressaltado a importância do ganho da força em crianças, adultos e idosos com SD. Pesquisas apontam que a prática de exercícios resistidos, principalmente de alta intensidade, está associada ao aumento da força muscular, gerando hipertrofia e aprimorando as respostas coordenativas, devido à melhora dos impulsos nervosos à placa motora (LIN; WANG, 2012).

Tendo em vista que a hipotonia muscular é uma das principais características dessa população e pode exercer forte efeito negativo sobre o desenvolvimento e utilização de ações motoras, equilíbrio, instabilidade e habilidade de marcha (AGIOVLASITIS et al., 2009; WANG et al., 2012), o TR parece ser imprescindível para manutenção da autonomia e bons níveis de independência.

No que se refere ao treinamento funcional (TF), este método de treino já é amplamente utilizado entre os profissionais que atuam com a prescrição de exercícios físicos. No entanto, as pesquisas científicas sobre este método ainda são bastante recentes (SOUZA; NETO; GRIGOLETTO, 2016). O treinamento funcional inclui atividades e movimentos que são considerados funcionais. São movimentos multiarticulares e que exigem a integração de diferentes movimentos (GRIGOLETTO; BRITO; HEREDIA, 2014).

O Colégio Americano de Medicina Esportiva (ACSM, 2009) define o treinamento funcional como atividades ou exercícios resistidos voltados diretamente para melhora do desempenho das atividades da vida diária (AVDs) e movimentos associados aos esportes. O termo funcional pode ser entendido como: a) relativo a função ou desempenho, b) relativo as

funções vitais; c) algo que é capaz de cumprir eficientemente seus propósitos utilitários; d) também é usado como um adjetivo particular ou relativo a funções biológicas ou psíquicas (GRIGOLETTO; BRITO; HEREDIA, 2014). Então, o treinamento funcional deve ser voltado para o desenvolvimento das funções humanas como agachar, levantar, empurrar, puxar e girar (BOYLE, 2003).

No entanto, apenas selecionar alguns tipos de exercícios caracterizados como funcionais não contempla todo este método de treinamento. Assim como qualquer método de treinamento, a organização da frequência e característica dos estímulos, o volume das sessões e a recuperação entre os treinos também deve ser controlada (GRIGOLETTO; BRITO; HEREDIA, 2014). O treinamento funcional está amparado na proposta de melhoria de aspectos neurológicos que conduzem à capacidade funcional do corpo humano, empregando exercícios que estimulem os diferentes componentes do sistema nervoso, gerando, dessa forma, sua adaptação (CAMPOS; CORAUCCI NETO, 2014; SILVA, 2011). Com o TF, nota-se um maior grau de liberdade de execução dos movimentos, já que é admissível realizar movimentos em diversas magnitudes que abrangem a redução, a estabilização e produção de força, os quais utilizam mais de uma divisão corporal ao mesmo tempo, podendo ser realizado de forma integrada por meio de movimentos multiarticulares e multiplanares e envolvendo diversas ações e capacidades físicas, sendo elas o equilíbrio, força, velocidade, coordenação, flexibilidade e resistência (DIAS, 2011).

Assim, o principal objetivo do TF é promover um resgate da aptidão do indivíduo utilizando-se de um planejamento individualizado e personalizado, sendo possível aprimorá-la, independente do seu grau de condição física e das atividades que ele desenvolva, utilizando exercícios que incluem atividades do dia a dia de forma integrada (SILVA, 2011).

Não há muitos estudos e nem informações que comprovem que a prática do TF possa ser viável e/ou eficaz para pessoas com SD. No entanto, estudos realizados na população sem deficiência como o de Sperlich et al. (2017), verificaram a redução de gordura e aumento de massa magra em mulheres com sobrepeso com idade média de 22 anos após 9 semanas de treinamento funcional. Já Feito et al. (2018) verificaram redução de gordura em homens adultos após 16 semanas de treinamento funcional e não verificaram melhora na densidade mineral óssea (DMO). No entanto, os autores argumentam que o TF pode estimular mais a produção de massa óssea, já que grande parte dos exercícios são realizados em postura em pé, envolvendo saltos por exemplo, que trazem maior impacto aos ossos.

Em outro estudo, Agüero et al. (2011A) aplicaram um protocolo de 23 semanas de treinamento envolvendo um circuito com saltos pliométricos, flexões de braços apoiados na

parede, fortalecimento de membros superiores com bandagens elásticas e arremesso de medicine ball. A intensidade dos exercícios era controlada pela resistência da bandagem elástica e peso da medicine ball. Mesmo que o autor não tenha qualificado seu método de treinamento como funcional, as atividades utilizadas também se aplicam a esta forma de treino, na qual o peso do próprio corpo (saltos e flexões) pode ser utilizado como sobrecarga e são priorizados exercícios multiarticulares. Foram verificados os efeitos da intervenção na composição corporal por meio de DEXA. Ao final do programa, não foi percebida redução no percentual de gordura, mas um aumento na massa magra do corpo inteiro e dos membros inferiores.

Além do exposto, segundo Dias (2011), o TF aborda movimentos que utilizam várias frações corporais de uma só vez, fazendo com que possam ser realizados em diversos planos e envolvendo várias ações musculares. Sendo assim o treinamento envolve uma gama de capacidades físicas como o equilíbrio, velocidade, força, flexibilidade e resistência, pois trabalha grandes grupos musculares e movimentos e não apenas músculos isolados. Diante disso, TF tem sido muito utilizado com idosos. Lustosa et al. (2010) analisaram a influência de um programa de TF em idosas com idade superior a 60 anos e constataram que houve uma melhora na execução das atividades instrumentais da vida diária (AIVD) e no equilíbrio estático.

Chaves et al (2017) verificaram a influência do TF e treinamento descrito como tradicional sobre a força muscular, qualidade de vida e qualidade dos movimentos em idosos. O estudo constatou que ambos treinamentos foram eficientes no quesito força muscular, porém apenas o grupo de TF teve uma melhora significativa na qualidade do movimento e qualidade de vida. Em outro estudo realizado por Lopes (2006) com idosos acometidos pela doença de Parkinson com um programa de treinamento caracterizado como funcional e de ginástica geral, os resultados mostraram melhoras no grupo exercício em relação ao grupo controle na capacidade funcional, flexibilidade, agilidade e equilíbrio dinâmico e força.

Pucinelli (2010) acompanhou 12 participantes com esquizofrenia e transtorno de humor, divididos em (grupo experimental e grupo controle) de ambos os sexos, com idades entre 30-40 anos, com protocolo de TF e musculação duas vezes na semana durante 12 semanas. O estudo constatou que ambos treinamentos foram eficientes no quesito força muscular, porém apenas o grupo de TF teve uma melhora significativa nas variáveis massa corporal total, índice de massa corporal e perímetros corporais das regiões da coxa e antebraço. Já no estudo, Casseiro et al. (2017), foi verificado que o TF foi eficaz tanto para ganho de força muscular como foi capaz de reduzir desconforto osteomuscular em mulheres jovens.

Rossi et al. (2017) não verificaram diferenças na glicemia após oito semanas de treinamento funcional em mulheres pós-menopausa. Os autores reportam que não foram localizadas pesquisas envolvendo os efeitos deste modelo de treinamento na glicemia em outras populações.

Algumas pesquisas com treinamento combinado têm sido realizadas na população com SD. Rimmer et al. (2004) aplicaram treinamento aeróbio combinado com resistido e constataram redução no diâmetro de dobras cutâneas. Ordoñez, Rosety e Rodriguez (2006) trabalharam com treinamento na água combinado com terra e verificaram redução no percentual de gordura avaliado por dobras cutâneas, mas não foi percebido aumento de massa magra. Já Florentino Neto, Pontes e Fernandes Filho (2010) verificaram redução no percentual de gordura e aumento de massa magra ao final das 12 semanas de prática de treinamento resistido combinado ao aeróbio.

Em sua revisão de literatura, Li et al. (2013) verificaram diferentes protocolos de treinamento utilizados em pessoas com SD: treinamento em esteira ergométrica, bicicleta ergométrica, ergômetro de remo, treinamento resistido, treinamento em esteira combinado com jogos, treinamento resistido combinado com treinamento de equilíbrio, treinamento de força combinado com cardiovascular e um modelo de treinamento envolvendo caminhadas, escadas e esportes. Os períodos de intervenção variaram de 6 a 25 semanas. Nenhum dos protocolos envolveu modelos de treinamento funcional. Ainda, não foram localizados outros estudos que avaliaram efeitos deste tipo de exercício em pessoas com SD, reafirmando a necessidade de pesquisas que investiguem o método de treino funcional.

Ressalta-se que, de uma forma geral, o treinamento com exercícios funcionais não necessita de um material específico e desenvolvem o controle e estabilização dos movimentos, a habilidade para realizar cada movimento, a eficiência neuromuscular e o fortalecimento da musculatura postural, importantes para a realização de todos os movimentos, devendo, desta forma, ser melhor investigado.

3.5 Métodos de treinamento para pessoas com síndrome de Down

A literatura tem apresentado crescente interesse na verificação da efetividade dos programas de atividade física nos componentes relacionados à saúde de indivíduos com síndrome de Down (SD). Marques (2008) realizou um estudo epidemiológico que só vem a reforçar a necessidade de incremento de maior atividade para essa população ainda na

adolescência. Os resultados mostraram que dos 2.187 participantes, os valores de IMC (kg/m^2) estavam acentuados especialmente para aqueles entre os 14 e 15 anos de idade. Os valores do IMC (kg/m^2) deste estudo são preocupantes em relação ao sobrepeso e obesidade (43% nos homens e 57% nas mulheres), uma vez que os participantes eram crianças e adolescentes dos 10 aos 20 anos.

Embora a prática de atividade física pareça ser uma necessidade iminente para a população, as pessoas com e sem deficiência não conseguem incorporá-la em suas atividades cotidianas. Segundo Rimmer et al. (2004), pouco se sabe sobre o motivo de a maioria das pessoas com deficiência não conseguirem integrar a atividade física regular em seu estilo de vida. Assim, engajar-se em um estilo de vida saudável parece tarefa complicada, pois praticar atividade física geralmente requer capacidades de força, equilíbrio, coordenação e resistência e, pensando nas limitações da própria deficiência, um ou mais destes atributos podem ser afetados, restringindo o interesse e a aptidão física para a prática (BARR; SHIELDS, 2011; RIMMER; MARQUES, 2012).

Buscando analisar a baixa participação em programas de atividade física por pessoas com SD, Bar e Shields (2011) e Mahy et al. (2010) identificaram os facilitadores e as barreiras enfrentados por crianças e adultos, respectivamente. Os principais resultados para crianças sugerem que a família tem influência positiva para superar as limitações associadas à SD, sendo a participação familiar determinante para a manutenção de um estilo de vida ativo. Os resultados encontrados nos adultos com SD apontam o apoio das pessoas como fundamental na participação em programas de atividade física.

Apesar das barreiras e algumas limitações impostas pela síndrome, a prática de atividade física é muito recomendável especialmente para jovens com SD, a fim de evitar maiores riscos para a saúde na idade adulta e contribuir para uma maior autonomia ao longo da vida (RIMMER; MARQUES, 2012). No entanto, Bar e Shields (2011) citam que as razões dos diferentes níveis de participação na prática de atividades físicas entre pessoas com e sem SD ainda não estão bem estabelecidas. Entretanto afirmam que as limitações advindas da síndrome podem influenciar negativamente a prática e explicar tais diferenças de participação. Além disso, é possível que fatores sociais, ambientais e familiares também possam influenciar neste quadro (RIMMER; MARQUES, 2012).

Vale também pontuar que poucos são os programas destinados à população sindrômica, em especial nas idades mais avançadas. Em uma revisão sistemática realizada por Li et al. (2013), foi analisado o impacto das intervenções de exercícios físicos na aptidão física de

peessoas com SD. Foram inclusos 10 estudos que avaliaram equilíbrio, força muscular, aptidão cardiovascular e composição corporal. Como resultados, os autores apresentaram que as intervenções proporcionaram de moderadas a altas melhoras na força muscular e equilíbrio, enquanto outros resultados apresentaram-se inconclusivos ou com limitadas evidências positivas. Sobre os métodos de treinamento utilizados, os pesquisadores encontraram pesquisas com diferentes tipos de intervenção, desde métodos de treinamento aeróbio em esteira, bicicleta ergométrica e remoergômetro, métodos de treinamento resistido, assim como métodos de treinamento combinado aliando exercício aeróbio ao resistido, e estas duas formas com atividades de equilíbrio. A maior parte dos estudos propunha sessões de treinamento duas ou três vezes na semana com duração variando entre 10 a 80 minutos por sessão.

Nas pesquisas em que foi realizado treinamento combinado, percebeu-se melhora da força muscular. Já em relação ao equilíbrio, um estudo com um protocolo de treinamento em esteira encontrou melhora nesta variável. No que se refere à resistência cardiovascular, mensurada pelo $\dot{V}O_{2pico}$, um programa de treinamento em esteira resultou em melhora nesta variável, enquanto uma intervenção em cicloergômetro não apresentou melhoras no $\dot{V}O_{2pico}$ (LI et al., 2013). No que se refere à composição corporal, os estudos trazidos pela revisão apresentam resultados controversos. Duas pesquisas, uma com intervenção com treinamento combinado e uma com treinamento aeróbio não resultaram em melhora na composição corporal. Já em outra pesquisa em que foi realizado um programa de treinamento combinado, percebeu-se redução da gordura corporal e ganho de massa muscular.

Com isso, pode-se perceber que ainda não existe na literatura um consenso sobre qual o melhor método de treinamento para as pessoas com síndrome de Down. Já foram pesquisados e realizados protocolos de treinamento aeróbio, treinamento resistido e treinamento combinado (aeróbio/resistido) e mesmo as pesquisas que investigam o mesmo protocolo de treinamento apresentam resultados discrepantes.

A esse respeito, Rimmer (1999) pontua que é aceito pela comunidade científica e pedagógica que a atividade física, quando bem estruturada e adequada, tem ação benéfica nas pessoas com deficiência intelectual, entretanto, até o momento são poucas as pessoas com SD que aderiram à prática regular de atividades físicas. Em um estudo realizado por Hinckson e Curtis (2013), estes verificaram em uma revisão sistemática com 30 artigos os efeitos da atividade física em pessoas com deficiência intelectual e com síndrome de Down. Os autores pontuam que, embora com diferentes metodologias, os resultados foram consistentes e positivos para ambos, no entanto quando relacionados à população com SD foi encontrando um nível de

atividade física (NAF) baixo em relação à população com deficiência intelectual, porém sem a síndrome. Esses achados mostram um quadro preocupante quanto às implicações que podem ser desencadeadas na saúde desses indivíduos devido ao baixo padrão de atividade física encontrado.

Em outro estudo, Shields et al. (2010) realizaram uma pesquisa com 19 crianças com SD com idades entre 7 e 17 anos. A atividade física (aeróbia ou anaeróbia) foi medida durante sete dias consecutivos, usando um acelerômetro na cintura para verificar se os sujeitos atingiam as recomendações de atividade física proposta para essa faixa etária e constatou-se que apenas oito indivíduos realizavam 60 minutos diários de atividade física moderada. O padrão de atividade física encontrado na população com SD tem sido considerado insuficiente para a promoção de saúde, sendo necessária assim a criação de programas e intervenções que promovam a prática de atividade física, pois como sabemos a prática regular de atividade física pode promover diversos benefícios às pessoas com e sem deficiência em especial para população síndrômica.

Nesse sentido, a literatura tem apresentado uma gama de pesquisas destinadas à população com SD. Os estudos de Casajus et al. (2012), Mosso et al. (2011) e Savucu (2010) verificaram melhora no $\dot{V}O_{2\text{pico}}$ em participantes com SD após intervenções com atividades esportivas, atividades aeróbias e jogos e exercícios de dança, respectivamente.

Em outro estudo, Eberhard; Enterradossi e Debû (1997) realizaram um programa de 12 semanas de treinamento aeróbio com jovens com SD de 15 a 21 anos. O programa consistia na prática de uma hora de atividade aeróbia em bicicleta ergométrica a uma intensidade de 60% do $VO_{2\text{máximo}}$ duas vezes na semana e jogos na escola que envolviam corridas e caminhadas durante uma hora por dia. Foi avaliado o perfil lipídico antes e após um teste incremental de 40 minutos em cicloergômetro, levando os participantes próximo à exaustão. O teste foi realizado antes e após o programa de treinamento. Ao final das 12 semanas os autores perceberam um aumento do HDL colesterol dos participantes.

Florentino Neto, Pontes e Fernandes Filho (2010), Ordoñez, Rosety e Rodriguez (2006) e Rimmer et al. (2004) verificaram redução na medida de gordura corporal após 12 semanas de treinamento com pessoas com síndrome de Down. Rimmer et al. (2004) aplicaram treinamento aeróbio combinado com resistido e constataram redução no diâmetro de dobras cutâneas. Ordoñez, Rosety e Rodriguez (2006) trabalharam com treinamento na água combinado com terra e verificaram redução no percentual de gordura avaliado por dobras cutâneas, mas não foi percebido aumento de massa magra. Já Florentino Neto, Pontes e Fernandes Filho (2010) verificaram redução no percentual de gordura e aumento de massa magra ao final das 12 semanas de prática de treinamento resistido.

Em três estudos conduzidos por Wu et al. (2007, 2008 e 2010), foram analisados o impacto do treinamento aeróbio em esteira em 86 lactentes com síndrome de Down divididos aleatoriamente em (30/26/30) respectivamente em cada estudo e 15 lactentes com desenvolvimento típico (DT) no estudo de Wu et al. (2007). Foram analisadas as variáveis relacionadas a cinemática da marcha como: velocidade, cadência, comprimento e largura do passo, estabilidade global e início da caminhada independente. Os resultados direcionam para benefícios de programas de atividade aeróbia para lactentes com SD e reportam maiores benefícios nos protocolos com maior intensidade em relação aos de baixa intensidade para essa população. E ainda quando se relaciona lactentes com SD e desenvolvimento típico (DT), os primeiros apresentam o início de caminhada tardio. No entanto quando foi comparado o efeito dos programas de treinamento de alta e baixa intensidade, as crianças com SD participantes do programa alta intensidade tiveram início de caminhada e padrões de estabilidade semelhantes as crianças com DT.

Outro estudo de Looper et al. (2006) também verificou alguns componentes da cinemática da marcha relacionando crianças com SD e com DT. Foi analisado o efeito do treinamento em esteira no comportamento angular da marcha em 35 crianças durante 6-8 meses após o início da caminhada independente. As crianças com SD obtiveram avanço no início do caminhar e melhora no desenvolvimento da marcha similares às crianças com DT.

O estudo realizado por Copetti et al. (2007) avaliou três crianças do sexo masculino com SD com média de idade de 7 anos. O grupo foi submetido a um programa com 13 semanas de treinamento com equoterapia com duração de 50 minutos por sessão utilizando um protocolo de treinamento básico de caráter educativo, com várias formas de andaduras do cavalo. O estudo verificou alterações significativas para a articulação do tornozelo para todos os sujeitos, redução da sobrecarga articular nos joelhos e melhora na qualidade da marcha dos sujeitos com SD.

Assim, ratifica-se a importância de investigar os efeitos de diferentes programas de treinamento para pessoas com SD, entre eles o treinamento combinado (aeróbio/resistido e/ou aeróbio/funcional), em especial o treinamento aeróbio/funcional, cujos efeitos ainda não são conhecidos nesta população. Considerando que o treinamento funcional é voltado para o desenvolvimento de atividades que tragam benefícios para a realização das atividades da vida diária (AVDs), e pensando especificamente nas pessoas com SD, este método pode ser voltado para suas maiores dificuldades, influenciando nas capacidades coordenativas e, conseqüentemente, em suas atividades cotidianas.

Por este motivo, novamente é reforçada a importância de estudos focando o impacto de programas de atividade física para pessoas com SD, como forma de oferecer informações para que os profissionais que atuam na área possam basear suas avaliações e prescrições em evidências científicas.

4. MATERIAIS E MÉTODO

4.1 Tipo de estudo

O presente estudo é caracterizado como quase experimental, tipo de pesquisa que avalia o efeito de intervenções nos participantes do estudo. Este método se caracteriza por estudos de casos ou grupos de casos, sendo que o método de pesquisa visa tentar preparar um delineamento para o ambiente mais próximo do mundo real, enquanto procura controlar, da melhor forma possível, alguns condicionantes que afetam a validade interna (THOMAS; NELSON; SILVERMAN, 2012).

4.2 Participantes da pesquisa

A pesquisa teve início com 41 participantes e terminou com 30 indivíduos com SD com idades dos 13 aos 24 anos e média de idade $17,4 \pm 3,2$ anos de ambos os sexos (17 meninos e 13 meninas) e com liberação médica para a prática de exercícios físicos e matriculados em instituições Ilece, Apae e Aps Down que atendem essa população na cidade de Londrina – PR. Os participantes selecionados com SD para a participação na pesquisa não realizavam nenhum tipo de prática regular de exercícios físicos antes do início do programa de treinamento. Os sujeitos com SD foram divididos aleatoriamente em três grupos, sendo GC (N=10): grupo controle (7 meninas e 3 meninos); GTR (N=11): grupo de treinamento resistido (7 meninos e 4 meninas) e GTF (N=9): grupo de treinamento funcional (6 meninas e 3 meninos).

Foram excluídos do estudo os indivíduos que apresentassem comprometimentos ortopédicos, cardíacos ou respiratórios, instabilidade atlanto-axial, que fizessem uso de medicamentos que alterassem a frequência cardíaca e que tivessem deficiência intelectual severa ou profunda. Ainda, foram excluídos da pesquisa os participantes que apresentassem frequência inferior a 85% nas sessões de treinamento.

Foram avaliados ainda em uma única ocasião 10 indivíduos com desenvolvimento típico (DT) com idade média de $18,3 \pm 0,08$ anos de ambos os sexos (5 meninos e 5 meninas), graduandos no primeiro ano do curso de Educação Física da Universidade Estadual de Londrina. Foram coletados com estes participantes apenas os dados relacionados à cinemática da marcha e os mesmos foram utilizados unicamente nas análises como referência de padrão “ideal” de movimento, sendo este grupo denominado GR (Grupo Referencial).

Os objetivos do estudo foram apresentados e todos os participantes e seus responsáveis legais assinaram um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) (APÊNDICE A). O presente estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da Universidade Estadual de Londrina (Parecer 1.215.776 / 2015) (ANEXO A).

4.3 Instrumentos e Procedimentos

Com exceção dos questionários e do estado maturacional, que foram aplicados e avaliados respectivamente apenas no início da pesquisa, os 30 participantes com SD foram avaliados antes e após 24 semanas do programa de treinamento. Foram avaliadas as variáveis antropométricas, as variáveis relacionadas à composição corporal e as variáveis relacionadas à cinemática da marcha. O desenho experimental encontra-se resumido na Figura 1.

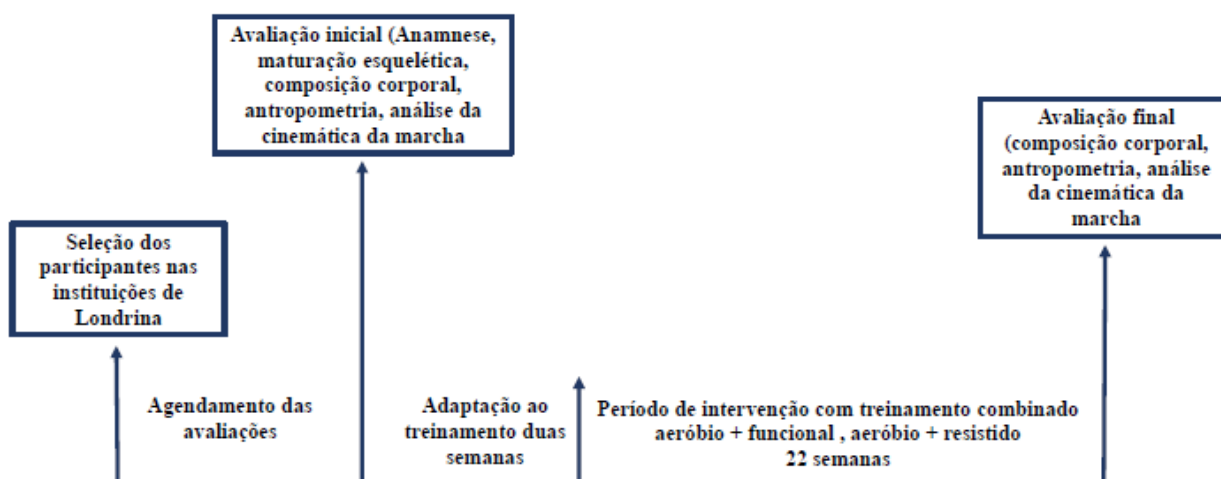


Figura 1 – Fases do estudo

Fonte: Elaborado pelo autor

4.3.1 "S wgnkqp" tku"

Foram aplicados dois questionários para os responsáveis pelos indivíduos com SD. O primeiro foi um questionário elaborado pelo próprio pesquisador, composto por questões a respeito da idade materna, escolaridade, idade, sexo dos responsáveis e ainda sobre a prática atividade física habitual e condições de saúde associadas dos indivíduos com SD (APÊNDICE B).

O segundo questionário aplicado foi relacionado ao nível socioeconômico das famílias, elaborado pela Associação Brasileira de Empresas de Pesquisa (ABEP, 2017). Este questionário

considera a posse de itens e o grau de instrução do chefe da família para classificar os indivíduos nas classes econômicas: A1, A2, B1, B2, C1, C2, D e E (ANEXO B).

4.3.2 Avaliações Físicas

Antes do início do programa de treinamento, os sujeitos com SD tiveram sua aptidão cardiorrespiratória avaliada para obtenção de informações para a prescrição do exercício aeróbio e o seu estado maturacional. Além disso, também foram avaliadas antes e depois do programa de treinamento de 24 semanas as variáveis relacionadas à antropometria, composição corporal e cinemática da marcha. Os participantes com desenvolvimento típico (DI) do grupo referencial (GR) foram avaliados apenas uma vez nas variáveis da cinemática da marcha.

Antropometria

A massa corporal (MC; kg) foi mensurada em todos os participantes com balança digital com precisão de 100g e a estatura (EST; cm) em estadiômetro de parede com escala de precisão de 0,1cm. O Índice de Massa Corporal (IMC; Kg/m²) foi calculado pela razão entre a massa corporal (MC; kg) e o quadrado da estatura (m²). O perímetro abdominal (CA; cm) foi medido no ponto médio entre a última costela e a crista ilíaca e o perímetro do quadril (CQ; cm) foi medido no ponto mais amplo dos glúteos.

Aptidão cardiorrespiratória

A aptidão cardiorrespiratória (consumo máximo de oxigênio – VO₂máx) foi avaliada através de um teste de esforço máximo validado para pessoas com Síndrome de Down (Fernhall et al., 1990). Esse teste consiste de uma velocidade inicial de 4km/h com 0% de inclinação. A cada dois minutos ocorreu um acréscimo de 2,5% da elevação da esteira até atingir uma elevação de 12,5%. A partir deste momento, a velocidade foi aumentada 1,6 km/h a cada minuto até a exaustão. O teste foi realizado em esteira (INBRAMED, modelo 10.200) utilizando o ergoespirômetro portátil (Cosmed k4b², Italy). Foi realizada uma sessão de familiarização antes do teste. Para determinação da evolução da capacidade aeróbia submáxima foram utilizados indicadores de frequência cardíaca e de consumo máximo de oxigênio obtidos durante os estágios intermediários do teste. A frequência máxima determinada no teste foi utilizada para fins de prescrição do exercício aeróbio nos grupos de intervenção.

Composição corporal

A avaliação da composição corporal foi realizada nos participantes com SD através de Densitometria com emissão de raios-X de dupla energia (DEXA), modelo Lunar Prodigy Advance, feita sempre pelo mesmo avaliador, em um laboratório da cidade de Londrina. Para os dados da composição corporal foram utilizados a massa e o percentual de gordura, a densidade mineral óssea (DMO) e o seu desvio padrão para pessoas da mesma faixa etária (Escore-Z), a massa e o percentual de tecido magro. Para análise da tendência da distribuição de gordura foram utilizados os percentuais de gordura androide e ginoide e a taxa androide/ginoide (A/G), calculada pela razão entre a massa de gordura androide (kg) e a massa de gordura ginoide (kg).

Maturação biológica – (Idade óssea)

A determinação da idade esquelética (IE) ou óssea foi realizada nos participantes com SD através do método de Greulich-Pyle (1959) em único momento. Este método é um exame radiográfico e confronta a radiografia da mão e do punho não dominantes de um indivíduo com um conjunto de radiografias que caracterizam sucessivos estados de desenvolvimento maturacional dos ossos em diferentes idades cronológicas para cada sexo. O indivíduo recebe uma idade óssea igual àquela do padrão ao qual se assemelha. Para isso um total de 28 pontos de ossificação é examinado durante a comparação. A idade óssea é considerada atrasada quando há uma diferença de 1,5 a 2 anos em relação à idade cronológica. Considera-se avanço de pelo menos um ano acima da idade cronológica.

Análise de Marcha

A análise de marcha foi realizada em todos os participantes da pesquisa. Para a avaliação da marcha, utilizou-se o sistema de análise de movimento em 3D e captura dos sinais do software Motive Body 1.8.0, com frequência de aquisição de 120Hz. O sistema é composto por 6 (seis) câmeras do sistema Optitrack (Natural Point, EUA), fixadas no teto da área de captura e posicionadas em pontos elevados no Laboratório de Biomecânica Aplicada da Universidade Estadual de Londrina (Figura 2).

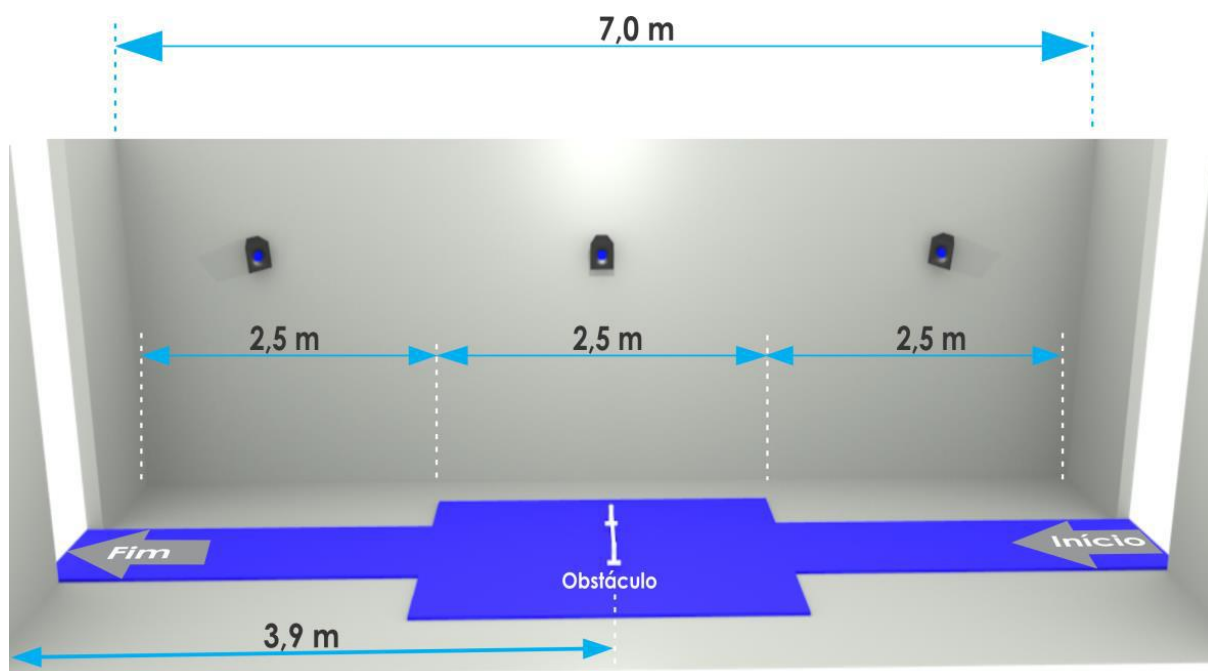


Figura 2 – Representação do ambiente de coletas.

Fonte: Raquel Martins (2018).

A área de coletas foi calibrada utilizando-se de um esquadro (Figura 3) para realizar a varredura do local de captura dos sinais. O sistema de referência adotado foi orientado da seguinte forma: eixo horizontal (Y) positivo para a tarefa, eixo lateral (X) positivo para o lado direito e o eixo vertical (Z) positivo para cima, obtido como o produto cruzado entre os vetores unitários representando as direções X e Y. Os marcadores foram identificados e reconstruídos tridimensionalmente por meio do software Motive Body 1.8.0. As coordenadas tridimensionais de cada um dos marcadores foram suavizadas por meio de um filtro digital passa-baixa Butterworth de 3º ordem e frequência de corte de 6 Hz, definido após a análise espectral (WINTER, 1979).



Figura 3 – Calibradores do sistema de câmeras Opitrack.

Fonte: Opitrack.

O obstáculo (Figura 4) foi construído em material de plástico de um centímetro de diâmetro, medindo 1m de comprimento, compostos por dois marcadores retrorreflexivos, com dois suportes de madeira com 0,75 m de altura e regulagem de altura. Caso o participante tocasse no material durante as tentativas, o mesmo não apresentava resistência, não oferecendo riscos de quedas ou lesões aos jovens com síndrome de Down.

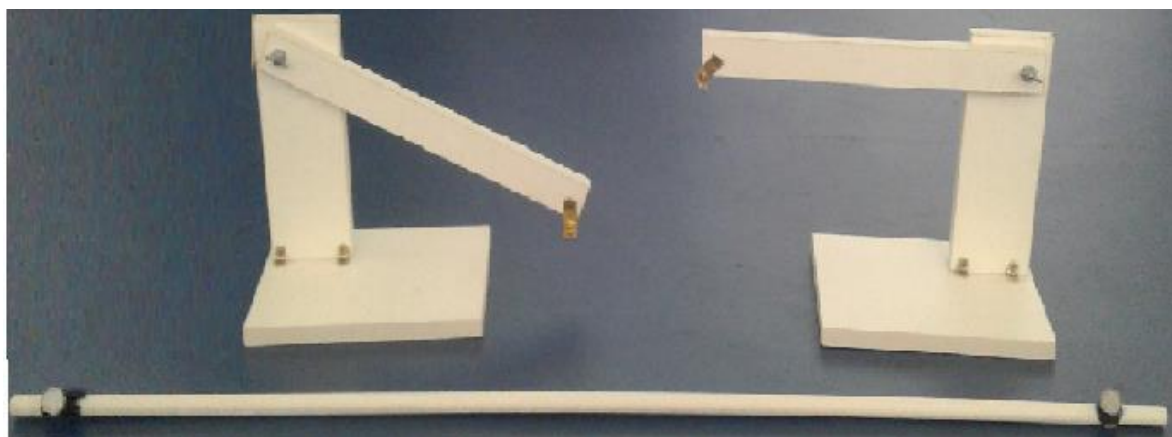


Figura 4 – Obstáculo.

Fonte: Elaborado pelo autor

As roupas utilizadas (Figura 5) para a avaliação da cinemática da marcha foram calção preto de lycra, camiseta regata preta e touca de elastano e poliamida.

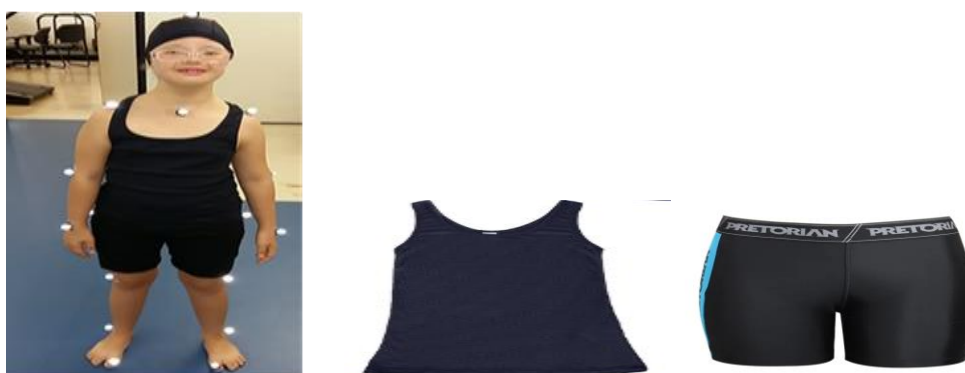


Figura 5– Modelo de calção, camiseta e touca utilizados na avaliação da marcha

Fonte: Elaborado pelo autor

Os marcadores retrorreflexivos foram colocados em 18 pontos anatômicos: Vertex, Supraesternal, nos segmentos corporais direito e esquerdo: Acrômio, Epicôndilo lateral, Turbéculo do rádio, Trocânter Maior, Epicôndilo lateral do fêmur, Maléolo lateral, Linha média do calcâneo, Hálux (Figura 6).

Os marcadores retrorreflexivos, de 1,5 cm de diâmetro foram colocados nos pontos anatômicos, formando os segmentos: pé, perna, coxa, tronco, braço e antebraço, pescoço e cabeça, para a construção do modelo biomecânico. Foi utilizada uma touca de elastano e poliamida para a colocação do marcador do ponto do Vertex. Dois marcadores identificaram o obstáculo.

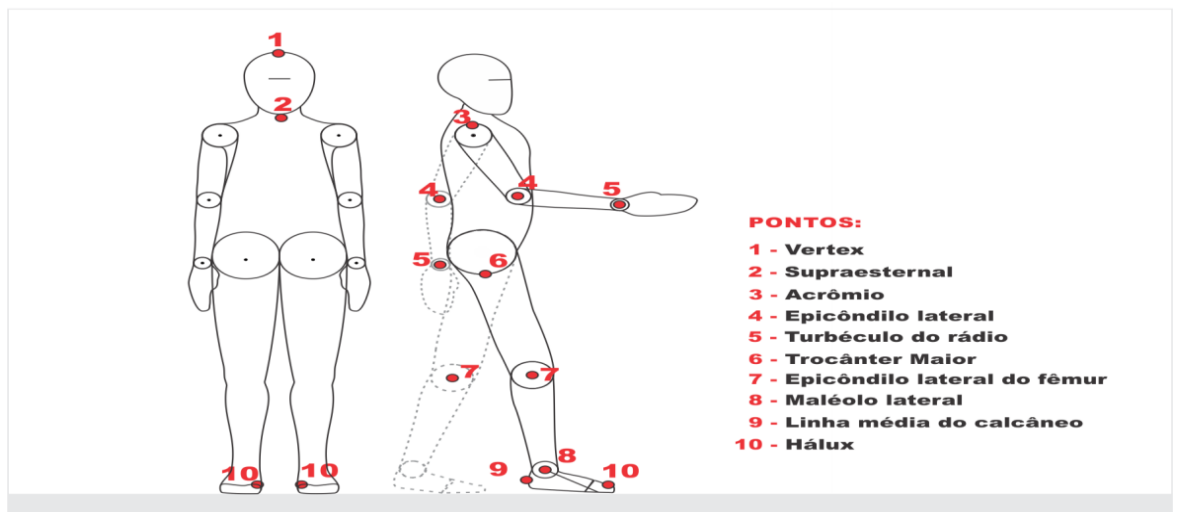


Figura 6 – Modelo biomecânico, baseado nas equações, com marcadores retrorreflexivos nos pontos anatômicos.

Fonte: (LEVA, 1996).

Para os procedimentos de coleta de dados foi utilizado um sistema de análise de movimentos que possibilitou a análise videográfica das características cinemáticas durante o andar. Para a análise biomecânica da marcha foram realizadas 10 tentativas em cada momento em três condições diferentes, em situações similares de iluminação, solo e temperatura. As condições foram:

- **marcha livre** – caminhar por 7 metros, a uma velocidade confortável (autossugerida). Os participantes iniciavam as tentativas após a voz de comando do avaliador: “Atenção, pode vir!” e o nome do avaliado;



Figura 7 – Marcha livre

Fonte: Elaborado pelo autor

- **marcha com obstáculo de 1% da estatura do participante** – caminhar por 7 metros a uma velocidade confortável (autossugerida) ultrapassando um obstáculo com altura de 0,2 centímetros para todos os participantes, conforme sugerido por Pieruccini-Faria et al. (2018), o que representaria pequenos obstáculos do dia a dia. O obstáculo foi colocado no centro da sala, após um ciclo de passada. Os participantes eram orientados a olharem para frente durante a tarefa e iniciavam a tentativa, após a voz de comando do avaliador: “Atenção, pode vir!” e o nome do avaliado;

A avaliação da marcha com transposição de obstáculo foi aleatória, ou seja, iniciava a transposição com 1% e depois 15% alternando as tentativas.



Figura 8 – Marcha com transposição de obstáculo de 1%

Fonte: Elaborado pelo autor

- **marcha com obstáculo 15% da estatura do participante** – caminhar por 7 metros a uma velocidade confortável (autossugerida) e ultrapassando um obstáculo com altura que ficou variando entre 0,19 a 0,27 centímetros em todos os participantes, conforme sugerido por Pieruccini-Faria et al. (2018). Esta altura poderia simular situações do dia a dia, como a transposição de guias de calçadas (ABNT, 2015). O obstáculo foi colocado no centro da sala, após um ciclo de passada. Os participantes eram orientados a olharem para frente durante a tarefa e iniciavam a tentativa, após a voz de comando do avaliador: “Atenção, pode vir!” e o nome do avaliado.

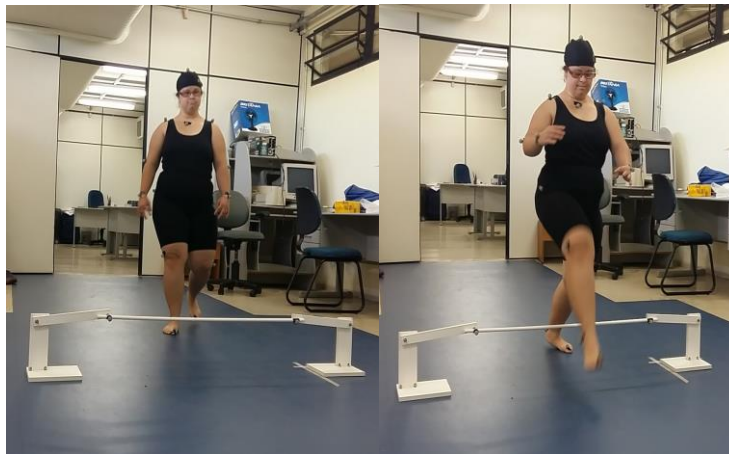


Figura 9 – Marcha com transposição de obstáculo de 15%

Fonte: Elaborado pelo autor

O centro de massa (CM) dos participantes com e sem a presença de obstáculos foi calculado ao longo do tempo levando-se em consideração os parâmetros inerciais individuais, obtidos segundo De Leva (1996).

O ângulo absoluto da coxa ao longo do tempo foi calculado em relação ao plano horizontal. Para as articulações do joelho e tornozelo, foram calculados os ângulos relativos. Todas as variáveis foram analisadas no software MatlabR 2016a.

As variáveis analisadas foram distribuídas em variáveis Espaço Temporais, Angulares e Centro de massa (CM):

➤ **Espaçotemporais da marcha:**

- Comprimento do passo (CP): distância entre o contato inicial do calcanhar de um pé até o contato do calcanhar do pé contralateral, na direção do deslocamento (Figura 10);

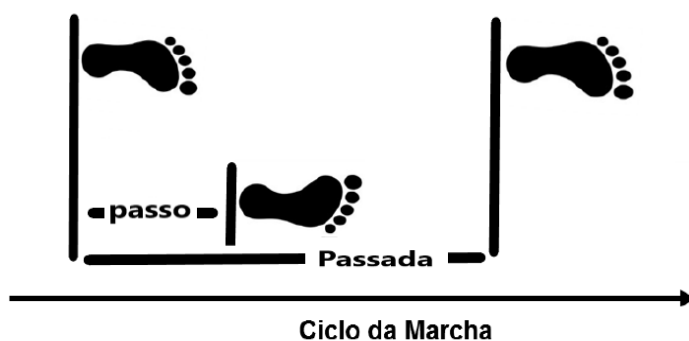


Figura 10 - Comprimento do passo sem obstáculo

Fonte: Elaborado pelo autor

- Largura do passo (LP): distância entre os dois pés (calcanhar) apoiados no solo no sentido médio-lateral (Figura 11);

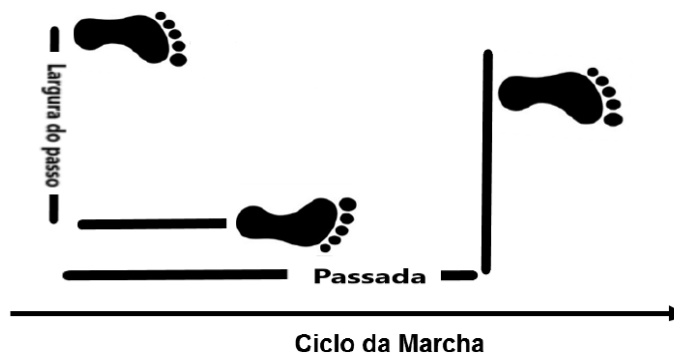


Figura 11- Largura do passo sem obstáculo

Fonte: Elaborado pelo autor

- Cadência de marcha (CAD): número de passos por segundo (Figura 12).



Figura 12 – Cadência de marcha número de passos por segundo.

Fonte: Elaborado pelo autor

➤ **Espaço temporais da marcha com Obstáculo:**

- Comprimento do passo (CPCO): distância entre o contato inicial do calcanhar de um pé até o contato do calcanhar do pé contralateral, na direção do deslocamento (Figura: 13);

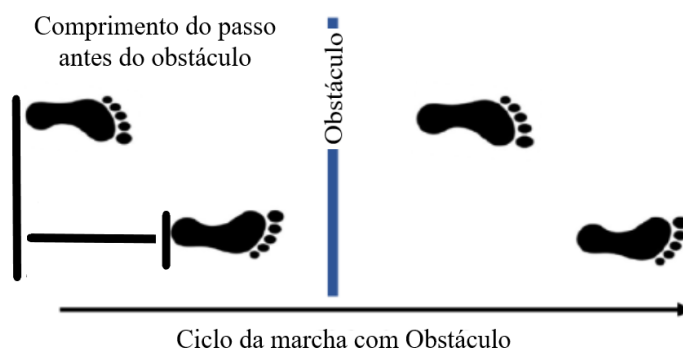


Figura 13 – Comprimento do passo antes da transposição do obstáculo

Fonte: Elaborado pelo autor

- Largura do passo (LPCO): distância entre os dois pés (calcanhar) apoiados no solo diante de um obstáculo no sentido médio-lateral (Figura 14);

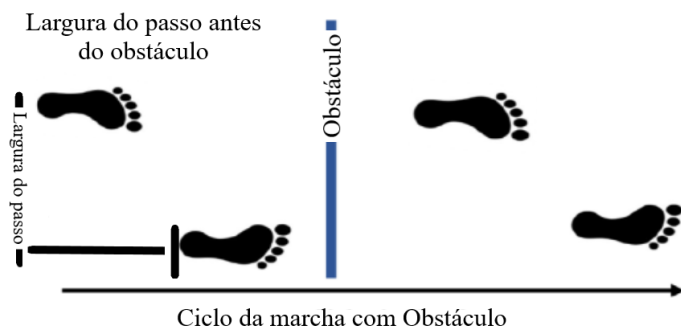


Figura 14 – Largura do passo antes da transposição do obstáculo

Fonte: Elaborado pelo autor

- Distância do obstáculo antes da transposição (DOAT): distância entre o contato inicial do calcanhar de um pé de apoio antes da transposição do obstáculo (Figura 15);

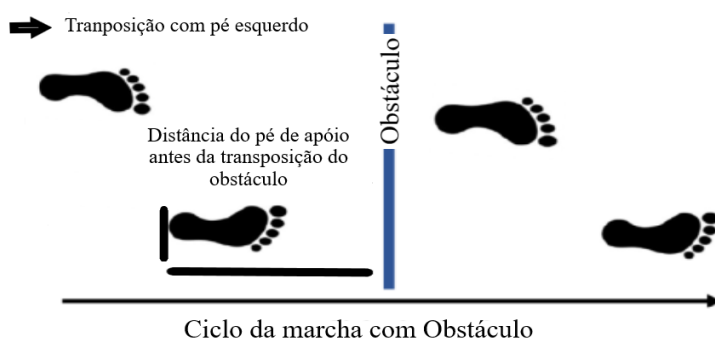


Figura 15 – Distância do obstáculo antes da transposição

Fonte: Elaborado pelo autor

- Distância do obstáculo depois da transposição (DODT): distância entre o contato inicial do calcanhar de um pé de apoio após transposição do obstáculo (Figura 16);

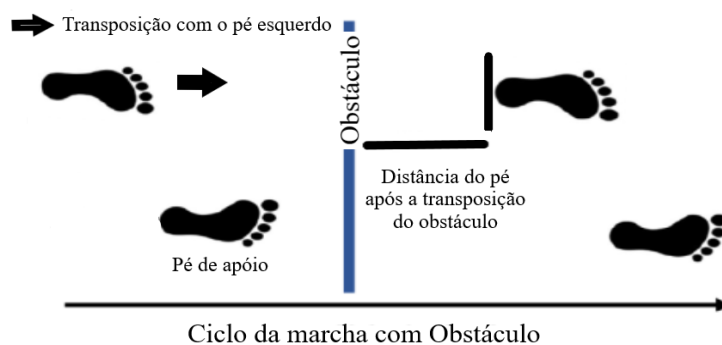


Figura 16 – Distância do obstáculo depois da transposição

Fonte: Elaborado pelo autor

- Altura máxima do pé na transposição do obstáculo (APTO): Elevação do pé para transpor o obstáculo (Figura 17).

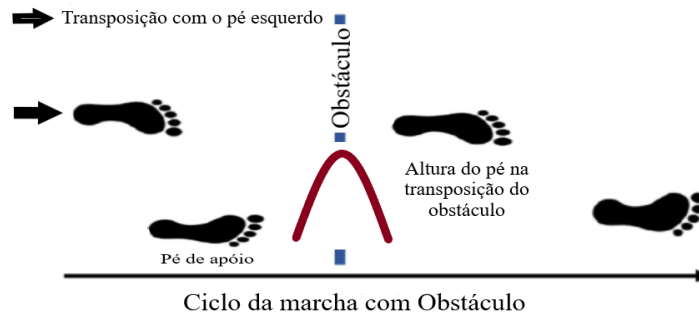


Figura 17 – Altura máxima do pé na transposição do obstáculo

Fonte: Elaborado pelo autor

➤ **Angulares da marcha:**

- Ângulo Quadril (AQM): O ângulo absoluto da coxa ao longo do tempo foi calculado em relação ao plano horizontal e representado pelo seu valor mínimo e máximo do quadril durante a marcha;
- Ângulo Joelho (AJM): Para a articulação do joelho foi calculado os ângulos relativos em ângulo mínimo e ângulo máximo durante a marcha;
- Ângulo Tornozelo (ATM): Para a articulação do tornozelo foi calculado os ângulos relativos em ângulo mínimo e ângulo máximo durante a marcha.

➤ **Angulares da marcha com obstáculo:**

- Ângulo Quadril (AQCO): O ângulo absoluto da coxa ao longo do tempo foi calculado em relação ao plano horizontal e representado pelo seu em ângulo mínimo e máximo durante a transposição do obstáculo;
- Ângulo Joelho (AJCO): Para a articulação do joelho foi calculado os ângulos relativos mínimo e máximo durante a transposição do obstáculo;
- Ângulo Tornozelo (ATCO): Para a articulação do tornozelo foi calculado os ângulos relativos mínimo e máximo durante a transposição do obstáculo.

➤ **Centro de Massa (m) durante a marcha:**

- Amplitude do Centro de Massa Vertical (ACMV): Diferença entre o valor máximo e mínimo atingido pela coordenada vertical do centro de massa durante a caminhada;
- Amplitude do Centro de Massa Médio Lateral (ACMML): Diferença entre o valor máximo e mínimo atingido pela coordenada médio-lateral do centro de massa durante a caminhada.

➤ **Centro de Massa (m) durante a marcha com obstáculo:**

- Amplitude do Centro de massa Vertical (ACMVO): Diferença entre o valor máximo e mínimo atingido pela coordenada vertical do centro de massa durante a transposição do obstáculo;
- Amplitude do Centro de Massa Médio Lateral (ACMMLO): Diferença entre o valor máximo e mínimo atingido pela coordenada médio-lateral do centro de massa para transpor um obstáculo;
- Distância do Centro de Massa na Transposição (DCMT): distância entre o centro de massa e o obstáculo, no sentido do movimento;
- Velocidade do Centro de Massa na Transposição (VCMT): no momento da transposição do obstáculo.

4.3.3 *Resistência durante a marcha*

O programa de treinamento foi realizado em 24 semanas, sendo duas semanas de adaptação ao treinamento, com duas sessões de 80 minutos cada de treinamento combinado (aeróbico e resistido) para o grupo GTR, e duas sessões de 80 minutos cada de treinamento combinado (aeróbico e funcional) para o grupo GTF. As sessões de treinamento dos grupos GTR e GTF consistiu inicialmente de 10 minutos de aquecimento (articular e alongamento), seguidos por 20 minutos de esteira com intensidade da frequência cardíaca entre 50 e 70% da FCreserva, controlada por frequencímetro da marca POLAR. Na sequência foram realizados o treinamento resistido tradicional para o GTR e treinamento funcional para o GTF, e em seguida 10 minutos de recuperação (alongamento/relaxamento). As quatro primeiras sessões de exercício foram focadas na familiarização aos exercícios propostos e na adequação das cargas para a realização dos exercícios.

O modelo de treinamento resistido (TR) foi composto de dez exercícios realizados em duas séries de 12 repetições, com intervalo de um minuto entre as séries e de dois minutos entre

os exercícios. Foram realizados os seguintes exercícios: agachamento livre com halter, voador na máquina, puxada aberta frontal na maquina, bíceps cabo na maquina, tríceps cabo na máquina, cadeira extensora, flexora alternada em pé com caneleira, panturrilha com caneleira fixa nos tornozelos, elevação frontal com halter e abdominais. Os participantes deste grupo realizavam o mesmo modelo de treino nas duas sessões semanais. As quatro primeiras sessões foram de adaptação ao exercício e para a adequação das cargas, observando-se a capacidade de realização do exercício em 12 repetições máximas. A progressão da carga foi espontânea, sendo aumentada à medida que o indivíduo conseguisse realizar as duas séries com 12 repetições completas (Quadro 1).

Já o treinamento funcional (TF) teve dois modelos de treino (TF1 e TF2), um para cada sessão semanal. O programa TF1 foi composto por nove exercícios no programa TF1 [exercício de prancha fixa no solo, elevação do quadril no solo, exercícios coordenativos para desenvolvimento da marcha (caminhar sobre a corda no solo, saltar entre os arcos no solo, pular corda em movimento), agachamento bola suíça (agachamento encostando o glúteo na bola de ginástica – overball), avanço/passada frente com halteres, flexão de braços no solo, supino reto na máquina, tríceps na polia alta e elevação lateral com halteres sentado na bola suíça)], e oito exercícios no programa de TF2 (prancha com flexão de quadril, elevação de quadril unilateral, flexão de joelho na bola suíça, pular corda, retrocesso com halteres, remada polia alta sentado na bola suíça, puxada frente supinada, bíceps com halteres sentado na bola suíça). O Quadro 2 apresenta os exercícios de cada uma das sessões, com a respectiva quantidade de séries e repetições de cada exercício. As imagens de cada exercício encontram-se no Apêndice C.

Quadro 1– Modelo de treino do programa de treinamento resistido

Tabela 1– Modelo de treino do programa de treinamento resistido		
Exercícios	Séries e Repetições máximas	Tempo de recuperação
1 - Voador	2 séries de 12 repetições máximas	1 minuto entre as séries e 2 minutos entre os exercícios
2 - Puxada aberta frontal		
3 - Bíceps cabo		
4 - Tríceps cabo		
5 - Elevação frontal com halter		
6 - Cadeira extensora		
7 - Flexora em pé com caneleira		
8 - Panturrilha com caneleira		
9 - Agachamento com alteres		
10 - Abdominais no solo	2 séries de 20 repetições	1 minuto

Ps: A progressão de cargas é espontânea a medida que indivíduo conseguisse realizar as 12 RM completas e sem fadiga.

A progressão de cargas foi espontânea, à medida que o indivíduo conseguisse realizar as 12 RM completas e sem fadiga.

Quadro 2– Modelos de treino do programa de treinamento funcional

Treino 1	Treino 2
1-Prancha fixa no solo 2 x 15 segundos	1-Prancha com flexão de quadril 2 x 12 repetições
2-Elevação de Quadril no solo 2 x 15 repetições	2-Elevação de quadril unilateral 2 x 8 repetições cada perna
3-Exercícios coordenativos para desenvolvimento da marcha 2 séries	3-Pular corda 2 minutos
4-Agachamento Bola suíça 2 x 10 repetições	4-Retrocesso com halteres 2 x 12 repetições
5-Passada com halteres a frente 2 x 12 repetições	5-Flexão de joelho na bola suíça 2 x 10 repetições
6-Flexão de braços no solo 2 x 12 repetições	6-Remada polia alta sentado na bola 2 x 12 repetições
7-Supino reto na máquina 2 x 10 repetições	7-Puxada frente supinada 2 x 10 repetições
8-Tríceps na polia alta 2 x 10 repetições	8-Bíceps com halteres sentado na bola suíça 2 x 10 repetições
9-Elevação lateral com halteres sentado na bola suíça 2 x 10 repetições	

A progressão de cargas foi espontânea, à medida que o indivíduo conseguisse realizar as RM completas e sem fadiga.

4.4 Análise Estatística

Os dados apresentaram distribuição normal (Teste de Shapiro-Francia). Os dados foram reportados por média e intervalo de confiança de 95% (ou desvio padrão, DP). Dados pré-intervenção foram comparados por meio de ANOVA unifatorial, com correção de Welch quando o pressuposto de homogeneidade das variâncias foi violado. Um modelo de equações de estimativas generalizadas (GEE) com função de ligação e distribuições apropriadas foi usado para examinar alterações significantes em função do grupo (resistido, funcional e controle) e do momento (pré e pós). Quando um efeito significativo foi encontrado para a interação grupo \times momento, comparações pareadas versus o grupo controle foram efetuadas com o post hoc Sidak sequencial. A matriz de correlação com menor valor de QIC foi selecionada como a estrutura de correlação preferida (CUI, 2007). A normalidade dos resíduos foi inspecionada por gráficos Q-Q e considerada plausível. O tamanho do efeito entre grupos (d de Cohen) foi calculado a partir da fórmula: $d = [(Diferença\ pós-pré\ do\ grupo\ resistido\ ou\ funcional - Diferença\ pós-pré\ do\ grupo\ controle) \div Desvio\ padrão\ combinado\ da\ diferença\ média\ dos\ grupos]$ (DANKEL et al., 2017) e interpretado como segue: $d < 0,20$ trivial, $d = 0,20-0,59$ pequeno, $d = 0,60-1,19$ moderado, $d = 1,20-1,99$ grande, $d = 2,00-3,99$ muito grande e $d \geq 4,0$ efeito quase perfeito (HOPKINS et al., 2009). As análises foram conduzidas com nível de confiança de 95% ($P \leq 0,05$).

5. RESULTADOS

Os resultados serão apresentados por seções, referentes às avaliações, objetivos do estudo e comparações realizadas:

a) Caracterização da amostra;

- Dados antropométricos;
- Idade Maturacional;
- Composição corporal;
- Correlação entre maturação e composição ou marcha.

b) Cinemática da Marcha – Avaliação da Marcha, em diferentes condições:

- Cinemática da marcha sem obstáculos;
- Cinemática da marcha com transposição de obstáculo com 1% e 15% da estatura do participante.

5.1 Caracterização da Amostra

Participaram do estudo 40 jovens sendo 10 com desenvolvimento típico (cinco meninos e cinco meninas) e idade média de $18,3 \pm 0,08$ anos e 30 jovens com Síndrome de Down com idades entre 13 e 24 anos e média de idade de $17,4 \pm 3,2$ anos. Os participantes com SD, (17 meninos e 13 meninas), foram divididos entre os grupos controle (n=10, sendo sete meninos e três meninas), grupo treinamento resistido (n=11, sendo sete meninos e quatro meninas) e grupo treinamento funcional (n=9, sendo três meninos e seis meninas). A Tabela 1 apresenta as características antropométricas, maturacionais dos participantes pré-intervenção.

Não foram vistas diferenças significativas em nenhuma das variáveis descritivas entre os grupos pesquisados. Na Tabela 2 estão apresentadas as frequências relativas e absolutas dos participantes de acordo com o estado de maturação.

Tabela 1 – Características antropométricas, $\dot{V}O_{2\text{pico}}$ e estado maturacional de jovens com SD pré intervenção.

Variável	Grupos		
	Controle (n= 10)	Resistido (n=11)	Funcional (n=9)
Idade cronológica (anos)	18 (4)	17 (4)	19 (3)
Idade óssea (anos)	17 (2)	17 (2)	18 (3)
Sexo	3M / 7 F	7 M / 4 F	6 M / 3 F
Estatura (cm)	148,4 (8,3)	151,3 (13,0)	147,4 (10,9)
Índice de massa corporal (kg/m ²)	25,8 (6,3)	27,9 (4,8)	27,6 (6,7)
Circunferência abdominal (cm)	83,6 (13,2)	87,8 (8,6)	85,9 (14,1)
Escore-Z	-1,45 (1,0)	-0,79 (1,0)	-0,80 (0,76)
$\dot{V}O_{2\text{Pico}}$ (mg/kg/min)	37,6 (7,6)	30,9 (5,9)	32,4 (6,3)

Dados apresentados por média e desvio padrão.

Tabela 2 - Frequências relativas e absolutas dos participantes com SD de acordo com o estado de maturação esquelética.

Maturação	Frequência absoluta	Frequência relativa (%)
Atrasada	10	33,3
Adiantada	5	16,6
Neutra	15	50,0

Maturação atrasada= # abaixo de 2 anos em relação a idade cronológica

A Tabela 3 apresenta os dados relativos à composição corporal dos jovens com SD por grupo nos momentos pré e pós intervenção. Efeitos quase perfeitos foram observados nas variáveis gordura androide e taxa A/G ($d \geq 4,54$) com redução significativa ($P=0,001$) entre os momentos pré e pós intervenção para o grupo funcional. Além disso, efeitos grandes ($1,43 \leq d \leq 1,96$) foram encontrados para o grupo funcional com aumento da DMO e do tecido magro absoluto e relativo. Também foi verificada redução significativa ($P= 0,001$) da gordura total absoluta e relativa. Estes valores do d de Cohen indicam que 88-97% do grupo funcional estará acima da média do grupo controle (U3 de Cohen) e existe 80-91% de chance de um participante selecionado aleatoriamente do grupo funcional ter um escore melhor do que um participante

selecionado aleatoriamente do grupo controle no momento pós intervenção (probabilidade de superioridade) (RUSCIO, 2008; RUSCIO; MULLEN, 2012). Efeito moderado ($d=0,76$) foi verificado na variável gordura ginoide com redução significativa ($P= 0,001$) entre os momentos pré e pós intervenção para o grupo funcional. Com um d de Cohen nesse intervalo, 79 e 69% do grupo funcional estará acima da média do grupo controle ($U3$ de Cohen) e existe 71 e 64% de chance de um participante selecionado aleatoriamente do grupo funcional ter um escore melhor do que um participante selecionado aleatoriamente do grupo controle no momento pós-intervenção (RUSCIO, 2008; RUSCIO; MULLEN, 2012). Além disso, foram vistos efeitos triviais com redução nos valores foram observados para IMC ($d=0,05$) e um efeito grande ($d=1,45$) com aumento significativo entre os momentos pré e pós intervenção no tecido magro relativo e absoluto para o treinamento funcional. Em contrapartida o GC teve resultados favoráveis com aumento da DMO e redução da taxa A/G, enquanto o GTR manteve os valores DMO e também reduziu os valores A/G.

Efeitos pequenos ($d\leq 0,58$) foram constatados com aumento nas variáveis do tecido magro relativo (%) e absoluto (Kg) e redução para as gorduras androide e gordura total relativa para o grupo resistido. Este efeito indica que 66-73% do grupo resistido estará acima da média do grupo controle ($U3$ de Cohen) e existe 61-66% de chance de um participante selecionado aleatoriamente do grupo resistido ter um escore melhor do que um participante selecionado aleatoriamente do grupo controle no momento pós-intervenção (RUSCIO, 2008; RUSCIO; MULLEN, 2012). O treinamento resistido promoveu efeitos moderados ($d=0,71$) com redução estatisticamente significativa ($P<0,05$) na gordura ginoide e redução no IMC ($d=0,87$). Ambas as intervenções promoveram aumento com efeitos triviais no tecido magro relativo ($d<0,2$).

Ambos os tipos de intervenção demonstraram reduções significantes na gordura ginoide, gordura total relativa ($P<0,05$). Houve diminuição significativa da gordura androide para o treinamento funcional.

Tabela 3 - Composição corporal de jovens com SD por grupos nos momentos pré e pós intervenção.

Variável	Grupo	Momento		Δ	$d_{R \times C}$	$d_{F \times C}$
		Pré	Pós			
Massa corporal (kg)	Controle	56,8 [48,5 a 66,6]	57,6 [49,2 a 67,7]	0,9	0,078	0,003
	Resistido	62,6 [56,2 a 70,1]	62,4 [55,1 a 70,2]	-0,2		
	Funcional	58,9 [52,2 a 68,9]	59,7 [51,2 a 69,4]	0,8		
Índice de massa corporal (kg/m ²)	Controle	25,7 [22,4 a 29,8]	26,1 [22,4 a 30,3]	0,4	0,087	0,005
	Resistido	27,8 [25,2 a 30,6]	27,6 [24,8 a 30,7]	-0,2		
	Funcional	27,2 [23,3 a 31,7]	27,4 [23,2 a 32,5]	0,2		
Gordura total Relativa (%)	Controle	32,5 [26,0 a 40,6]	31,4 [24,8 a 39,8]	-1,10	0,58	1,96
	Resistido	37,4 [31,2 a 44,9]	33,4 [27,6 a 40,5]*	-3,96		
	Funcional	43,8 [36,8 a 52,2]	34,4 [28,8 a 40,6]*	-9,44		
Gordura total Absoluta (Kg)	Controle	18,9 [13,5 a 26,5]	18,7 [13,1 a 26,6]	-0,2	0,23	0,48
	Resistido	22,1 [18,0 a 27,2]	19,8 [15,2 a 25,8]*	-2,3		
	Funcional	25,8 [19,9 a 33,4]	20,6 [15,8 a 26,8]	-5,2		
Gordura androide (%)	Controle	35,6 [28,4 a 44,5]	34,6 [27,5 a 43,5]	-0,95	0,58	4,56
	Resistido	43,2 [35,0 a 53,4]	37,5 [30,7 a 45,8]	-5,72		
	Funcional	55,5 [46,5 a 66,3]	34,9 [29,1 a 42,0]*	-20,6		
Gordura ginoide (%)	Controle	40,3 [33,5 a 48,3]	39,2 [32,5 a 47,3]	-1,02	0,71	0,76
	Resistido	44,2 [38,6 a 50,7]	40,3 [34,6 a 47,0]*	-3,91		
	Funcional	48,4 [42,0 a 55,7]	44,1 [38,7 a 50,2]*	-4,30		
Taxa Androide/Ginoide	Controle	0,897 [0,780 a 1,029]	0,864 [0,753 a 0,990]*	-0,09	-0,99	4,54
	Resistido	1,002 [0,921 a 1,089]	0,908 [0,832 a 0,991]*	-0,04		
	Funcional	1,160 [1,019 a 0,991]	0,795 [0,708 a 0,891]*	-0,37		
Densidade mineral óssea (g/cm ³)	Controle	1,00 [0,94 a 1,07]	1,02 [0,97 a 1,07]	0,02	0,5	1,43
	Resistido	1,07 [1,03 a 1,12]	1,07 [1,03 a 1,11]	0		
	Funcional	1,00 [0,94 a 1,07]	1,12 [1,05 a 1,19]	0,06		
Tecido magro (%)	Controle	65,9 [58,9 a 73,6]	66,3 [59,4 a 73,9]	0,4	0,16	0,12
	Resistido	60,6 [54,7 a 67,3]	62,8 [56,4 a 70,0]	2,2		
	Funcional	58,8 [53,2 a 64,9]	60,4 [54,9 a 66,5]	1,6		
Tecido magro (kg)	Controle	36,2 [31,4 a 41,60]	37,1 [32,5 a 42,3]	0,9	0,44	1,45
	Resistido	37,2 [32,2 a 43,10]	38,9 [32,2 a 43,1]*	1,75		
	Funcional	34,3 [28,9 a 40,7]	38,5 [32,2 a 45,9]*	4,19		

Dados apresentados por média e intervalo de confiança de 95%. Análise ajustada para \log_{10} (TSH) e \log_{10} (T4). Δ = Diferença pós-pré. $d = [(Diferença\ pós-pré\ do\ grupo\ resistido\ ou\ funcional - Diferença\ pós-pré\ do\ grupo\ controle) \div Desvio\ padrão\ combinado\ da\ diferença\ entre\ os\ grupos]$. *Diferença significativa para o momento pré no mesmo grupo ($P < 0,05$). †Diferença significativa do grupo controle no momento pós ($P < 0,05$). Valores negativos de d indicam resultado favorável ao grupo controle.

5.2 Marcha – Cinemática

Os resultados da intervenção para os componentes referentes às análises da cinemática da marcha serão apresentados em três tópicos: Cinemática da marcha sem obstáculos, Cinemática da marcha com obstáculo de 1% da estatura do participante e Cinemática da marcha com obstáculo de 15% da estatura do participante.

A idade óssea apresentou fraca correlação com as variáveis da marcha ($-0,311 \leq r \leq 0,275$; $P > 0,05$).

5.2.1 Marcha sem Obstáculo

5.2.1.1 Variáveis espaçotemporais

A Tabela 4 apresenta os resultados da intervenção para os componentes referentes à marcha sem obstáculo. A análise de estatística não verificou efeitos de interação (grupo \times momento) para os componentes da marcha ($P > 0,05$). Foram verificados efeitos triviais com aumento no comprimento do passo um passo ($d < 0,20$). Efeitos pequenos ($d = 0,45$) foram constatados com redução na largura do passo e aumento da cadência para os grupos resistido e funcional ($d = 0,35$). Estes efeitos indicam que 66-73% do grupo resistido e funcional estará acima da média do grupo controle (U3 de Cohen) e existe 61-66% de chance de um participante selecionado aleatoriamente do grupo resistido ou funcional ter um escore melhor do que um participante selecionado aleatoriamente do grupo controle no momento pós-intervenção (RUSCIO, 2008; RUSCIO; MULLEN, 2012). Ocorreu um efeito positivo com aumento da velocidade, do comprimento dos passos 1 e 2 seguido de redução na largura dos passos 1 e 2 em ambos os GTR e GTF em relação ao GC. A Tabela 5 mostra os dados descritivos das variáveis espaçotemporais da marcha do GR.

Tabela 4 – Análise espaçotemporais da marcha sem obstáculo em média e tamanho de efeito de jovens com SD por grupo nos momentos pré e pós intervenção.

Variável	Grupo	Momento		Δ	$d_{R \times C}$	$d_{F \times C}$
		Pré	Pós			
Comprimento Passo 1 (m)	Controle	0,45 [0,40 a 0,63]	0,52 [0,47 a 0,63]	0,07		
	Resistido	0,47 [0,39 a 0,55]	0,55 [0,48 a 0,57]	0,08	0,12	0
	Funcional	0,47 [0,41 a 0,52]	0,50 [0,47 a 0,54]	0,03		
Comprimento Passo 2 (m)	Controle	0,53 [0,47 a 0,76]	0,56 [0,50 a 0,71]	0,03		
	Resistido	0,55 [0,39 a 0,66]	0,54 [0,48 a 0,58]	-0,01	0,13	0,11
	Funcional	0,52 [0,47 a 0,58]	0,50 [0,46 a 0,54]	-0,02		
Largura Passo 1 (m)	Controle	0,11 [0,07 a 0,15]	0,11 [0,06 a 0,13]	0		
	Resistido	0,13 [0,11 a 0,15]	0,12 [0,07 a 0,15]	-0,01	0,33	0,45
	Funcional	0,12 [0,08 a 0,17]	0,07 [0,06 a 0,12]	-0,06		
Largura Passo 2 (m)	Controle	0,12 [0,08 a 0,17]	0,09 [0,08 a 0,16]	-0,03		
	Resistido	0,13 [0,11 a 0,17]	0,12 [0,11 a 0,16]	-0,01	0,35	0,14
	Funcional	0,14 [0,08 a 0,16]	0,10 [0,07 a 0,20]	-0,04		
Cadência (p/s)	Controle	1,89 [1,73 a 1,97]	1,87 [1,71 a 2,12]	-0,02		
	Resistido	1,78 [1,58 a 1,97]	1,94 [1,71 a 2,05]	0,16	0,39	0,32
	Funcional	1,71 [1,61 a 1,92]	1,84 [1,72 a 2,03]	0,13		

Dados apresentados por média e intervalo de confiança de 95%. Δ = Diferença pós-pré. d = [(Diferença pós-pré do grupo resistido ou funcional – Diferença pós-pré do grupo controle) ÷ Desvio padrão combinado da diferença entre os grupos]. CM, Centro de massa. *Diferença significativa para o momento pré no mesmo grupo ($P < 0,05$). †Diferença significativa do grupo controle no momento pós ($P < 0,05$). M, metros. P/S, número de passos por segundo

Tabela 5 – Variáveis espaçotemporais da marcha sem obstáculo do Grupo Referencial (GR).

Variável	Momento Pré Intervenção
	N=10 Idade Média 18,3 anos Média e DP
Estatura	1,70 ± 0,8
Comprimento Passo 1 (m)	0,64 ± 0,06
Comprimento Passo 2 (m)	0,64 ± 0,04
Largura Passo 1 (m)	0,07 ± 0,03
Largura Passo 2 (m)	0,09 ± 0,03
Cadência (p/s)	1,82 ± 0,11

Valores apresentados em média e desvio padrão. P/S, quantidade de passos por segundo. GR, Grupo Referencial de jovens sem deficiência.

5.2.1.2 Variáveis Angulares da marcha

A Tabela 6 apresenta os resultados da intervenção referentes aos componentes angulares da marcha sem obstáculo. A análise estatística não verificou efeitos de interação (grupo × momento) para os componentes angulares da marcha ($P > 0,05$).

Efeito pequeno ($d=0,57$) foi verificada redução no ângulo máximo do quadril para o grupo resistido. Este efeito indica que 66-73% do grupo resistido estará acima da média do grupo controle (U3 de Cohen) e existe 61-66% de chance de um participante selecionado aleatoriamente do grupo resistido ter um escore melhor do que um participante selecionado aleatoriamente do grupo controle no momento pós-intervenção (RUSCIO, 2008; RUSCIO; MULLEN, 2012). Efeito moderado foi verificada redução no ângulo máximo do quadril para o grupo funcional ($d=0,96$). Esse efeito do d de Cohen indica que 78-84% do grupo funcional estará acima da média do grupo controle (U3 de Cohen) e existe 69-76% de chance de um participante selecionado aleatoriamente do grupo funcional ter um escore melhor do que um participante selecionado aleatoriamente do grupo controle (RUSCIO, 2008; RUSCIO; MULLEN, 2012). Além disso, efeitos pequenos ($d=0,1-0,46$) foram verificados para as variáveis ângulo mínimo do quadril, ângulos mínimo e máximo dos joelhos e ângulos mínimo e máximo dos tornozelos em ambos os grupos da intervenção. Esses efeitos indicam que 66-73% dos participantes dos grupos intervenção estará acima da média do grupo controle (U3 de Cohen) e

existe 61-66% de chance de um participante selecionado aleatoriamente dos grupos intervenção ter um escore melhor do que um participante selecionado aleatoriamente do grupo controle no momento pós-intervenção (RUSCIO, 2008; RUSCIO; MULLEN, 2012). Ambos os grupos de treinamento apresentaram efeitos positivos com reduções angulares nas amplitudes articulares do quadril e tornozelos, bem como aumento dos ângulos dos joelhos durante o andar de forma independente. A Tabela 7 mostra os dados descritivos das variáveis angulares da marcha do GR.

Tabela 6 – Análise angular da marcha sem obstáculo em média e tamanho de efeito de jovens com SD por grupo nos momentos pré e pós intervenção.

Variável	Grupo	Momento		Δ	$d_{R \times C}$	$d_{F \times C}$
		Pré	Pós			
Ângulo quadril (mínimo)	Controle	81,4 [63,8 a 84,5]	79,3 [72,4 a 82,9]	-2,1	0,16	0,36
	Resistido	77,0 [71,6 a 80,9]	74,4 [70,4 a 78,8]	-2,6		
	Funcional	79,3 [74,5 a 87,5]	78,3 [75,4 a 82,5]	-1,0		
Ângulo quadril (máximo)	Controle	115,9 [108,4 a 119,8]	120,5 [109,3 a 125,4]	4,6	0,57	0,96
	Resistido	115,7 [104,0 a 118,1]	112,7 [105,1 a 115,9]	-3,0		
	Funcional	114,1 [111,1 a 119,2]	113,0 [110,3 a 118,2]	-1,1		
Ângulo joelho (mínimo)	Controle	117,7 [102,7 a 120,3]	110,6 [99,2 a 130,0]	-7,1	0,33	0,27
	Resistido	116,7 [107,3 a 129,7]	128,0 [113,6 a 131,9]	11,3		
	Funcional	116,6 [111,1 a 121,5]	118,3 [108,4 a 122,0]	1,7		
Ângulo joelho (máximo)	Controle	166,5 [160,8 a 175,6]	165,8 [162,3 a 176,0]	-0,7	0,26	0,46
	Resistido	172,9 [167,4 a 175,1]	176,4 [165,1 a 178,4]	3,5		
	Funcional	169,9 [163,3 a 172,9]	173,3 [165,4 a 177,9]	3,4		
Ângulo tornozelo (mínimo)	Controle	87,6 [80,6 a 96,6]	82,0 [78,5 a 93,0]	-5,6	0,45	0,39
	Resistido	84,3 [78,1 a 86,0]	81,1 [77,9 a 86,1]	-3,2		
	Funcional	87,1 [81,6 a 91,4]	85,3 [81,2 a 90,2]	-1,8		
Ângulo tornozelo (máximo)	Controle	108,1 [100,9 a 111,2]	105,2 [94,5 a 111,0]	-2,9	0,44	0,1
	Resistido	105,1 [102,3 a 109,7]	99,1 [96,9 a 105,2]	-6,0		
	Funcional	107,1 [104,3 a 111,1]	104,0 [100,9 a 107,4]	-3,1		

Dados apresentados por média e intervalo de confiança de 95%. Δ = Diferença pós-pré.

$d = [(Diferença\ pós-pré\ do\ grupo\ resistido\ ou\ funcional - Diferença\ pós-pré\ do\ grupo\ controle) \div Desvio\ padrão\ combinado\ da\ diferença\ entre\ os\ grupos]$. CM, Centro de massa.

*Diferença significativa para o momento pré no mesmo grupo ($P < 0,05$). †Diferença significativa do grupo controle no momento pós ($P < 0,05$).

Tabela 7 – Variáveis angulares da marcha sem obstáculo do Grupo Referencial (GR).

Variável	Momento Pré Intervenção
	N=10 Idade Média 18,3 ± 0,08 anos Média e DP
Ângulo quadril (mínimo)	77,67 ± 3,02
Ângulo quadril (máximo)	114,59 ± 2,82
Ângulo joelho (mínimo)	114,63 ± 5,83
Ângulo joelho (máximo)	174,41 ± 3,30
Ângulo tornozelo (mínimo)	75,29 ± 3,97
Ângulo tornozelo (máximo)	95,60 ± 5,45

Valores apresentados em média e desvio padrão. GR, Grupo Referencial de jovens sem deficiência.

5.2.1.3 Variáveis do Centro de Massa

A Tabela 8 apresenta os resultados da intervenção para os componentes do centro de massa da marcha sem obstáculos. A análise estatística não verificou efeitos de interação (grupo × momento) para os componentes do centro de massa ($P > 0,05$), exceto para a amplitude médio-lateral do CM (CM) ($W_2 = 7,11$; $P = 0,028$). A amplitude médio-lateral do CM foi maior para os grupos resistido ($P = 0,012$) e funcional ($P = 0,010$), comparados ao controle. Efeito grande foi verificado no grupo resistido ($d = 1,4$) e muito grande no grupo funcional ($d = 2,2$) para a variável amplitude médio lateral do centro de massa. Estes valores do d de Cohen indicam que 84-92% do grupo resistido e 94-98% grupo funcional estará acima da média do grupo controle (U3 de Cohen) e existe 78-84% de chance no grupo resistido e 86-94% de chance de um participante selecionado aleatoriamente dos grupos resistido ou funcional ter um escore melhor do que um participante selecionado aleatoriamente do grupo controle (probabilidade de superioridade) (RUSCIO, 2008; RUSCIO; MULLEN, 2012). Pessoas com SD, durante a caminhada estável, reduzem as acelerações do deslocamento do centro de massa no sentido médio lateral (ML), assim como nos mecanismos para melhorar a estabilidade como diminuição da velocidade e deambulação. Ambos os grupos do treinamento GTR e GTF aumentaram a amplitude médio

lateral do CM enquanto o GC reduziu essa amplitude durante o andar sem obstáculo. A Tabela 9 mostra os dados descritivos das variáveis do centro de massa da marcha do GR.

Tabela 8 – Análise do centro de massa da marcha sem obstáculo em média e tamanho de efeito de jovens com SD por grupo nos momentos pré e pós intervenção.

Variável	Grupo	Momento		Δ	$d_{R \times C}$	$d_{F \times C}$
		Pré	Pós			
Amplitude vertical CM (m)	Controle	0,04 [0,02 a 0,06]	0,04 [0,03 a 0,07]	0		
	Resistido	0,03 [0,02 a 0,04]	0,03 [0,02 a 0,03]	0	0,12	0,07
	Funcional	0,03 [0,02 a 0,03]	0,03 [0,02 a 0,06]	0		
Amplitude médio-lateral CM (m)	Controle	0,07 [0,06 a 0,08]	0,06 [0,05 a 0,07]	-0,01		
	Resistido	0,08 [0,06 a 0,10]	0,09 [0,07 a 0,14] [†]	0,01	1,4	2,2
	Funcional	0,07 [0,06 a 0,08]	0,09 [0,06 a 0,11] [†]	0,02		

Dados apresentados por média e intervalo de confiança de 95%. Δ = Diferença pós-pré. d = [(Diferença pós-pré do grupo resistido ou funcional – Diferença pós-pré do grupo controle) ÷ Desvio padrão combinado da diferença entre os grupos]. CM, Centro de massa. *Diferença significativa para o momento pré no mesmo grupo ($P < 0,05$). [†]Diferença significativa do grupo controle no momento pós ($P < 0,05$). M, metros.

Tabela 9 – Variáveis do Centro de Massa da marcha sem obstáculo do Grupo Referencial (GR).

Variável (m)	Momento Pré Intervenção
	N=10 Idade Média 18,3 ± 0,08 anos Média e DP
Amplitude vertical CM	0,04 ± 0,01
Amplitude médio-lateral CM	0,04 ± 0,01

Dados apresentados em média e desvio padrão. GR, Grupo Referencial de jovens sem deficiência. CM, Centro de massa, DP, Desvio padrão. M, metros.

5.2.2 Marcha com Obstáculo 1% da estatura do participante

5.2.2.1 Variáveis espaçotemporais com obstáculo 1%

A Tabela 10 apresenta a análise da marcha com obstáculo a 1% da estatura do participante. Foi observado efeito significativo na interação (grupo \times momento) no grupo funcional para altura do pé na transposição do obstáculo ($W_2= 6,16$; $P= 0,046$). A altura do pé na transposição aumentou em função do treinamento funcional comparado ao grupo controle ($P= 0,006$). Foram verificados um efeito pequeno ($d=0,55$) com redução na largura do passo um e manutenção no tamanho do passo dois no grupo funcional, um efeito moderado ($d=0,72$) com redução na largura do passo um e pequeno aumento no passo dois para grupo resistido. Estes valores do d de Cohen indicam que 69-73% do grupo funcional e 71-76% do grupo de resistido estará acima da média do grupo controle (Cohen's U_3), e que existe 58-66% de chance no grupo funcional e 64-69% no grupo resistido de que um participante escolhido aleatoriamente do grupo funcional ou resistido ter uma pontuação maior que um participante escolhido aleatoriamente do grupo controle no momento pós intervenção (probabilidade de superioridade) (RUSCIO, 2008; RUSCIO; MULLEN, 2012). Efeitos pequenos ($d=0,20-0,59$) foram verificados com redução para o GTR e aumento para o GTF na distância do pé para o obstáculo antes da transposição. Sobre a distância do pé para o obstáculo depois da transição o GTR teve um pequeno aumento, enquanto o GTF manteve a distância após a transposição. Estes efeitos indicam que 66-76% do grupo resistido e funcional estará acima da média do grupo controle (U_3 de Cohen) e existe 61-69% de chance de um participante selecionado aleatoriamente do grupo resistido ou funcional ter um escore melhor do que um participante selecionado aleatoriamente do grupo controle no momento pós-intervenção (RUSCIO, 2008; RUSCIO; MULLEN, 2012). Além disso, foram verificados um efeito pequeno ($d=0,38$) com manutenção da altura do pé durante a transposição do obstáculo no GTR e efeito moderado ($d=1,1$) com aumento da altura do pé no GTF durante a transposição. Este efeito indica que 81-86% do grupo funcional estará acima da média do grupo controle (U_3 de Cohen) e existe 72-78% de chance de um participante selecionado aleatoriamente do grupo funcional ter um escore melhor do que um participante selecionado aleatoriamente do grupo controle no momento pós-intervenção (RUSCIO, 2008; RUSCIO; MULLEN, 2012). A Tabela 11 mostra os dados descritivos das variáveis espaçotemporais da marcha com obstáculo de 1% do GR.

Tabela 10 – Análise espaçotemporais da marcha com obstáculo 1% em média e tamanho de efeito de jovens com SD por grupo nos momentos pré e pós intervenção.

Variável	Grupo	Momento		Δ	$d_{R \times C}$	$d_{F \times C}$
		Pré	Pós			
Comprimento Passo 1 (m)	Controle	0,50 [0,42 a 0,57]	0,55 [0,47 a 0,62]	0,05		
	Resistido	0,55 [0,49 a 0,60]	0,54 [0,48 a 0,60]	-0,01	0,51	0,13
	Funcional	0,45 [0,35 a 0,53]	0,51 [0,45 a 0,57]	0,067		
Comprimento Passo 2 (m)	Controle	0,51 [0,44 a 0,58]	0,53 [0,47 a 0,58]	0,015		
	Resistido	0,51 [0,46 a 0,56]	0,53 [0,50 a 0,56]	0,018	0,04	0,4
	Funcional	0,46 [0,40 a 0,52]	0,51 [0,48 a 0,55]	0,054		
Largura Passo 1 (m)	Controle	0,10 [0,07 a 0,12]	0,10 [0,09 a 0,11]	0,008		
	Resistido	0,14 [0,12 a 0,16]	0,12 [0,10 a 0,15]	-0,02	0,72	0,55
	Funcional	0,12 [0,09 a 0,15]	0,11 [0,08 a 0,13]	-0,015		
Largura Passo 2 (m)	Controle	0,15 [0,12 a 0,19]	0,14 [0,11 a 0,18]	-0,012		
	Resistido	0,18 [0,14 a 0,24]	0,20 [0,15 a 0,25]	0,02	0,4	0,33
	Funcional	0,13 [0,09 a 0,17]	0,13 [0,11 a 0,16]	0,004		
Distância do pé para o obstáculo antes da transposição (m)	Controle	0,43 [0,40 a 0,47]	0,46 [0,44 a 0,49]	0,03		
	Resistido	0,47 [0,41 a 0,53]	0,46 [0,41 a 0,51]	-0,011	0,51	0,24
	Funcional	0,40 [0,32 a 0,47]	0,44 [0,40 a 0,49]	0,049		
Distância do pé para o obstáculo depois da transposição (m)	Controle	0,16 [0,15 a 0,18]	0,14 [0,13 a 0,16]	-0,019		
	Resistido	0,15 [0,11 a 0,20]	0,16 [0,14 a 0,18]	0,015	0,47	0,36
	Funcional	0,15 [0,11 a 0,16]	0,15 [0,13 a 0,17]	0,007		
Altura do pé na transposição do obstáculo (m)	Controle	0,23 [0,21 a 0,26]	0,22 [0,21 a 0,23]	-0,014		
	Resistido	0,22 [0,20 a 0,24]	0,22 [0,20 a 0,24]	0,001	0,38	1,1
	Funcional	0,22 [0,20 a 0,24]	0,24 [0,23 a 0,26]* [†]	0,022		

Dados apresentados por média e intervalo de confiança de 95%. Δ = Diferença pós-pré. $d = [(Diferença pós-pré do grupo resistido ou funcional - Diferença pós-pré do grupo controle) \div \text{Desvio padrão combinado da diferença entre os grupos}]$. *Diferença significativa para o momento pré no mesmo grupo ($P < 0,05$). [†]Diferença significativa do grupo controle no momento pós ($P < 0,05$).

Tabela 11 – Variáveis espaçotemporais da marcha com obstáculo 1% Grupo Referencial (GR).

Variável	Momento Pré Intervenção
	N=10 Idade Média 18,3 anos Média e DP
Comprimento Passo 1	0,64 ± 0,07
Comprimento Passo 2	0,64 ± 0,03
Largura Passo 1	0,07 ± 0,03
Largura Passo 2	0,07 ± 0,03
Distância do pé para o obstáculo antes da transposição	0,46 ± 0,11
Distância do pé para o obstáculo depois da transposição	0,24 ± 0,17
Altura do pé na transposição do obstáculo	0,26 ± 0,02

GR, Grupo referencial de jovens sem deficiência. Todas as variáveis em (m) metros. DP, desvio padrão.

5.2.2.2 Variáveis Angulares com obstáculo 1%.

A Tabela 12 apresenta a análise angular da marcha com obstáculo a 1% da estatura do participante. Foi observado efeito diferença significativa na interação (grupo × momento) para ângulo máximo do quadril ($W_2=7,52$; $P=0,023$), ângulo mínimo do joelho ($W_2=11,1$; $P=0,004$) e ângulo mínimo do tornozelo ($W_2=12,8$; $P=0,002$). O ângulo máximo do quadril aumentou para os grupos resistido ($P=0,046$) e funcional ($P=0,003$). O ângulo mínimo do joelho diminuiu em função dos treinamentos resistido ($P=0,017$) e funcional ($P=0,009$), comparados ao grupo controle. O ângulo mínimo do tornozelo reduziu para os GTR ($P=0,006$) e GTF ($P=0,001$). Foram verificados efeito moderado ($d=1,1$) no GTR e efeito grande ($d=1,5$) no GTF com aumento do ângulo máximo do quadril para ambos os grupos. Efeitos grande foram encontrados no GTR ($d=1,1$) e GTF ($d=1,3$) com redução no ângulo mínimo do tornozelo. Além disso, foram encontrados um efeito grande ($d=1,8$) no GTR e muito grande ($d=2,1$) no GTF com redução em ambos os grupos para o ângulo mínimo do joelho. Este valor do d de Cohen indica que 96% do

grupo resistido e 98% do grupo funcional estará acima da média do grupo controle (U3 de Cohen) e que existe 91% de chance no grupo resistido e 93% de chance no grupo funcional de um participante selecionado aleatoriamente ter um escore melhor do que um participante selecionado aleatoriamente do grupo controle no momento pós intervenção (probabilidade de superioridade) (RUSCIO, 2008; RUSCIO; MULLEN, 2012). A Tabela 13 mostra os dados descritivos das variáveis angulares da marcha com obstáculo de 1% do GR.

Tabela 12 – Análise angular da marcha com obstáculo 1% em média e tamanho de efeito de jovens com SD por grupo nos momentos pré e pós intervenção.

Variável	Grupo	Momento		Δ	$d_{R \times C}$	$d_{F \times C}$
		Pré	Pós			
Ângulo quadril (mínimo)	Controle	77,5 [72,3 a 83,1]	76,2 [73,4 a 79,0]	-1,37		
	Resistido	78,6 [74,9 a 82,3]	72,6 [69,7 a 75,6]	-5,92	-0,60	-0,55
	Funcional	81,2 [78,0 a 84,6]	75,8 [71,6 a 80,1]	-5,43		
Ângulo quadril (máximo)	Controle	135,8 [127,3 a 145,0]	129,9 [123,5 a 136,7]	-5,94		
	Resistido	129,0 [125,2 a 133,0]	134,2 [126,5 a 142,3]*	5,11	1,1	1,5
	Funcional	126,8 [122,8 a 131,0]	136,9 [130,4 a 143,7]*	10,1		
Ângulo joelho (mínimo)	Controle	98,8 [92,2 a 105,8]	106,4 [99,5 a 114,1]	7,8		
	Resistido	102,9 [96,7 a 109,4]	90,5 [80,1 a 102,2]†	-12,4	1,8	2,1
	Funcional	104,6 [98,6 a 111,1]	89,9 [80,2 a 100,7]* †	-14,8		
Ângulo joelho (máximo)	Controle	166,4 [163,3 a 169,5]	160,9 [164,1 a 171,9]	-6,6		
	Resistido	170,3 [168,0 a 172,6]	171,6 [167,3 a 176,0]	1,3	0,04	0,57
	Funcional	169,8 [167,4 a 172,2]	174,7 [163,3 a 174,3]	5,1		
Ângulo tornozelo (mínimo)	Controle	79,8 [75,0 a 85,0]	80,8 [76,4 a 85,4]	0,96		
	Resistido	80,8 [77,8 a 84,0]	74,4 [69,6 a 79,4]*	-6,5	1,1	1,3
	Funcional	84,3 [81,8 a 86,9]	76,5 [73,0 a 80,3]*	-7,7		
Ângulo tornozelo (máximo)	Controle	107,6 [104,5 a 110,8]	108,9 [100,8 a 109,0]	2,7		
	Resistido	107,9 [105,0 a 110,8]	104,4 [102,5 a 106,4]	-3,5	0,14	0,65
	Funcional	108,4 [106,7 a 110,2]	102,9 [98,9 a 107,2]	-5,5		

Dados apresentados por média e intervalo de confiança de 95%. Δ = Diferença pós-pré. d = [(Diferença pós-pré do grupo resistido ou funcional – Diferença pós-pré do grupo controle) ÷ Desvio padrão combinado da diferença entre os grupos]. *Diferença significativa para o momento pré no mesmo grupo ($P < 0,05$). †Diferença significativa do grupo controle no momento pós ($P < 0,05$).

Tabela 13 – Variáveis angulares da marcha com obstáculo 1% Grupo Referencial (GR).

Variável	Momento Pré Intervenção
	N=10 Idade Média 18,3± 0,08 Média e DP
Ângulo quadril (mínimo)	84,01 ± 22,86
Ângulo quadril (máximo)	137,01 ± 15,17
Ângulo joelho (mínimo)	94,68 ± 15,71
Ângulo joelho (máximo)	175,68 ± 2,84
Ângulo tornozelo (mínimo)	81,20 ± 22,92
Ângulo tornozelo (máximo)	106,35 ± 23,96

GR, Grupo referencial de jovens sem deficiência. Todas as variáveis em (°) ângulo. DP, desvio padrão.

5.2.2.3 Variáveis do centro de massa com obstáculo 1%.

A Tabela 14 apresenta os resultados da intervenção para os componentes do centro de massa (CM) da marcha com obstáculo de 1% da estatura do participante. A análise de estatística não verificou efeitos de interação (grupo × momento) para os componentes do centro de massa da marcha ($P>0,05$). Foram verificados efeitos moderados para os GTR e GTF ($d=0,76-0,93$) com redução na distância do CM na transposição (m). Estes valores do d de Cohen de ($d=0,93$) no grupo resistido e ($d=0,76$) grupo funcional, indica que 82% do grupo resistido e 79% do grupo funcional estará acima da média do grupo controle (Cohen's U3), e existe 74% de chance no grupo resistido e 71% no grupo funcional de que um participante escolhido aleatoriamente ter um escore melhor que um participante escolhido aleatoriamente do grupo controle no momento pós intervenção para essa variável (probabilidade de superioridade) (RUSCIO, 2008; RUSCIO; MULLEN, 2012). Além disso, foram verificados efeitos grandes ($d=1,15$) com redução na amplitude médio lateral do CM e aumento na velocidade do CM na transposição no grupo funcional ($d=1,23$). Estes valores do d de Cohen, indicam que 85-88% do grupo de funcional estará acima da média do grupo de controle (Cohen's U3), e existe 78-80% de chance que um participante escolhido aleatoriamente no grupo funcional ter um escore melhor que um participante escolhido aleatoriamente do grupo controle no momento pós intervenção (probabilidade de superioridade) (RUSCIO, 2008; RUSCIO; MULLEN, 2012). Enquanto que na

variável velocidade do CM na transposição (m/s) foi verificado um efeito moderado ($d=0,8$) com aumento dessa variável no grupo resistido. Este valor do d Cohen, indica que 79% do grupo resistido estará acima da média do grupo controle (Cohen's U3), e existe 71% de chance no grupo resistido que um participante escolhido aleatoriamente no grupo resistido ter um escore melhor que um participante escolhido aleatoriamente do grupo controle no momento pós intervenção (probabilidade de superioridade) (RUSCIO, 2008; RUSCIO; MULLEN, 2012). A Tabela 15 mostra os dados descritivos das variáveis do centro de massa da marcha com obstáculo de 1% do GR.

Tabela 14 – Análise do centro de massa da marcha com obstáculo 1% em média e tamanho de efeito de jovens com SD por grupo nos momentos pré e pós intervenção.

Variável	Grupo	Momento		Δ	$d_{R \times C}$	$d_{F \times C}$
		Pré	Pós			
Amplitude vertical CM (m)	Controle	0,057 [0,043 a 0,072]	0,054 [0,046 a 0,062]	-0,003		
	Resistido	0,052 [0,045 a 0,059]	0,061 [0,047 a 0,077]	0,017	0,7	1
	Funcional	0,044 [0,039 a 0,049]	0,059 [0,046 a 0,072]	0,015		
Amplitude médio-lateral CM (m)	Controle	0,103 [0,087 a 0,118]	0,103 [0,088 a 0,119]	0		
	Resistido	0,110 [0,092 a 0,127]	0,117 [0,095 a 0,137]	0,006	0,22	1,15
	Funcional	0,084 [0,063 a 0,104]	0,115 [0,095 a 0,136]	0,031		
Distância do CM na transposição (m)	Controle	0,357 [0,311 a 0,402]	0,407 [0,361 a 0,453]	0,05		
	Resistido	0,405 [0,346 a 0,463]	0,373 [0,320 a 0,425]	-0,032	0,93	0,76
	Funcional	0,345 [0,290 a 0,400]	0,335 [0,299 a 0,371]	-0,009		
Velocidade do CM na transposição (m/s)	Controle	0,670 [0,580 a 0,759]	0,921 [0,79 a 1,05]	0,251		
	Resistido	0,718 [0,578 a 0,858]	0,808 [0,659 a 0,957]	0,09	0,8	1,23
	Funcional	0,707 [0,615 a 0,799]	0,778 [0,708 a 0,850]	0,071		

Dados apresentados por média e intervalo de confiança de 95%. Δ = Diferença pós-pré. d = [(Diferença pós-pré do grupo resistido ou funcional – Diferença pós-pré do grupo controle) ÷ Desvio padrão combinado da diferença entre os grupos]. *Diferença significativa para o momento pré no mesmo grupo ($P < 0,05$). †Diferença significativa do grupo controle no momento pós ($P < 0,05$).

Tabela 15 – Variáveis do centro de massa da marcha com obstáculo 1% Grupo Referencial (GR).

Variável	Momento Pré Intervenção
	N=10 Idade Média 18,3± 0,08 Média e DP
Amplitude vertical CM (m)	0,13 ± 0,25
Amplitude médio-lateral CM (m)	0,07 ± 0,07
Distância do CM na transposição (m)	0,38 ± 0,14
Velocidade do CM na transposição (m/s)	1,10 ± 0,12

GR, Grupo referencial de jovens sem deficiência. Todas as variáveis em (m) metros. M/S, metros por segundo. DP, desvio padrão.

5.2.3 Marcha com Obstáculo 15% da estatura do participante

5.2.3.1 Variáveis espaçotemporais com obstáculo 15%

A Tabela 16 apresenta a análise da marcha com obstáculo a 15% da estatura do participante. Foi observado efeito significativo na interação (grupo × momento) para comprimento do passo 1 ($W_2=8,89$; $P=0,012$) e comprimento do passo 2 ($W_2=3,49$; $P=0,001$). Houve aumento significativo do comprimento do passo 1 ($P=0,004$) e comprimento do passo 2 ($P=0,002$) dentro do grupo de treinamento funcional. Além disso, detectaram-se reduções significativas do comprimento do passo 2 dentro do grupo controle ($P=0,042$). Foram verificados efeito moderado ($d=0,65$) no GTR e efeito muito grande ($d=2,1$) no GTF com aumento para o comprimento do passo 1. Esses valores do d de Cohen indicam que 76% do grupo resistido e 98% do grupo funcional estará acima da média do grupo controle (Cohen's U3), e que existe 73% de chance no grupo resistido e 93% no grupo funcional que um participante selecionado aleatoriamente do grupo de tratamento ter um escore melhor do que um participante selecionado aleatoriamente do grupo controle no momento pós intervenção (probabilidade de superioridade). Foram observados ainda efeito grande ($d=1,7$) no GTR e muito grande ($d=2,4$) no GTF com aumento para o comprimento do passo 2. Esses valores do d de Cohen indicam que 96% do grupo resistido e 99% do grupo funcional estará acima da média do grupo controle (Cohen's U3), e que existe 89% de chance no grupo resistido e 96% no grupo funcional que um

participante escolhido aleatoriamente do grupo de tratamento ter uma escore melhor do que um participante escolhido aleatoriamente do grupo controle no momento pós intervenção (probabilidade de superioridade). Também foi verificado um efeito moderado ($d < 1,19$) com manutenção na largura do passo 1 e redução do passo 2 no GTR e um efeito pequeno ($d = 0,29$) com redução na largura do passo 1 com efeito moderado ($d = 0,98$) com redução na largura do passo 2 para o GTF. Esses valores do d de Cohen indicam que 82% do grupo resistido e 62% do grupo funcional estará acima da média do grupo de controle (Cohen's U3), e que existe 74% de chance do grupo resistido e 58% no grupo funcional que um participante escolhido aleatoriamente do grupo de tratamento ter um escore melhor que um participante escolhido aleatoriamente do grupo controle no momento pós intervenção (probabilidade de superioridade). Constatou-se efeito moderado ($d = 0,22$) no GTF e um efeito trivial ($d = 0,6$) no GTR, com ambos apresentando antecipação do passo com aumento da distância do pé para o obstáculo antes da transposição. Ainda, foi visto efeito pequeno ($d = 0,45$) com manutenção dos valores na variável distância do pé para o obstáculo após a transposição no GTR e um efeito grande ($d = 1,2$) com aumento da distância no GTF. Esses valores do d de Cohen de indicam que 69% do grupo resistido e 88% do grupo funcional estará acima da média do grupo de controle (Cohen's U3), e que existe 64% de chance no grupo resistido e 80% no grupo funcional que um participante escolhido aleatoriamente do grupo de tratamento ter um escore melhor do que um participante escolhido aleatoriamente do grupo controle no momento pós intervenção (probabilidade de superioridade) (RUSCIO, 2008; RUSCIO; MULLEN, 2012). Além disso foi verificado um efeito moderado no GTF ($d = 0,80$) com redução para altura do pé na transposição do obstáculo. Esse valor do d de Cohen de indica que 79% do grupo de funcional estará acima da média do grupo de controle (Cohen's U3), e que existe 71% de chance de que uma pessoa escolhida aleatoriamente no grupo de funcional ter um escore melhor do que um participante selecionado aleatoriamente do grupo controle no momento pós intervenção (probabilidade de superioridade) (RUSCIO, 2008; RUSCIO; MULLEN, 2012). A Tabela 17 mostra os dados descritivos das variáveis espaçotemporais da marcha com obstáculo de 15% do GR.

Tabela 16 – Análise espaçotemporais da marcha com obstáculo 15% em média e tamanho de efeito de jovens com SD por grupo nos momentos pré e pós intervenção.

Variável	Grupo	Momento		Δ	$d_{R \times C}$	$d_{F \times C}$
		Pré	Pós			
Comprimento Passo 1	Controle	0,56 [0,47 a 0,65]	0,47 [0,37 a 0,56]	-0,094		
	Resistido	0,46 [0,38 a 0,54]	0,48 [0,34 a 0,56]	0,023	0,65	2,1
	Funcional	0,36 [0,28 a 0,44]	0,54 [0,45 a 0,63]*	0,182		
Comprimento Passo	Controle	0,55 [0,50 a 0,60]	0,47 [0,42 a 0,53]*	-0,074		
	Resistido	0,47 [0,43 a 0,50]	0,51 [0,47 a 0,56]	0,052	1,7	2,4
	Funcional	0,44 [0,40 a 0,47]	0,54 [0,48 a 0,61]*	0,102		
Largura Passo 1	Controle	0,15 [0,12 a 0,18]	0,16 [0,10 a 0,16]	0,017		
	Resistido	0,12 [0,09 a 0,15]	0,12 [0,10 a 0,16]	0,003	0,62	0,29
	Funcional	0,11 [0,09 a 0,12]	0,10 [0,09 a 0,12]	-0,02		
Largura Passo 2	Controle	0,26 [0,21 a 0,30]	0,28 [0,17 a 0,25]	0,021		
	Resistido	0,19 [0,14 a 0,23]	0,18 [0,15 a 0,25]	-0,017	0,85	0,98
	Funcional	0,21 [0,18 a 0,22]	0,16 [0,12 a 0,19]	-0,046		
Distância do pé para o obstáculo antes da transposição	Controle	0,46 [0,42 a 0,50]	0,39 [0,42 a 0,50]	-0,001		
	Resistido	0,40 [0,35 a 0,46]	0,46 [0,40 a 0,51]	0,052	0,6	0,22
	Funcional	0,44 [0,39 a 0,50]	0,46 [0,42 a 0,49]	0,026		
Distância do pé para o obstáculo depois da transposição	Controle	0,16 [0,15 a 0,18]	0,12 [0,10 a 0,18]	-0,046		
	Resistido	0,15 [0,14 a 0,17]	0,15 [0,12 a 0,16]	0,014	0,45	1,2
	Funcional	0,12 [0,10 a 0,14]	0,15 [0,09 a 0,17]	0,036		
Altura do pé na transposição do obstáculo	Controle	0,23 [0,19 a 0,27]	0,25 [0,22 a 0,28]	0,018		
	Resistido	0,24 [0,21 a 0,27]	0,24 [0,21 a 0,27]	0,004	0,25	0,8
	Funcional	0,27 [0,24 a 0,30]	0,24 [0,21 a 0,28]	-0,028		

Dados apresentados por média e intervalo de confiança de 95%. Δ = Diferença pós-pré. $d = [(Diferença\ pós-pré\ do\ grupo\ resistido\ ou\ funcional - Diferença\ pós-pré\ do\ grupo\ controle) \div Desvio\ padrão\ combinado\ da\ diferença\ entre\ os\ grupos]$. *Diferença significativa para o momento pré no mesmo grupo ($P < 0,05$). †Diferença significativa do grupo controle no momento pós ($P < 0,05$). Todas as variáveis em metros (m).

Tabela 17 – Variáveis espaçotemporais da marcha com obstáculo 15% Grupo Referencial (GR).

Variável	Momento Pré Intervenção
	N=10 Idade Média 18,3± 0,08 anos Média e DP
Comprimento Passo 1	0,64 ± 0,08
Comprimento Passo 2	0,67 ± 0,04
Largura Passo 1	0,08 ± 0,04
Largura Passo 2	0,08 ± 0,04
Distância do pé para o obstáculo antes da transposição	0,49 ± 0,06
Distância do pé para o obstáculo depois da transposição	0,45 ± 0,61
Altura do pé na transposição do obstáculo	0,49 ± 0,59

GR, Grupo referencial de jovens sem deficiência. Todas as variáveis em metros (m). P/S, número de passos por segundo, DP, desvio padrão.

5.2.3.2 Variáveis angulares da marcha com obstáculo 15%.

A Tabela 18 apresenta a análise angular da marcha com obstáculo a 15% da estatura do participante. Foi verificado efeito significativo na interação (grupo × momento) para ângulo máximo do quadril ($W_2=6,15$; $P=0,046$) e ângulo máximo do tornozelo ($W_2=7,81$; $P=0,020$). Enquanto houve redução do ângulo do quadril dentro do grupo controle ($P=0,018$), um aumento significativo deste ângulo foi observado para o grupo de treinamento funcional comparado ao grupo controle ($P=0,012$). Detectou-se um aumento significativo do ângulo máximo do tornozelo dentro do grupo funcional ($P=0,044$). Foram verificados efeitos grandes ($d=1,20-1,99$) com aumento no ângulo máximo do quadril e redução no ângulo máximo do tornozelo para o GTR. Esses efeitos do d de Cohen indicam que 88-97% do grupo de resistido estará acima da média do grupo de controle (Cohen's U3), e existe 80-91% de chance que um participante escolhido aleatoriamente do grupo resistido ter um escore melhor do que um participante escolhido

aleatoriamente do grupo controle no momento pós intervenção (probabilidade de superioridade) (RUSCIO, 2008; RUSCIO; MULLEN, 2012). Efeito moderado ($d=1,12$) foi observado com aumento nas variáveis ângulo máximo do quadril no GTF com redução nos ângulos máximo e mínimo do joelho no GTR. Esses efeitos do d de Cohen indicam que 80-88% do grupo de tratamento estará acima da média do grupo de controle (Cohen's U_3), e existe 76-80% de chance nos grupos de tratamento que um participante escolhido aleatoriamente dos grupos de tratamento ter um escore melhor do que um participante escolhido aleatoriamente do grupo controle no momento pós intervenção (probabilidade de superioridade) (RUSCIO, 2008; RUSCIO; MULLEN, 2012). A Tabela 19 mostra os dados descritivos das variáveis angulares da marcha com obstáculo de 15% do GR.

Tabela 18 - Análise angular da marcha com obstáculo 15% em média e tamanho de efeito de jovens com SD por grupo nos momentos pré e pós intervenção.

Variável	Grupo	Momento		Δ	$d_{R \times C}$	$d_{F \times C}$
		Pré	Pós			
Ângulo quadril (mínimo)	Controle	77,4 [75,0 a 80,0]	79,6 [74,3 a 85,2]	2,21	0,55	1,45
	Resistido	76,1 [73,0 a 80,0]	75,6 [71,3 a 80,2]	-0,51		
	Funcional	83,4 [79,3 a 87,7]	77,8 [75,0 a 80,7]	-5,63		
Ângulo quadril (máximo)	Controle	170,9 [166,4 a 175,4]	163,0 [158,2 a 167,9]*	-7,89	1,85	1,12
	Resistido	156,7 [153,0 a 160,8]	162,0 [153,5 a 171,0]	5,23		
	Funcional	171,1 [164,5 a 178,0]	173,3 [167,0 a 180,0]†	2,21		
Ângulo joelho (mínimo)	Controle	65,7 [57,5 a 75,2]	69,6 [64,1 a 75,6]	3,88	0,99	0,5
	Resistido	74,0 [69,3 a 79,0]	66,4 [60,0 a 73,5]	-7,63		
	Funcional	66,8 [61,3 a 72,7]	64,6 [56,8 a 73,3]	-2,22		
Ângulo joelho (máximo)	Controle	168,4 [165,4 a 171,6]	171,1 [168,6 a 173,6]	2,64	0,97	0,24
	Resistido	170,0 [166,6 a 173,5]	167,2 [163,9 a 170,7]	-2,79		
	Funcional	172,3 [165,2 a 171,4]	169,8 [166,8 a 172,8]	-3,57		
Ângulo tornozelo (mínimo)	Controle	71,8 [64,8 a 79,5]	72,6 [67,4 a 78,2]	0,82	0,38	0,51
	Resistido	71,7 [67,8 a 75,9]	70,2 [73,5 a 79,0]	-1,48		
	Funcional	73,6 [64,7 a 74,9]	71,7 [70,8 a 80,8]	-2,01		
Ângulo tornozelo (máximo)	Controle	112,2 [107,9 a 116,8]	113,6 [103,3 a 110,0]	1,62	1,82	1,46
	Resistido	105,6 [103,0 a 108,4]	101,1 [107,4 a 114,9]	-4,43		
	Funcional	112,0 [108,3 a 115,7]	104,4 [106,2 a 112,7]*	-7,54		

Dados apresentados por média e intervalo de confiança de 95%. Δ = Diferença pós-pré. $d = [(Diferença\ pós-pré\ do\ grupo\ resistido\ ou\ funcional - Diferença\ pós-pré\ do\ grupo\ controle) \div Desvio\ padrão\ combinado\ da\ diferença\ entre\ os\ grupos]$. *Diferença significativa para o momento pré no mesmo grupo ($P < 0,05$). †Diferença significativa do grupo controle no momento pós ($P < 0,05$). Todas as variáveis em angulos ($^{\circ}$).

Tabela 19 – Variáveis angulares da marcha com obstáculo 15% Grupo Referencial (GR).

Variável	Momento Pré Intervenção
	N=10 Idade Média 18,3± 0,08 anos Média e DP
Ângulo quadril (mínimo)	81,69 ± 21,78
Ângulo quadril (máximo)	159,28 ± 7,92
Ângulo joelho (mínimo)	73,69 ± 5,41
Ângulo joelho (máximo)	175,38 ± 2,81
Ângulo tornozelo (mínimo)	70,80 ± 3,73
Ângulo tornozelo (máximo)	100,54 ± 4,42

GR, Grupo referencial de jovens sem deficiência. Todas as variáveis em (°) ângulos.
DP, desvio padrão.

5.2.3.3 Variáveis do centro de massa da marcha com obstáculo 15%.

A Tabela 20 apresenta a análise do centro de massa da marcha com obstáculo a 15%. Foi verificado efeito significativo na interação (grupo \times momento) para velocidade do CM na transposição do obstáculo ($W_2=11,82$; $P=0,003$). Detectou-se um aumento significativo da velocidade do CM na transposição do obstáculo dentro do grupo funcional ($P=0,001$). Foi verificado um efeito muito grande ($d=2,3$) com aumento da velocidade do centro de massa na transposição do obstáculo no GTF. Esse valor do d de Cohen indica 97-99% do grupo de funcional estará acima da média do grupo de controle (Cohen's U3), e existe 91-95% de chance que um participante escolhido aleatoriamente no grupo funcional ter uma pontuação maior do que um participante escolhido aleatoriamente do grupo controle no momento pós intervenção (probabilidade de superioridade) (RUSCIO, 2008; RUSCIO; MULLEN, 2012). No GTR também foi verificado um efeito muito grande ($d=2$) com redução na amplitude vertical do centro de massa. Esse valor do d de Cohen indica 95-98% do grupo de funcional estará acima da média do grupo de controle (Cohen's U3), e existe 88-92% de chance que um participante escolhido aleatoriamente no grupo funcional ter uma pontuação maior do que um participante escolhido aleatoriamente do grupo controle no momento pós intervenção (probabilidade de superioridade) (RUSCIO, 2008; RUSCIO; MULLEN, 2012). Efeito grande ($d=1,25-1,4$) foi verificado com redução da variável amplitude médio lateral do centro de massa no GTR. Esse valor do d de Cohen indica que 88-97% do grupo resistido estará acima da média do grupo de controle (Cohen's U3), e existe 80-91% de chance que um participante escolhido aleatoriamente no grupo resistido ter uma pontuação maior que um participante escolhido aleatoriamente do grupo controle no momento pós intervenção (probabilidade de superioridade) (RUSCIO, 2008; RUSCIO; MULLEN, 2012). O treinamento funcional também apresentou um efeito grande ($d=1,4$) com redução na distância do centro de massa na transposição no GTF. Além disso, foram verificados efeitos moderados ($d=1,1-1,15$) com redução na distância do centro de massa na transposição e aumento na velocidade do centro de massa na transposição no GTR. Esses valores do d de Cohen indicam que 86-88% do grupo resistido estará acima da média do grupo controle (Cohen's U3), e existe 78-80% de chance que um participante escolhido aleatoriamente no grupo resistido ter uma pontuação maior que um participante escolhido aleatoriamente do grupo controle no momento pós intervenção (probabilidade de superioridade) (RUSCIO, 2008; RUSCIO; MULLEN, 2012). A Tabela 21 mostra os dados descritivos das variáveis do centro de massa da marcha com obstáculo de 15% do GR.

Tabela 20 - Análise do centro de massa com obstáculo 15% em média e tamanho de efeito de jovens com SD por grupo nos momentos pré e pós intervenção.

Variável	Grupo	Momento		Δ	$d_{R \times C}$	$d_{F \times C}$
		Pré	Pós			
Amplitude vertical CM (m)	Controle	0,116 [0,102 a 0,131]	0,118 [0,077 a 0,098]	0,028		
	Resistido	0,098 [0,088 a 0,107]	0,97 [0,076 a 0,138]	-0,009	2	0,75
	Funcional	0,104 [0,091 a 0,117]	0,091 [0,071 a 0,112]	-0,127		
Amplitude médio-lateral CM (m)	Controle	0,131 [0,113 a 0,149]	0,156 [0,100 a 0,131]	0,024		
	Resistido	0,120 [0,098 a 0,142]	0,117 [0,111 a 0,183]	-0,037	1,25	0,84
	Funcional	0,124 [0,105 a 0,143]	0,104 [0,112 a 0,157]	-0,098		
Distância do CM na transposição (m)	Controle	0,320 [0,275 a 0,363]	0,334 [0,260 a 0,327]	0,025		
	Resistido	0,260 [0,225 a 0,295]	0,210 [0,273 a 0,348]	-0,053	1,15	1,4
	Funcional	0,309 [0,274 a 0,343]	0,231 [0,326 a 0,416]	-0,062		
Velocidade do CM na transposição (m/s)	Controle	0,619 [0,492 a 0,745]	0,504 [0,414 a 0,594]	-0,114		
	Resistido	0,566 [0,481 a 0,650]	0,638 [0,526 a 0,750]	0,071	1,1	2,3
	Funcional	0,434 [0,350 a 0,518]	0,707 [0,586 a 0,828]*	0,273		

Dados apresentados por média e intervalo de confiança de 95%. Δ = Diferença pós-pré. d = [(Diferença pós-pré do grupo resistido ou funcional – Diferença pós-pré do grupo controle) ÷ Desvio padrão combinado da diferença entre os grupos]. *Diferença significativa para o momento pré no mesmo grupo ($P < 0,05$). †Diferença significativa do grupo controle no momento pós ($P < 0,05$). M/S, metros por segundo. M, metros.

Tabela 21 – Variáveis do centro de massa da marcha com obstáculo 15% Grupo Referencial (GR).

Variável (m)	Momento Pré Intervenção
	N=10 Idade Média 18,3± 0,08 anos Média e DP
Amplitude vertical CM (m)	0,09 ± 0,02
Amplitude médio-lateral CM (m)	0,07 ± 0,02
Distância do CM na transposição (m)	0,34 ± 0,06
Velocidade do CM na transposição (m/s)	0,87 ± 0,13

GR, Grupo referencial de jovens sem deficiência. M, metros, M/S, metros por segundo DP, desvio padrão.

6 DISCUSSÃO

O objetivo deste trabalho foi verificar os efeitos de dois programas de treinamento combinado (um modelo de treinamento resistido tradicional associado ao aeróbio e um modelo de treinamento funcional associado ao aeróbio) sobre a composição corporal e a cinemática da marcha de jovens com síndrome de Down.

Resultados importantes foram encontrados após o treinamento e serão discutidos em dois tópicos, sendo o primeiro relacionado aos componentes da composição corporal e o segundo sobre os resultados dos componentes da cinemática da marcha.

6.1 Efeitos do treinamento sobre a composição corporal de jovens com Síndrome de Down

A Síndrome de Down é frequentemente associada a quadros de sobrepeso e obesidade (MURRAY; KRAUSE, 2010; RIMMER et al., 2011). Fatores fisiológicos e características intrínsecas da própria deficiência, como a hipotonia muscular, o hipotireoidismo e o aumento da leptina podem justificar estas características (BERTAPELLI et al., 2016; MURRAY; KRAUSE, 2010). O IMC e a CA são variáveis amplamente utilizadas para avaliar o excesso de peso e gordura abdominal, no entanto, parâmetros normativos específicos de IMC para a SD precisam ser utilizados, devido às características morfológicas da síndrome, como a baixa estatura (BAYNARD et al., 2008).

Quando comparamos os resultados de IMC encontrados no momento pré intervenção com as referências para a população em geral propostas pelo Centers for Disease Control and Prevention (CDC, 2000) e pela Organização Mundial da Saúde (2004) para indivíduos com mais de 18 anos, 46,6% (N=14) estavam em situação de sobrepeso (\geq percentil 85 pelo CDC ou IMC entre 24,9 e 29,9 pela OMS), 26,6% (N=8) estavam obesos (\geq percentil 95 pelo CDC ou IMC \geq 29,9 pela OMS) e 26,6% (N=8) eram eutróficos ($<$ percentil 85 pelo CDC ou IMC $<$ 24,9 pela OMS), indicando níveis preocupantes de IMC.

No entanto, quando são comparados os valores de IMC com aqueles propostos para a população com SD, os resultados são diferentes. Baynard et al. (2008) propuseram uma tabela de percentis de referência de IMC para jovens com SD. Baseando-se nesses percentis, três participantes em nossa pesquisa estavam acima do percentil 90, classificando-se como obesos. Ainda, dois participantes estavam entre os percentis 80 e 90, sendo caracterizados como em

situação de sobrepeso. Estes resultados ratificam a importância da verificação e comparação do IMC com referências específicas para a população com SD.

No que se refere à CA, este é um indicador para o acúmulo de gordura abdominal e também para o controle de risco cardiovascular. Nesta variável os participantes foram comparados a pessoas sem deficiência, uma vez que não foi localizada na literatura nenhuma referência específica para pessoas com SD. Em nossa amostra, cinco participantes com menos de 18 anos apresentaram alto risco cardiovascular, já que estavam acima do percentil 90 de acordo com as referências internacionais (FERNANDEZ et al., 2004), e quatro estavam entre o percentil 75 e 90, indicando risco cardiovascular. Já para os participantes com mais de 18 anos foi utilizado o referencial da Organização Mundial da Saúde (2004), e quatro participantes encontravam-se com risco cardiovascular, sendo dois com risco substancialmente alto.

Quanto à massa óssea, a DMO também é uma importante medida da composição corporal e está relacionada à saúde esquelética. Uma maior aquisição de massa óssea durante a infância e adolescência é determinante para a manutenção da saúde óssea durante a vida adulta (AGUERO et al., 2012). Para a comparação da DMO dos participantes com SD e da população em geral foi utilizado o Escore – Z, que representa o desvio padrão em relação a pessoas da mesma faixa etária. Todos os participantes da pesquisa estavam dentro dos dois desvios padrões estimados para sua faixa etária.

Aguero et al. (2010) reuniram em sua revisão de literatura estudos investigando a composição corporal de pessoas com SD. As pesquisas, em sua maioria, verificaram menor nível de massa muscular, menor DMO e maior IMC entre a população com SD. Esses resultados corroboram com a revisão de literatura de Bertapelli et al. (2016), os quais verificaram uma prevalência de 23 a 70 % de sobrepeso e obesidade em diferentes amostras de pessoas com SD. Estes dados trazem indícios de que, de uma forma geral, a população com SD apresenta excesso de peso e maior acúmulo de gordura que pessoas sem deficiência. Entretanto, os participantes desta pesquisa apresentaram resultados iniciais diferentes quando comparados a jovens também com SD, especialmente no que se refere à DMO e ao IMC. Este panorama pode estar associado à participação de jovens provenientes de instituições específicas para o atendimento de pessoas com SD. Então, mesmo que antes da pesquisa os participantes não estivessem engajados em programas de exercício físico regulares, já realizavam atividades na instituição, que podem se relacionar às melhores condições da composição corporal.

Verificamos em nossa pesquisa o efeito dos programas combinados de exercício físico resistido e funcional sobre algumas variáveis da composição corporal: gordura total relativa e

absoluta (em Kg), tecido magro relativo e absoluto (em Kg) e densidade mineral óssea (DMO). Para a análise da tendência da distribuição de gordura foram utilizados os percentuais de gordura androide e ginoide e a taxa A/G.

Iniciaremos com a análise da gordura total, tecido magro e DMO. Quando se analisa o efeito da prática de exercícios físicos sobre estas variáveis da composição corporal, as pesquisas apresentam resultados discrepantes (AGUERO et al., 2011A; LI et al., 2013; ORDOÑEZ; ROSEY; RODRIGUEZ, 2006; SERON; SILVA; GREGUOL, 2014). No presente estudo, após o programa de 24 de semanas de treinamento funcional combinado ao aeróbio, foi verificado efeito grande do GTF na DMO ($d=1,43$), gordura total relativa ($d=1,96$) e tecido magro absoluto ($d=1,45$) em relação ao GC. Além disso, este mesmo modelo de treinamento promoveu efeito pequeno na gordura total absoluta ($d=0,48$) e efeito trivial no tecido magro relativo ($d=0,12$), demonstrando redução de gordura corporal e aumento de massa magra. A esse respeito, o aumento da massa magra da ordem de 1,7 kg no grupo resistido e 4,2 kg no grupo funcional devem ser enfatizados uma vez que a hipotonia muscular, muito presente nessa população, tende a exercer forte impacto negativo sobre a autonomia das pessoas com SD.

Já no GTR, foi verificado efeito pequeno na gordura total relativa ($d=0,58$) e absoluta ($d=0,23$) e tecido magro absoluto ($d=0,44$), além de efeito trivial no tecido magro relativo ($d=0,16$). Estes resultados indicam novamente efeitos de maior magnitude para o modelo de treinamento funcional combinado ao aeróbio em relação ao resistido tradicional. Sperlich et al. (2017) também verificaram a redução de gordura e aumento de massa magra em mulheres com sobrepeso com idade média de 22 anos após 9 semanas de treinamento funcional. Também Feito et al. (2018) verificaram redução de gordura em homens adultos após 16 semanas de treinamento funcional e não verificaram melhora na DMO. No entanto, os autores argumentam que o treinamento funcional pode estimular mais a produção de massa óssea, já que grande parte dos exercícios são realizados em postura em pé, envolvendo saltos por exemplo, que trazem maior impacto aos ossos.

Aguero et al. (2011A) aplicaram um protocolo de 23 semanas de treinamento envolvendo um circuito com saltos pliométricos, flexões de braços apoiados na parede, fortalecimento de membros superiores com bandagens elásticas e arremesso de *medicine ball* em jovens com SD. A intensidade dos exercícios era controlada pela resistência da bandagem elástica e peso da *medicine ball*. Mesmo que o autor não tenha qualificado seu método de treinamento como funcional, as atividades utilizadas também se aplicam a esta forma de treino, no qual o peso do próprio corpo (saltos e flexões) pode ser utilizado como sobrecarga e são priorizados exercícios

multiarticulares. Foram verificados os efeitos da intervenção na composição corporal por meio de DEXA. Ao final do programa, não foi percebida redução no percentual de gordura, mas um aumento na massa magra do corpo inteiro e dos membros inferiores. Em parte, os resultados se assemelham aos do presente estudo no que diz respeito ao aumento de massa magra. No entanto, em nossa pesquisa também foi percebida a redução de gordura corporal, que talvez pode ter sido mais evidenciada pelo treinamento aeróbio, que foi realizado combinado ao funcional.

Assim como foi mencionado no tópico anterior deste trabalho, o método de treinamento funcional trabalha com estímulos únicos que desafiam a homeostase corporal e desenvolvem múltiplos domínios do condicionamento físico. Em nossa pesquisa, o GTF tinha dois modelos de treino diferentes para cada sessão semanal e, além disso, em cada sessão os participantes realizavam uma atividade coordenativa diferente. Talvez estas características tenham estimulado o metabolismo de maneira mais acentuada (CRAWFORD et al., 2018; ROSSI et al., 2017) e, com isso, trazido melhoras de maior magnitude também na composição corporal.

Li et al. (2013) verificaram em sua revisão de literatura diferentes protocolos de treinamento utilizados em pessoas com SD: treinamento em esteira ergométrica, bicicleta ergométrica, ergômetro de remo, treinamento resistido, treinamento em esteira combinado com jogos, treinamento resistido combinado com treinamento de equilíbrio, treinamento de força combinado com cardiovascular e um modelo de treinamento envolvendo caminhadas, escadas e esportes. Os períodos de intervenção variaram de 6 a 25 semanas. Nenhum dos protocolos envolveu modelos de treinamento funcional. Ainda, não foram localizados outros estudos que avaliaram efeitos deste tipo de exercício em pessoas com SD, reafirmando a necessidade de pesquisas que investiguem o método de treino funcional, já que os resultados encontrados neste estudo demonstram efeitos positivos de grande magnitude desta prática.

Assim como na presente pesquisa, Florentino Neto, Pontes e Fernandes Filho (2010), Ordoñez, Rosety e Rodriguez (2006) e Rimmer et al. (2004) verificaram redução na medida de gordura corporal após 12 semanas de treinamento com pessoas com síndrome de Down. Rimmer et al. (2004) aplicaram treinamento aeróbio combinado com resistido e constataram redução no diâmetro de dobras cutâneas. Ordoñez, Rosety e Rodriguez (2006) trabalharam com treinamento na água combinado com terra e verificaram redução no percentual de gordura avaliado por dobras cutâneas, mas não foi percebido aumento de massa magra. Já Florentino Neto, Pontes e Fernandes Filho (2010) verificaram redução no percentual de gordura e aumento de massa magra ao final das 12 semanas de prática de treinamento resistido. Ainda, Chen e Ringenbach (2018) verificaram efeito benéfico e a importância do aumento da massa magra no desempenho da

marcha após um protocolo de caminhada em esteira e ainda verificaram melhora nas variáveis gordura corporal e qualidade de sono. Em contrapartida, Seron, Silva e Greguol (2014) não verificaram redução no percentual de gordura, avaliado por pletismografia, após 12 semanas de treinamento por dois métodos diferentes: aeróbio e resistido.

Assim, a partir dos resultados disponíveis na literatura e os resultados encontrados no presente estudo, não se pode estabelecer um protocolo ou método ideal de treinamento para redução de gordura e aumento de massa magra em jovens com SD. No entanto, os métodos de treinamento combinado parecem trazer efeitos importantes nestas variáveis da composição corporal, especialmente o treinamento funcional combinado ao aeróbio.

Em relação aos efeitos do treinamento na densidade mineral óssea, Matute-Llorente et al. (2015) verificaram um aumento da DMO e do conteúdo mineral ósseo (CMO) em adolescentes com SD de 12 a 18 anos após 20 semanas em treinamento em plataforma vibratória. Também Reza et al. (2013) confirmaram um aumento da DMO em crianças de 7 a 12 anos com SD após quatro meses de treinamento com saltos, corridas e caminhadas e ingestão de cálcio. Os grupos que realizaram apenas o treinamento e apenas a ingestão de cálcio apresentaram melhora na DMO, mas o grupo que realizou as duas intervenções (exercício físico e consumo de cálcio) apresentaram resultados 9,48% mais expressivos. Da mesma forma, Agüero et al. (2012) identificaram aumento na DMO em jovens de 10 a 19 anos com SD após 21 semanas de treinamento com saltos pliométricos.

A prática de exercícios físicos, principalmente aqueles que promovem impactos mecânicos nos ossos, como os saltos, estimula a atividade osteogênica e pode aumentar os níveis de osteocalcina, marcador bioquímico de formação óssea (AGÜERO et al., 2012). Em nossa pesquisa o grupo que realizou o treinamento funcional combinado ao aeróbio apresentou efeito grande na DMO em relação ao grupo controle. Este modelo de treinamento envolveu saltos na corda e exercícios coordenativos que também abrangiam saltos entre arcos e cones e talvez estas atividades justifiquem uma melhora na DMO, a qual não foi verificada no GTR.

Ainda sobre a composição corporal, foram analisadas variáveis relacionadas à distribuição de gordura corporal. Agüero et al. (2011B) verificaram que meninas com SD apresentam maior quantidade de gordura e de massa magra no tronco e menor quantidade de gordura e massa magra nos membros inferiores do que meninas sem a síndrome, enquanto os meninos apresentam maior quantidade de gordura na medida de corpo inteiro e membros superiores quando comparados aos seus pares sem deficiência. Em nossa pesquisa, para analisarmos os efeitos do treinamento sobre a distribuição da gordura corporal utilizamos as

medidas de gordura androide e ginoide relativas e a taxa A/G, que corresponde à relação entre a gordura androide e ginoide em Kg.

A medida de gordura androide e a taxa A/G são indicadores de acúmulo de gordura abdominal e, especialmente a taxa A/G, é um forte indicador de risco cardiovascular, de resistência à insulina e incidência de dislipidemias em jovens sem deficiência (SAMSELL et al., 2014). Em nossa pesquisa, após as 24 semanas de intervenção, efeitos importantes foram encontrados nestas variáveis. O GTF apresentou efeitos quase perfeitos nas medidas de gordura androide ($d=4,56$) e taxa A/G ($d= 4,54$) e efeito moderado na gordura ginoide ($d=0,76$) em relação ao GC. Já o GTR apresentou efeito moderado na gordura ginoide ($d=0,71$) e efeito pequeno na gordura androide ($d= 0,58$). Estes resultados demonstram efeitos de maior magnitude e, portanto, melhora mais acentuada no grupo de treinamento funcional no momento pós-intervenção. Assim, os resultados são indício de que uma melhora na taxa A/G e gordura androide pode ser acompanhada de uma melhora na saúde cardiovascular. Ainda, ressalta-se que mais pesquisas que utilizem estas variáveis da composição corporal são necessárias na população com SD.

É possível inferir que os dois protocolos de treinamento ocasionaram melhora na composição corporal. O treinamento resistido combinado ao aeróbio proporcionou redução de gordura, em seus diferentes parâmetros e aumento de massa magra (principalmente absoluta). No presente estudo, os participantes realizaram o treinamento aeróbio a uma intensidade da frequência cardíaca entre 50 e 70% da FC de reserva. O modelo de treinamento resistido foi composto de dez exercícios realizados em duas séries de 12 repetições máximas. A combinação do volume e da intensidade destes dois tipos de exercício parecem ser adequadas para a obtenção de melhora no perfil lipídico nos participantes com síndrome de Down.

Também o treinamento funcional combinado ao aeróbio trouxe efeitos de maior magnitude, tanto na redução de gordura quanto ganho de massa magra. Ainda, o treinamento funcional possibilitou redução importante na gordura androide e taxa A/G, marcadores de risco cardiovascular, ratificando os efeitos “protetivos” deste modelo de treino para o desenvolvimento de doenças cardiovasculares.

6.2 Efeitos do treinamento sobre a cinemática da marcha de jovens com Síndrome de Down

A trajetória no desenvolvimento da motricidade da pessoa com SD pode ser vista como paralela à de pessoas sem deficiência, no entanto, de forma mais lenta. Este fato está associado à hipotonia global, fraqueza muscular e hiperflexibilidade articular, que dificultam os processos de aquisição e controle dos movimentos (PALISANO et al. 2001).

A marcha humana consiste em três elementos principais: 1º) o peso corporal deve proporcionar apoio antigravidade para poder obter estabilidade; 2º) mobilidade para que haja movimento leve, enquanto os segmentos corporais assumem várias posições; 3º) para dar sequência aos movimentos tem de haver controle motor, enquanto há deslocamento de peso de um membro para outro (ROSE; GAMBLE, 1998). A marcha é dividida em dois períodos: apoio e balanço. O apoio constitui sessenta por cento (60%) do ciclo da marcha, enquanto que quarenta por cento (40%) é para o balanço (ROSE; GAMBLE, 1998). As atividades funcionais são feitas a cada passada: transferência de peso, apoio simples e avanço do membro. (ROSE; GAMBLE, 1998).

Para Beerse e Wu (2018), o andar das pessoas com SD pode apresentar características posturais observadas durante a etapa de ficar de pé, onde os pés ficam achatados contra o chão, os joelhos se direcionam para fora e levemente para trás, com as pernas muito abertas. Além disso, segundo Capio et al. (2017), Galli et al. (2015), Galli et al. (2014) e Wu et al. (2015), a marcha da pessoa com SD é mais curta, a velocidade é mais lenta e com uma largura do passo maior.

Assim, tendo em vista as alterações da marcha de pessoas com SD devido às características típicas da síndrome, a premissa de que a prática de atividade física regular pode atuar de maneira benéfica sobre esta variável e a escassez de pesquisas sobre o assunto, o objetivo desse tópico é discutir o efeito de dois programas de treinamento combinado aeróbio/resistido e aeróbio/funcional sobre a cinemática da marcha em jovens com SD.

6.2.1 Marcha sem obstáculo

O caminhar e, mais ainda, correr, é uma das atividades motoras cíclicas mais complicadas do homem. Sendo assim, para a população com SD, diante de características intrinsecamente vinculadas à síndrome (hipotonia e frouxidão ligamentar, além de um frágil sistema de

alavancas), essa complexidade resulta da existência de considerável quantidade de graus de liberdade na região da cintura pélvica e dos membros inferiores e superiores, e um número mínimo de graus de liberdade dentro do tronco, bem como da necessidade de manutenção simultânea do estado de equilíbrio de todo o corpo (CAPIO et al., 2017). Diante disso, assumiu-se que as pessoas com SD não têm apenas disfunção da marcha expressa pelo caráter de alterações angulares em seus membros inferiores e movimentos da pelve, mas também alterações dos valores dos parâmetros espaçotemporais, que se desviam da norma fisiológica das pessoas sem deficiência normalmente caracterizadas como desenvolvimento típico (DT).

Uma hipótese estabelecida é que os jovens com síndrome de Down (SD) participantes dos grupos treinamento aeróbio resistido (GTR) e treinamento aeróbio funcional (GTF), apresentariam adaptações posturais mais expressivas nas variáveis espaçotemporais do estudo [comprimento do passo (m), largura do passo (m) e cadência de marcha (p/s)] do que seus pares do grupo controle (GC) e ainda, após 24 semanas de intervenção os grupos GTR e GTF estarão mais próximos dos valores do grupo referencial (GR) de jovens sem deficiência.

Estudos como Beerse e Wu (2018), Capio et al. (2017), Chen e Ringenbach (2018), Galli et al. (2015), Rigoldi et al. (2011), Wu et al. (2015) apontam que quando comparados a jovens sem deficiência, a população com SD está em desvantagem em todas as capacidades relacionadas ao comportamento motor. Em nosso estudo isso foi verificado, com os jovens com SD apresentando disfunção da marcha em comparação com a norma fisiológica de jovens sem deficiência no momento pré intervenção, utilizados em nosso estudo como grupo referencial (GR).

Tais diferenças podem ser explicadas por características ortopédicas típicas, como frouxidão ligamentar e hipotonia muscular, levando ao desenvolvimento de diferentes estratégias motoras (redução do comprimento do passo e da velocidade e aumento da largura do passo) a fim de compensar a instabilidade da postura e do movimento e tentar ajustes para um caminhar com maior estabilidade e segurança (WU et al., 2015).

No presente estudo, durante avaliações no momento pré-intervenção, não foram encontradas diferenças significantes ($p < 0,05$) nos fatores motores, fisiológicos ou maturacionais entres os grupos GTR, GTF e GC.

Efeitos pequenos foram verificados após 24 semanas de intervenção em ambos os grupos GTR ($d=0,12$) e GTF ($d=0,45$) em relação ao grupo controle (GC) para todas as variáveis espaçotemporais da marcha pesquisadas no estudo, valores estes descritos na tabela 4. Esses efeitos, embora estatisticamente classificados como pequenos, apresentam grande impacto

positivo na capacidade de marcha dos jovens com SD participantes do estudo. Foram verificadas manutenção do comprimento e redução da largura do passo (m) acompanhado de aumento da cadência de marcha (p/s) nos grupos GTR e GTF, com ambos os grupos pós intervenção obtendo ajustes importantes na marcha, como menor rigidez durante o andar, melhor estabilidade e coordenação para um caminhar mais estável e confiante.

Assim como em outros estudos, foi verificada uma relação inversa entre a largura da base de apoio e o comprimento de passada, ou seja, na medida em que há um aumento no comprimento da passada, ocorre uma diminuição da largura do passo (BEERSE; WU, 2018; CHEN et al., 2015; LOVE; AGIOVLASITIS, 2016; RAJACHANDRAKUMAR et al., 2018), gerando conseqüentemente um aumento na velocidade das passadas e menor tempo de apoio, propiciando um melhor padrão de marcha. No mesmo período o GC manteve os valores para largura do passo (m) e reduziu a cadência de marcha (p/s), ou seja, adotaram um caminhar mais lento e ainda mais rígido em relação ao período pré intervenção. Esses ajustes colocam os participantes dos GTR e GTF mais próximos dos valores do grupo referencial (GR) sem deficiência.

Vale ressaltar que os participantes do GTF apresentaram resultados mais expressivos igualando-se aos valores do GR nas variáveis largura do passo um e dois (m) e cadência (p/s) (0,07, 0,09) e (1,84) respectivamente, mostrando que após 24 semanas de treinamento combinado aeróbio/funcional esses jovens apresentaram avanços importantes para um caminhar mais estável, com maior coordenação e independência, similares a seus pares do GR sem deficiência. Essas alterações vão ao encontro do estudo de Marchewka et al. (2008) com 10 jovens com SD idade média de 17,8 anos, submetidos a 40 semanas de treinamento aeróbio e caracterizado pelo autor como reabilitação mais com características de treinamento funcional, com duas sessões semanais de 45 minutos cada. Os autores informaram melhoras significativas em todas as variáveis angulares (quadril, joelhos e tornozelos) e temporais (cadência, comprimento e largura do passo), fazendo com que sua marcha ao final da intervenção exibisse um padrão muito próximo ao de crianças e adolescentes sem deficiência. Vale ressaltar que em nosso estudo ambos os grupos GTR e GTF obtiveram após 24 semanas de treinamento resultados similares a Marchewka et al. (2008), que utilizaram 40 semanas de intervenção, ou seja, 16 semanas a menos de treinamento, porém com a mesma efetividade. Isso posto, os dados evidenciam que o protocolo de treinamento combinado aeróbio/funcional ou aeróbio/resistido pode ser um modelo mais efetivo de treinamento para aprimorar variáveis diretamente

relacionadas à boa capacidade de marcha em jovens com SD, com destaque para GTF que mais se aproximou dos valores do GR de jovens sem deficiência.

Nossos resultados também são similares aos trabalhos desenvolvidos por Ângulo-Barroso (2008), Graup et al. (2007), Looper, et al. (2006) Smith et al. (2007), Ulrich et al. (1995, 2001), Ulrich et al. (2008), Wu et al. (2007, 2008 e 2010), que utilizaram esteiras motorizadas em suas intervenções com crianças com SD. As variáveis espaçotemporais foram investigadas em diferentes velocidades impostas ao grupo treinamento e em diferentes períodos de prática como forma de restrição da tarefa. Os resultados indicaram que as intervenções nas esteiras auxiliaram na antecipação da aquisição da marcha, assim como uma melhora significativa nas variáveis espaçotemporais (aumento do comprimento do passo, redução da largura do passo e aumento da cadência de marcha) e nos padrões de marcha de crianças com SD.

Outro estudo de Smith et al. (2007) envolvendo protocolo de treinamento aeróbio em esteira e exercícios de reabilitação duas vezes por semana, 45 minutos por sessão durante 10 meses em jovens com SD, identificou melhoras significativas em todas as variáveis angulares (quadril, joelhos e tornozelos) e espaçotemporais (cadência, comprimento e largura do passo), fazendo com que sua marcha ao final da intervenção exibisse um padrão muito próximo ao de jovens sem deficiência. Segundo os autores, uma possível explicação para as melhoras evidenciadas pode ser a especificidade do movimento executado na intervenção. Tanto no protocolo em esteira quanto nos exercícios propostos na reabilitação e nas aulas de educação física, os jovens eram estimulados continuamente a caminhar, sendo que ocorriam mudanças de velocidade e, no caso das aulas de educação física, também mudanças de direção. Essa condição também foi verificada em nosso estudo, já que os participantes do grupo GTF foram os que apresentaram os melhores resultados no tocante à aproximação dos valores de jovens sem deficiência (GR).

Contrariando esses achados, Borssatti et al. (2013) verificaram as variáveis lineares da marcha antes e após um programa de treinamento de força com caráter lúdico em 8 jovens com SD de ambos os sexos e com idade média de $19,33 \pm 2,44$ durante 12 semanas com frequência de 2 vezes por semana. Segundo os autores, o grupo não apresentou melhoras significativas no desempenho de marcha em nenhuma das variáveis pesquisadas após 12 semanas de treinamento de força muscular.

No estudo de Jung et al. (2017), ao comparar as funções de equilíbrio e marcha de crianças com (SD=16) e desenvolvimento típico (DT=20) de acordo com a idade, os autores pontuaram que o equilíbrio e a capacidade de marcha de crianças com DT melhoram durante o

crescimento, enquanto que nas crianças com SD isso não ocorreu e permaneceram baixos, mesmo após a aquisição da marcha independente. Ao final os autores relatam necessidade de intervenção constante para a melhora do equilíbrio corporal e da marcha mesmo após o desenvolvimento independente da marcha em crianças e jovens com SD, o que não é necessário com jovens com DT.

Os estudos transversais de Marchewka et al. (2007) e Felício et al. (2008) verificaram os componentes da marcha em crianças e jovens com SD e compararam com seus pares de mesma idade com desenvolvimento típico (DT). O primeiro estudo realizado com jovens entre 16-20 anos verificou todas as variáveis angulares (quadril, joelhos e tornozelos) e temporais (cadência, comprimento e largura do passo), e os valores encontrados nos jovens com SD foram similares aos apresentados em nosso estudo no momento pré-intervenção, e os autores verificaram que os jovens com SD diferem nessas variáveis em relação a seus pares sem deficiência (MARCHEWKA et al., 2007). No segundo estudo realizado com crianças (3-5 anos) e jovens (10-20 anos), os autores verificaram que o comprimento do passo nas crianças com idade três anos com SD é significativamente maior em relação a seus pares com DT, no entanto sofre um decréscimo ao longo da idade, entre (4-10 anos) isso se inverte, continuando o decréscimo na adolescência (16-20 anos) e permanece essa diferença até a idade adulta em relação as crianças e jovens com DT (FELÍCIO et al., 2008). Os autores pontuam que a alteração no comprimento do passo é decorrente da falta de estabilidade das crianças e jovens com SD, pois a fase de apoio bipodálico e a de apoio simples são maiores do que nas crianças e jovens com DT, resultando na redução de estabilidade e provendo uma marcha mais enrijecida e menos eficiente. De maneira geral, os valores encontrados na literatura para as variáveis comprimento e largura do passo nos jovens com SD e DT foram similares aos apresentados em nosso estudo no momento pré intervenção.

Um dado a ser ressaltado diz respeito à variável comprimento do passo, que deve ser analisada com cautela na população com SD ao compará-los com os pares sem deficiência. Isso porque a covariável estatura deve ser analisada antes de se assumir como ponto negativo valores inferiores desse componente no contexto de uma marcha ideal e assim eliminar o viés nesse componente. Jung et al. (2017) relatam que, considerando que crianças e jovens com DT apresentam maior estatura em relação aos pares com SD, isso permite sugerir que essa diferença existente na variável tamanho do passo pode ocorrer devido ao maior comprimento do fêmur nas crianças e jovens com DT, não sendo proveniente de problemas nos componentes da marcha de crianças e jovens com SD.

A esse respeito, nossos participantes com SD apresentaram menor estatura com diferença significativa em relação ao GR ($p=0,003$). Vale ressaltar que todas as nossas análises foram realizadas entre os três grupos GTR, GTF e GC, sendo o grupo GR utilizado como modelo referencial, assumido como um parâmetro ótimo movimento.

Assim, podemos inferir que os resultados obtidos no período pós-intervenção direcionam para efeitos considerados pequenos em termos estatísticos ($d=0,11-0,13$), mais relevantes se for considerado que os valores obtidos no componente comprimento do passo no momento pré-intervenção (GTR: pré= $0,47$ e pós= $0,55$) e (GTF: pré= $0,47$ e pós= $0,50$) e após 24 semanas de intervenção nos grupos GTR e GTF, vem acompanhado do aumento da cadência de marcha (p/s) (GTR: pré= $1,78$ e pós= $1,94$) e (GTF: pré= $1,71$ e pós= $1,84$), aliado à redução da largura do passo (GTR: pré= $0,13$ e pós= $0,12$) e (GTF: pré= $0,12$ e pós= $0,07$), respectivamente. O aumento da cadência e do comprimento dos passos 1 e 2, seguido de redução na largura dos passos 1 e 2 em ambos os grupos do treinamento sugerem maior estabilidade e coordenação durante o andar de forma independente nos participantes dos GTR e GTF em relação ao GC. Já o GC obteve resultados negativos, reduzindo a cadência de marcha (GC: pré= $1,89$ e pós= $1,87$) e mantendo a largura do passo (GC: pré= $0,11$ e pós= $0,11$) sem alterações.

Sobre a variável cadência de marcha os resultados verificados por Marchewka et al. (2007) e Felício et al. (2008) diferem do nosso estudo. Os autores reportam que as crianças e os jovens apresentaram maior cadência (passos por segundo), quando comparadas às crianças e jovens sem deficiência. Em nosso estudo os jovens com SD apresentaram menor cadência de marcha em relação aos jovens do GR sem deficiência no momento pré intervenção em ambos os grupos, no entanto após o programa de 24 semanas de intervenção, os dois grupos GTR e GTF ultrapassaram os valores de cadência apresentados pelos jovens do GR sem deficiência (tabelas 4 e 5 respectivamente). Entretanto, os autores Marchewka et al. (2007) e Felício et al. (2008) justificam que os jovens com SD apresentavam maior apoio plantar inicial na primeira fase da marcha do que apoio de calcâneo, ou seja, passavam a fase de apoio de calcâneo e seguiam diretamente para a de apoio planar do pé, gastando menos tempo para realizar a fase de apoio, o que, segundo os autores, provavelmente se deve à falta de apoio no calcanhar e pode estar relacionado também à alteração cerebelar característica dessa síndrome. A esse respeito, Rajachandrakumar et al. (2018) mostraram que pessoas com alterações cerebelares tornam-se mais lentas e simplificam seus movimentos como estratégia para compensar a falta de dados sensoriais de alta qualidade. Isso pode justificar a maior cadência encontrada no estudo, uma vez que a população com SD tende a apresentar base de suporte alargada e pouca dorsiflexão do

calcanhar na fase de balanço, o que pode ser explicado pela presença de hipotonia muscular, frouxidão ligamentar e instabilidade articular, muito comuns nessa população.

Essas diferenças podem ser explicadas pelo método de avaliação utilizado nos estudos e do padrão de marcha dos participantes. Em nosso estudo não tivemos participantes que necessitassem de próteses ou órteses para sua locomoção, as análises laboratoriais referentes à cinemática da marcha durante o andar foram contabilizadas a partir do primeiro toque do calcanhar no solo e aferida a distância do calcanhar a calcanhar para todas as variáveis espaçotemporais.

Carvalho et al. (2017) realizaram um estudo com dez participantes com disfunções neurológicas (algumas características da disfunção neurológica se assemelham às características da população com SD: desordens na marcha, no equilíbrio, propriocepção e força muscular destes pacientes devido a fatores como: espasticidades, hipertônias, hipotônias, contraturas, encurtamentos, baixo tônus muscular, elevado gasto energético ao mínimo esforço de movimento, parestesias, perda ou diminuição da amplitude de movimento, entre outros.), idade entre 30 e 65 anos, de ambos os sexos submetidos a um protocolo combinado de treinamento aeróbio e resistido com avaliações antes e após 10 semanas de treinamento. Os resultados mostraram efeito significativo para equilíbrio corporal, força muscular e parâmetros espaço temporais da marcha como redução da largura e aumento do comprimento do passo aliado ao aumento da cadência, indicando que o treinamento se mostrou eficaz para a reabilitação da marcha, força e equilíbrio de participantes com disfunções neurológicas.

Desse modo, os ajustes verificados nos componentes relacionados à marcha livre após 24 semanas de treinamento reportam efeitos benéficos de ambos os protocolos de treinamento (aeróbio/resistido e treinamento aeróbio/funcional) nas variáveis espaçotemporais da marcha de jovens com SD participantes do estudo, com maior ênfase aos efeitos proporcionados pelo treinamento aeróbio/funcional, já que os participantes do GTF foram os que mais se aproximaram dos valores normativos do GR de jovens sem deficiência (tabela 5).

Com relação às variáveis angulares, estudos anteriores (CIMOLIN et al., 2010; GALLI et al., 2008; GALLI et al., 2014a; GALLI et al., 2014b; GALLI et al., 2015; RIGOLDI et al., 2011), que utilizaram parâmetros específicos (parâmetros tempo / distância, valores angulares da articulação em ciclo específico da marcha, intervalo de movimento das articulações angulares entre outros), mostraram que o padrão de marcha em indivíduos com SD é globalmente limitado em todas as articulações dos membros inferiores. Além disso, demonstraram que existe

diferenças significantes em relação aos indivíduos sem deficiência em todas as articulações dos membros inferiores e a todos os planos de movimento avaliados.

Os efeitos encontrados em nosso estudo nas variáveis angulares do tornozelo, joelho e quadril após 24 semanas de intervenção nos GTR e GTF, reportam mudanças positivas em ambos os grupos em relação ao GC, com maior aproximação aos valores do GR para os participantes do GTF. Foram encontrados efeitos considerados pequenos em termos estatísticos, mas muito relevantes em termos funcionais nas angulações dos tornozelos e joelhos ($d=0,1-0,57$) e moderados no quadril ($d=0,96$). Essas alterações propiciaram ajustes angulares importantes como redução dos ângulos mínimos e máximos do quadril e redução dos ângulos mínimos e máximos dos tornozelos, e com aumento nos ângulos mínimos e máximos dos joelhos, que proporcionaram aos participantes dos grupos GTR e GTF uma caminhada mais estável, com maior coordenação e segurança.

Esses ganhos são de extrema importância, pois segundo Beerse e Wu (2018), Chen et al. (2015) e Love e Agiovlaitis (2016), algumas características intrínsecas da população com SD como hipotonia muscular e frouxidão ligamentar exercem forte impacto negativo na capacidade de marcha, fazendo que esses indivíduos realizem compensações, tais como a redução de velocidade, dificuldade de estabelecer parâmetros de amplitude de movimento, queda passiva do pé (ponta do pé direcionada para o chão) e ainda dificuldade de estabelecer uma posição adequada do joelho, quadril e tornozelo e por consequência de obter uma marcha mais eficiente.

Em nosso estudo, a redução dos ângulos do quadril nos grupos GTR e GTF indica que os jovens optaram por realizar novos ajustes durante a caminhada no momento de balanço (perna livre), com o aumento dos ângulos (extensão) nos joelhos e redução dos ângulos nos tornozelos (dorsiflexão trazendo o pé para mais próximo do corpo) a fim de melhorar o contato do calcanhar com o solo e obter maior estabilidade no momento de aterrissagem (apoio). Considerando que marcha é dividida em apoio e balanço e as atividades funcionais são feitas a cada passada como transferência de peso, apoio simples e avanço do membro que inicia o passo, essas alterações angulares podem indicar que os jovens participantes do programa de treinamento GTR e GTF estão organizando, conhecendo e melhorando o seu sistema de marcha a fim obter mais estabilidade e eficiência.

Ainda, vale destacar que os participantes do GTF apresentaram maiores efeitos e melhores ajustes posturais nos ângulos do quadril e joelhos (tabela 6), ficando mais próximos dos valores do GR de jovens sem deficiência (tabela 7). Já o GC aumentou o ângulo máximo do quadril e reduziu os ângulos mínimo e máximo dos joelhos. Essa característica adotada pelo GC

é reportada na literatura nos estudos de Cimolin et al. (2010), Galli et al. (2015) e Rigoldi et al. (2011). Ao analisarem as características de jovens com SD durante o andar, os estudos ressaltam a existência de estratégias adaptativas tais como redução da velocidade, aumento do ângulo do quadril (flexão) com redução do ângulo dos joelhos (flexão) e consequente ampliação da base de apoio dos membros inferiores para manter a postura e facilitar o deslocamento como forma de compensar a instabilidade e o controle motor precário característicos dessa população.

Nossos resultados pós intervenção são similares aos encontrados por Smith et al. (2007) utilizando protocolo de treinamento aeróbio em esteira com variação de velocidade entre 40%, 75% e 110% da velocidade de conforto, e exercícios de reabilitação duas vezes por semana 45 minutos por sessão durante 10 meses em 16 participantes (8=SD e 8DT) e idade entre 8 e 10 anos. Os autores identificaram melhoras significativas em todas as variáveis angulares (quadril, joelhos e tornozelos), e concluem que o treinamento aeróbio proporcionou melhora no padrão de marcha e adaptação a novos estímulos.

Marchewka et al. (2008) avaliaram 10 jovens com SD e idade média de 17,8 anos, submetidos a 40 semanas de treinamento combinado aeróbio/reabilitação (caracterizado assim pelos autores) com duas sessões semanais de 45 minutos cada. Após a intervenção os autores relataram melhoras significativas em todas as variáveis angulares (quadril, joelhos e tornozelos) e temporais (cadência, comprimento e largura do passo), fazendo com que marcha ao final da intervenção exibisse um padrão próximo ao de crianças e adolescentes sem deficiência.

Outros dois estudos (GRAUP et al., 2007; COPETTI et al., 2007) com protocolo de equoterapia verificaram resultados positivos com relação a variáveis do comportamento angular do quadril, joelhos e tornozelos e melhora do equilíbrio em crianças com SD participantes do estudo. Embora o estudo apresente algumas limitações, os achados permitem considerar que as atividades de estimulação motora fornecidas pelas sessões de equoterapia proporcionaram alterações observadas na qualidade do andar com maior controle do movimento, desencadeando melhora na condição de marcha de crianças com SD.

Segundo Beerse e Wu (2018), Chen et al. (2015) e Love e Agiovlasis (2016) a fraqueza muscular dos principais músculos necessários para a realização da marcha (quadríceps, tibial anterior, glúteo médio e isquiotibiais), apresentada por indivíduos com SD, é um fator determinante para esses indivíduos realizarem compensações, tais como a redução de velocidade, da amplitude de movimento, queda passiva do pé (ponta do pé direcionada para o chão) e atraso no balanço inicial e inclinação do tronco durante a deambulação. Sobre isso, Chen e Ringenbach (2018) reportaram o efeito benéfico e a importância do aumento da massa magra em variáveis

espaçotemporais no desempenho da marcha em 18 jovens com SD com média de idade ($21,13 \pm 5,3$) após um protocolo de caminhada em esteira e ainda verificaram redução da gordura corporal e melhora na qualidade de sono.

Assim, um fator que pode ter contribuído para melhora nos componentes da marcha em nosso estudo, foi que os participantes dos grupos GTR e GTF apresentaram diferenças significante ($p < 0,046$) no momento pós intervenção em relação ao momento pré com aumento do tecido magro absoluto (GTR=1,75 kg) e (GTF=4,20 kg) (tabela 3). Novamente vale destacar que o GTF apresentou ganhos mais expressivos de massa magra absoluta (4,20 kg), o que pode ter contribuído para que seus participantes exibissem valores para as variáveis espaçotemporais e angulares da marcha mais próximos aos valores do GR dos jovens sem deficiência (tabelas 4-7).

A esse respeito, cabe ressaltar que jovens com SD apresentam um atraso no desenvolvimento do sistema nervoso central e periférico (BEERSE; WU, 2018; CHEN et al., 2015), aliado a características estruturais específicas da SD como atraso na maturação óssea, hálux varo ou valgo, pés planos, frouxidão ligamentar, instabilidade da patela, hipotonia muscular e hiperflexibilidade articular, sendo estas duas últimas características as principais responsáveis pelo atraso na aquisição da marcha (LOVE; AGIOVLASITIS, 2016; GALLI et al., 2015; RAJACHANDRAKUMAR et al., 2018). Além disso, em consequência dessas deformidades, é observada nesta população uma menor flexão plantar de tornozelo, acompanhada por menor extensão do quadril e menor propulsão da marcha que resulta, consequentemente, em um padrão de locomoção como se arrastasse os pés.

Além disso, indivíduos com SD apresentam uma maior rotação dos membros inferiores utilizada para aumentar a base de suporte estática ou ampliar a largura do passo durante a caminhada a fim de promover estabilidade postural. Todas estas características somadas resultam em um padrão de marcha com menor velocidade de deslocamento, passos menores com maior base de suporte, maior duração da fase de apoio, menor duração da fase de balanço e, ainda, maior flexão das articulações do quadril e joelhos (CIMOLIN et al., 2010; GALLI et al., 2015).

Diante do exposto, as alterações angulares verificadas em nosso estudo como redução do ângulo máximo quadril e tornozelos e aumento angular dos joelhos aliado a melhora nas variáveis espaçotemporais (redução da largura dos passos, aumento da velocidade de passada e comprimento dos passos) pós intervenção em ambos os grupos são importantes no sentido de proporcionar uma marcha mais eficiente e independente aos jovens com SD participantes do estudo, em especial àqueles participantes do GTF.

Sobre o centro de massa (CM), é amplamente aceito que pessoas com SD produzem mais variabilidade motora em comprimento da passada, largura do passo e velocidade da marcha do que pessoas sem deficiência (LOOPER et al., 2006; ULRICH et al., 2004). A combinação de limitações físicas e cognitivas que a população com SD enfrenta provavelmente influencia a adoção de níveis e uso de recursos dinâmicos de maneiras diferentes, isto é, maior rigidez para produzir um desempenho motor considerado bem-sucedido (CHEN et al., 2015; ULRICH et al. 2004).

Em nosso estudo foi encontrada diferença estatisticamente significativa na amplitude médio lateral do CM no GTR ($p=0,012$) e no GTF ($p=0,010$) no período pós intervenção em relação ao GC. Verificou-se um efeito grande ($d=1,4$) no GTR e muito grande ($d=2,2$) GTF para a variável amplitude médio lateral do CM, e efeito trivial ($d=0,12$) na amplitude vertical do CM em ambos os grupos participantes do treinamento. O aumento da amplitude médio lateral do CM em nosso estudo pode representar a princípio um fator potencialmente negativo para os jovens com SD, indicando aumento da oscilação da marcha. No entanto, esta alteração, combinada às modificações verificadas no GTF e no GTR nos parâmetros espaçotemporais e angulares, pode ter se constituído em uma estratégia para melhorar a fluidez da marcha. Vale ressaltar que o GTF apresentou melhores valores nessa variável, exibindo um maior deslocamento do CM no sentido médio lateral, ou seja, aumento da ambulação durante o andar. Já o GC apresentou redução dessa variável, aproximando-se mais ao GR. No entanto, esta alteração, associada a outras de ordem espaçotemporal (redução da velocidade e comprimento do passo e aumento da base), pode indicar maior rigidez durante o caminhar pós intervenção em relação ao momento pré intervenção (tabela 8).

Em observação visual durante as avaliações pós intervenção foi possível inferir que os jovens do GTR e GTF apresentaram uma caminhada com menor rigidez em relação às avaliações no período pré intervenção, os participantes dos grupos treinamento caminharam com maior velocidade, desenvoltura e menor rigidez, o que pode esclarecer o aumento do deslocamento do CM no sentido médio lateral. Nesse sentido o GTF apresentou maior efeito nessa variável, e durante as avaliações foi o grupo que caminhou com maior naturalidade (posicionamento dos pés, início do toque no solo com os calcanhares, melhores ajustes posturais etc) e segurança.

Chen et al. (2015) avaliaram o controle postural de 28 crianças, sendo 14 com SD idade ($8,26\pm 0,82$) e 14 DT ($8,04\pm 0,74$) anos. Os pesquisadores observaram que a amplitude ML aumentou significativamente durante a tarefa mais difícil nos dois grupos de crianças com SD e com DT. Os autores relatam que esse aumento no deslocamento no sentido ML possivelmente

ocorreu para acomodar mudanças na estabilidade postural, e ainda que as crianças com SD adotaram uma estratégia de enrijecimento para compensar um controle postural ruim. Uma vez que atingir um alvo e manter a estabilidade postural em pé requer o controle e a organização de graus mais altos de liberdade e o congelamento do segmento tronco simplifica a coordenação intersegmentar necessário para completar a tarefa.

Wang et al. (2012) investigaram as relações entre o controle postural dinâmico orientado à tarefa e a habilidade motora em 41 jovens sendo 23 com SD (idade $14,4 \pm 2,8$) e 18 com DT (idade $13,8 \pm 3,6$) pareados por idade e gênero utilizando a plataforma de força. Os autores relataram que crianças com SD exibiram maior oscilação médio lateral e menor oscilação vertical (anterior posterior), do que seus pares do GC durante o movimento orientado por tarefas. No presente estudo, a oscilação anteroposterior dos participantes com SD foi muito semelhante ao GR. No entanto, a oscilação média lateral dos três grupos com SD foi maior do que o GR e, após a intervenção, os participantes do GTF e do GTR apresentaram valores ainda maiores nesta variável. Como mencionado anteriormente, este dado não pode ser interpretado isoladamente, mas sim em conjunto com as outras mudanças significativas observadas nos outros parâmetros da marcha (espaçotemporais e angulares). Talvez, este aumento de oscilação lateral seja uma estratégia necessária neste caso para, em conjunto com as outras mudanças já citadas, melhorar a estabilidade, a fluidez e o controle na marcha.

6.2.2 Marcha com transposição de obstáculo 1% (obstáculo baixo)

Indivíduos com síndrome de Down (SD) frequentemente exibem dificuldades perceptivas que impactam no desenvolvimento motor e na vida cotidiana. Evidências sugerem que estes indivíduos muitas vezes têm dificuldade em transpor obstáculos e optam por evitá-los, aumentando o percurso e o possível risco de quedas (VIMERCATI et al., 2012).

Os grupos GTR e GTF apresentaram adaptações posturais distintas nas variáveis espaçotemporais com transposição de obstáculo após 24 semanas de treinamento. Foram verificados um efeito pequeno ($d=0,55$) no GTF e efeito moderado ($d=0,72$) no GTR para largura do passo que antecede o obstáculo. Quando verificadas as condições de ultrapassagem de obstáculo relacionadas às variáveis espaçotemporais, ambos os grupos reduziram a largura do passo que antecede o obstáculo, o que pode indicar maior estabilidade, coordenação e segurança antes da transposição nos grupos GTR e GTF. Já o GC não apresentou nenhuma alteração, mantendo a estratégia na transposição.

Esses resultados são extremamente importantes (redução da base no passo que antecede o obstáculo), uma vez que a base aumentada de suporte antes de qualquer obstáculo é reportada na literatura (SMITH; ULRICH, 2008; WU et al. 2008) como estratégia para verificar capacidade de transpor ou evitar o obstáculos em resposta a alterações de controle postural, e automaticamente requer mecanismos no cérebro para representar as propriedades do obstáculo (tamanho, orientação, distância, movimento etc.), representando a localização em relação ao corpo e atualizando essas representações à medida que o corpo se move (GALLI et al., 2015).

Sobre isso, Vimercati et al. (2013) avaliaram a cinemática da marcha em 26 jovens (10 com SD idade média ($22\pm 0,6$) e 16 jovens sem deficiência e idade média ($26\pm 0,08$) durante a caminhada em três condições: a) caminhada livre, b) caminhada com transposição de obstáculo baixo e c) caminhada com transposição de obstáculo alto. Os autores relataram que os jovens com SD apresentaram uma estratégia bastante conservadora como forma de evitar ou transpor o obstáculo, encurtaram o comprimento do passo e colocando os pés quase paralelos no sentido médio lateral (aumento da largura do passo) como forma de preparação para transpor a barreira. Os autores também pontuam que os jovens com SD apresentaram menores valores para o comprimento do passo anterior e posterior ao obstáculo e para a altura do pé de transposição quando comparados com o grupo sem deficiência. Em nosso estudo os valores do comprimento do passo anterior foram menores do que no GR para os três grupos com SD, sem alterações significativas no momento pós intervenção.

Após a ultrapassagem do obstáculo, o grupo GTR aumentou um pouco a base (largura do passo) indicando uma adoção mais cautelosa para manter o equilíbrio postural, enquanto o grupo GTF manteve o valor, o que o deixou mais próximo dos valores do GR dos jovens sem deficiência (tabela 10).

Com relação à variável distância do posicionamento do pé antes e após a ultrapassagem do obstáculo, efeitos pequenos ($d=0,20-0,59$) foram verificados em ambos grupos participantes do treinamento. Os grupos GTR e GTF apresentaram organizações posturais distintas e muito relevantes. O GTR reduziu um pouco a distância do pé para o obstáculo com aumento da base (largura do passo) antes da transposição e aumentou distância após transposição, indicando uma estratégia mais conservadora e com ajustes no padrão de marcha com maior estabilidade e coordenação durante o percurso. Os resultados foram mais evidentes para o grupo GTF, que alterou seu padrão de marcha de maneira mais arrojada e confiante, antecipando o pé de apoio, deixando-o mais distante do obstáculo e reduzindo a base (largura do passo) antes da transposição e aumentou distância do pé para o obstáculo após transposição mantendo os

mesmos valores de base (largura do passo) no momento da aterrissagem, indicando uma estratégia mais confiante, coordenada e com maior estabilidade no padrão de marcha após a transposição.

De acordo com Vimercati et al. (2013), o controle da posição dos pés em relação ao obstáculo é de importância central, pois uma distância correta permite que a perna se mova anteriormente e o tornozelo se flexione à medida que o corpo avança. Quando a distância entre o pé e o obstáculo é reduzida, o movimento anterior da perna e a dorsiflexão do tornozelo são limitadas pela maior proximidade do obstáculo. Já o GC antecipou o passo antes da transposição (mais longe do obstáculo), porém aproximou após a ultrapassagem com manutenção da base de suporte (largura do passo), correndo maior risco de contato com o obstáculo.

Sobre isso, Vimercati et al. (2013) relatam em seu estudo que os participantes com SD optaram por uma postura enrijecida e limitada, aproximando os pés do obstáculo antes e após a transposição com efetivo aumento da base (largura do passo) nos dois momentos, enquanto o grupo sem deficiência não teve alteração. Isso indica que os jovens com SD tendem a modificar a configuração de marcha de acordo com a instabilidade percebida diante dos obstáculos.

A estratégia do GC em nosso estudo se assemelha também aos achados de Weerdesteijn et al. (2005) com idosos saudáveis. O estudo aponta que essa postura enrijecida pode ser interpretada como uma estratégia de segurança devido à percepção de aumento da instabilidade causada pela presença do obstáculo, ou como uma dificuldade na interpretação adequada do *input* sensorial (visual e proprioceptivo), utilizando o enrijecimento como estratégia de segurança.

Em relação à altura do pé para transposição do obstáculo ocorreu um aumento significativo estatisticamente em função do treinamento no GTF comparado ao GC ($P=0,006$), com um efeito moderado ($d=1,1$), enquanto o GTR teve um efeito pequeno ($d=0,38$) para essa variável. Ambos os GTR e GTF aumentaram a altura do pé durante a transposição indicando mudança no padrão de marcha com ajustes posturais (redução de base, aumento do comprimento do passo) importantes diante de uma nova tarefa. Já o grupo GC reduziu a altura do pé no momento pós em relação ao momento pré-avaliação (tabela 11), o que pode indicar maior risco de quedas e insucesso na transposição.

Esses achados para o GC de acordo Vimercati et al. (2013) retratam a adoção de uma postura mais simples (enrijecida), com economia de energia (aumento da base e redução da velocidade), uma vez que energia adicional deve ser gerada para aumentar a distância entre o pé e o obstáculo, agregada a ajustes coordenativos para transposição do obstáculo que vão causar

maior desgaste e estresse mediante um sistema motor pouco eficiente. Corroborando com autores e em consonância com nossos resultados, Salami et al. (2014) sugere que a segurança para GC pode se tornar um critério mais dominante do que o custo de energia ao passar por cima de um obstáculo. Essa condição não foi considerada nos grupos GTR e GTF, indicando maior segurança e confiança para transpor o obstáculo com grande destaque nessa variável para o GTF. O aumento da altura do pé na transposição do obstáculo pode ser considerado uma estratégia interessante, pois reduz o risco de choques com o obstáculos, quedas e perda de equilíbrio.

Sobre as variáveis angulares, foram verificados efeitos moderados em ambos os grupos com aumento nas variáveis ângulos do máximo do quadril GTR ($d=1,1$) e GTF ($d=1,5$) e redução dos ângulos mínimos e máximos dos tornozelos GTR ($d=1,1$) e GTF ($d=1,3$), enquanto para o ângulos dos joelhos ocorreu redução com um efeito moderado no GTR ($d=1,8$) e efeito grande para o GTF ($d=2,1$). Esses efeitos encontrados na caminhada com transposição de obstáculo em nosso estudo reportam mudanças positivas em ambos os grupos em relação ao GC e com maior aproximação dos valores para o GR para os participantes do GTF (tabelas 12 e 13).

A redução dos ângulos do quadril nos grupos GTR e GTF indicam que nossos jovens optaram por realizar novos ajustes durante a marcha no momento de balanço, com o aumento dos ângulos (extensão) nos joelhos e redução dos ângulos nos tornozelos (dorsiflexão trazendo o pé para mais próximo do corpo) a fim de melhorar o contato do calcanhar com o solo e obter maior estabilidade no momento da aterrissagem (apoio). Cabe considerar que a aproximação e ultrapassagem de um obstáculo requerem coordenação motora visual, que envolve a integração ou o processo de informação visual definindo a altura e localização do obstáculo com controle preciso do movimento dos membros (VIMERCARTI et al., 2013). A integração leva o sujeito a ajustar proativamente a distância entre o membro de suporte (base) e o obstáculo, o que permite espaço suficiente para que o membro livre (primeiro membro a transpor a barreira) cruze o obstáculo com dorsiflexão adequada.

Essas informações foram verificadas em nosso estudo. Durante o processo de avaliação pré intervenção, foi verificado que muitos participantes com SD arrastaram o obstáculo com as pontas dos pés ou com o calcanhar durante a ultrapassagem (obstáculo baixo no chão), indicando pouca eficiência de cálculo e ajuste postural ineficiente para ultrapassar a barreira. No entanto, nas avaliações no momento pós-intervenção não foi verificado em nenhum momento nos GTR e GTF contato e arraste no obstáculo. Essa condição pode ser justificada pelas alterações nas variáveis espaçotemporais (comprimento, largura e distância do passo) aliada aos ajustes angulares identificados.

Smith et al. (2008) avaliaram 12 participantes com SD e 12 com desenvolvimento típico (DT) pareados por altura, peso e idade (variação de 35 a 62 anos) para verificar os padrões de marcha de adultos com SD durante a caminhada confortável em solo e com transposição de obstáculos (baixo= nível do solo e elevado=12cm de altura). Os autores reportaram que adultos com DS andaram mais devagar com passadas mais curtas e mais largas, enquanto passavam mais tempo em apoio e apoio duplo. Essas perturbações aumentaram com a colocação dos obstáculos. Essas alterações também foram verificadas em nosso estudo na caminhada com obstáculo 1% (baixo), no entanto os grupos GTR e GTF após 24 semanas de treinamento obtiveram ganhos importantes na qualidade de marcha e melhores ajustes posturais quando comparados ao GC, aproximando mais seus valores ao GR.

O aumento do ângulo máximo do quadril e redução dos ângulos mínimos do quadril e tornozelos nos grupos GTR e GTF podem indicar que nossos jovens optaram por realizar novos ajustes para transpor o obstáculo, com o aumento dos ângulos (flexão) do quadril, redução dos ângulos do joelhos (flexão) e redução dos ângulos nos tornozelos (dorsiflexão trazendo o pé para mais próximo do corpo) a fim de melhorar o contato do calcanhar com o solo e obter maior estabilidade no momento de apoio, considerando que o grupo treinamento manteve os valores da base de apoio (largura do passo) e aumentou o comprimento do passo após a transposição. Já o GC reduziu o ângulo do quadril e joelhos sem alterações nos ângulos dos tornozelos, como demonstrados na tabela 12. Novamente o GTF foi o que apresentou melhores resultados, ficando mais próximos dos valores do GR (tabela 13).

Um estudo de acompanhamento Chen et al. (1994) envolvendo 25 jovens (20-37 anos) e 99 idosos (65-88 anos) sem deficiência, em que os participantes caminharam em uma esteira e um obstáculo caía em frente ao pé esquerdo em várias fases do ciclo de passos, a transposição do obstáculo bem-sucedido diminuiu com o aumento da idade. Os autores descobriram que os adultos mais velhos ao ver o obstáculo reduziam o comprimento e aumentavam a base de seus passos, realizando a aterrissagem com o pé bem mais próximo do que os adultos mais jovens. O estudo menciona ainda que com o aumento da idade os adultos mais velhos bateram o calcanhar no obstáculo com maior frequência.

Sobre as variáveis do centro de massa (CM), é possível inferir que o programa de treinamento acarretou um efeito entre moderado e grande para o grupo GTF e efeito moderado no GTR, todavia não se diferenciando estatisticamente entre os momentos pré e pós intervenção e do GC. Foi visto ainda que o GTF apresentou maior estabilidade durante a caminhada com obstáculo. Pessoas com SD apresentam mecanismos diversos como estratégia para manter a

estabilidade uma delas é rigidez corporal durante o caminhar como forma de reduzir a perturbações e melhorar estabilidade (CHEN et al., 2015; GALLI et al., 2015; SMITH et al., 2008; VIMERCATI et al., 2012; VIMERCATI et al., 2013; WANG et al., 2012). Assim, ampliar o deslocamento do CM no sentido médio lateral pode indicar uma melhor coordenação, deambulação e controle do movimento durante o caminhar e para realizar tarefas como transpor de obstáculo (CHEN et al., 2015; GALLI et al., 2015; SMITH et al., 2008).

O aumento da amplitude do CM no sentido médio lateral em nosso estudo pode representar um fator positivo para os jovens com SD, indicando que após o programa de intervenção de 24 semanas os participantes dos GTR e GTF desenvolveram marcha com menor rigidez, ou seja, melhores amplitude de movimentos, coordenação e estabilidade. Estes dados são corroborados quando são analisadas conjuntamente as alterações positivas nos demais parâmetros da marcha (aumento do comprimento do passo, redução da base, aumento da cadência de marcha, ajustes angulares e ajustes antecipatórios), apresentados anteriormente que estão diretamente relacionadas às variações apresentadas no CM descritas na tabela 14. Em observação visual durante as avaliações, foi possível constatar que os jovens do GTR e GTF tiveram melhor desempenho durante as avaliações, caminhando com maior velocidade, desenvoltura e transpondo o obstáculo sem hesitar. Efeitos moderados foram verificados GTR ($d=0,93$) e GTF ($d=0,76$) reduzindo a distância CM na transposição do obstáculo em relação ao momento pré intervenção (tabela 14), o que não ocorreu com GC. Infere-se que o grupo GTF apresentou um maior equilíbrio postural, por um menor deslocamento do centro de massa comparado ao GTR nos sentidos verticais e médio-lateral.

De maneira geral, houve mudanças causadas pelo efeito do treinamento na marcha de jovens com SD nos dois grupos estudados (GTR e GTF) na condição com ultrapassagem de obstáculo em 1% da estatura dos participantes. Essas alterações ficaram ainda mais evidentes no GTF, otimizando suas adaptações posturais para a realização das tarefas.

6.2.3 Marcha com transposição de obstáculo 15%

Jovens com SD não apresentam dificuldades em executar atividades antigas, mas quando é necessário construir uma conduta nova, que exija coordenação e uma nova sequência de atos, eles podem apresentar dificuldades por conta de alterações no sistema nervoso central (LIMA et al., 2009; SILVA et al., 2006). As diversas alterações cerebrais apresentadas por esses indivíduos influenciam o desenvolvimento e a aprendizagem, pois indivíduos com SD apresentam déficit

significativo na memória de curto prazo (LIMA et al., 2009; GALANTE et al., 2009) o que torna seu aprendizado mais lento (BOFF; MAYA, 2008; NETO et al., 2009).

Os grupos GTR e GTF apresentaram adaptações posturais distintas no tamanho de efeito nas variáveis espaçotemporais com transposição de obstáculo em 15% após 24 semanas de treinamento. Ambos os grupos aumentaram o comprimento do passo durante a caminhada com transposição de obstáculo, sendo verificado efeito grande ($d=1,7$) no GTR e muito grande ($d=2,4$) no GTF com diferença estatisticamente significantes para o momento pré intervenção ($P=0,002$).

O aumento do comprimento do passo está associado à menor rigidez durante o andar, melhor estabilidade e coordenação, obtendo um caminhar mais estável e confiante (VIMECARTI et al., 2012). Sobre isso Marchewka et al. (2008), após 40 semanas de treinamento caracterizado pelo autor como reabilitação, mas com características de treinamento funcional em 10 jovens com SD, verificaram aumento do comprimento do passo e afirmam que esta condição está vinculada a melhoras na estabilidade e coordenação durante o andar. Alguns estudos apontam para uma relação inversa entre a largura da base de apoio e o comprimento de passada, ou seja, na medida em que há um aumento no comprimento da passada, ocorre uma diminuição da largura do passo (BEERSE; WU, 2018; CHEN et al., 2015; LOVE; AGIOVLASITIS, 2016; RAJACHANDRAKUMAR et al., 2018), gerando conseqüentemente um aumento na velocidade das passadas, menor tempo de apoio e propiciando um melhor padrão de marcha.

Em nosso estudo foi verificado efeito moderado ($d=0,85$) nos grupos GTF e GTR com redução na largura do passo um e dois em ambos os grupos participantes do treinamento, aproximando-se mais dos valores do GR. Essa redução na largura do passo representa que nossos participantes realizaram ajustes posturais importantes frente ao obstáculo, aumentaram o comprimento e reduziram a largura do passo que antecede o obstáculo, o que pode indicar maior estabilidade, coordenação e segurança antes da transposição nos grupos GTR e GTF. Já o GC exibiu aumento na largura do passo, demonstrando maior hesitação perante o obstáculo.

Esses resultados são relevantes (aumento no comprimento do passo e redução da base), uma vez que, como já mencionado anteriormente, o aumento da base de suporte antes de qualquer obstáculo é reportado na literatura (SMITH; ULRICH, 2008; VIMERCATI et al., 2012; VIMERCATI et al. 2013; Wu et al., 2008) como estratégia para compensar dificuldades de ajuste na marcha antes e após a ultrapassagem, o que denota maior dificuldade no controle

postural. Novamente o GTF foi o que apresentou maiores efeitos nessas variáveis, ficando mais próximo aos valores do GR (tabela 17).

No estudo de Vimercati et al. (2013) com 26 jovens (10 com SD idade $22\pm 0,6$ e 16 sem deficiência idade $26\pm 0,08$), a marcha foi avaliada em três condições: a) caminhada livre, b) caminhada com transposição de obstáculo baixo e c) caminhada com transposição de obstáculo alto de 10 cm. Os autores relataram que quanto maior o obstáculo mais os jovens com SD encurtaram o comprimento do passo, colocando os pés quase paralelos no sentido médio lateral (aumento da largura do passo) como forma de preparação para transpor a barreira. Isso denota, segundo os autores, uma estratégia bastante conservadora, mais demorada e enrijecida de melhorar a estabilidade e transpor o obstáculo.

Smith et al. (2008) avaliaram 24 participantes 12 com SD e 12 com desenvolvimento típico (DT) pareados por altura, peso e idade (variação de 35 a 62 anos) para verificar os padrões de marcha de adultos com SD durante a caminhada confortável em solo e com transposição de obstáculos (baixo= nível do solo e elevado=12cm de altura). Os autores reportam que adultos com DS andaram mais devagar com passadas mais curtas e mais largas, enquanto passavam mais tempo em apoio e apoio duplo e que essas perturbações aumentaram consideravelmente com a colocação do obstáculo a 12 cm de altura. Os autores concluem sobre a necessidade de intervenções que visem melhorar a capacidade de marcha desta população.

Salami et al. (2014) verificaram o gasto de energia em dois momentos durante a caminhada (caminhada livre e caminhada com transposição de obstáculo com 10% da estatura do participante) em 39 adultos, sendo 21 com SD (idade: $21,6 \pm 7$ anos) e 18 com DT (idade: $25,1\pm 2,4$ anos). Os resultados foram similares aos reportados nos estudos anteriores, com redução do comprimento e aumento na largura do passo na condição com obstáculo. Ainda, as pessoas com SD usam suas habilidades residuais para atingir o objetivo principal com uma caminhada mais lenta e mais rígida.

Após a ultrapassagem do obstáculo, o grupo GTR não alterou a estratégia e manteve a base (largura do passo), enquanto o grupo GTF alterou a estratégia e reduziu a base, o que pode indicar maior equilíbrio, coordenação e estabilidade durante a realização da tarefa, aproximando-se mais aos valores GR dos jovens sem deficiência (tabelas 16 e 17).

Com relação à variável distância do posicionamento do pé antes e após a ultrapassagem do obstáculo, foi visto efeito pequeno ($d=0,22$) no GTF e moderado GTR ($d=0,60$). Os dois grupos anteciparam o passo antes do obstáculo (pé de apoio), com redução da base (largura do passo) antes da transposição. O GTR manteve a distância do pé para o obstáculo após a

transposição com redução da base de apoio (largura do passo) no momento da aterrissagem e aumento do comprimento do passo, indicando ajustes importantes no padrão de marcha, denotando mais estabilidade e confiança durante o percurso. Já o GTF alterou seu padrão de marcha de maneira ainda mais arrojada e confiante, antecipando o pé de apoio, deixando-o mais distante do obstáculo e reduzindo a base (largura do passo) antes. Também após o obstáculo, o GTF aumentou a distância do pé apoio, com aumento no comprimento passo e principalmente com redução dos valores de base (largura do passo) no momento da aterrissagem, indicando uma estratégia mais confiante, coordenada e com maior estabilidade no padrão de marcha após a transposição.

Os ajustes posturais realizados pelos participantes do GTR e GTF após 24 semanas de treinamento são muito importantes para reforçar o efeito positivo do exercício sobre as variáveis da marcha em jovens com SD frente ao obstáculo. Já o GC adotou uma postura rígida e com poucos recursos motores, aproximou o pé de apoio, deixando-o mais próximo do obstáculo antes e após a transposição (correndo maior risco de derrubar o obstáculo) e no momento da aterrissagem aumentou a base de suporte (largura do passo) e reduziu o comprimento do passo.

Sobre isso, Vimercati et al. (2013) relata em seu estudo que os participantes com SD optam por uma postura enrijecida e limitada quando comparados a indivíduos com desenvolvimento típico, aproximando os pés do obstáculo antes e após a transposição com efetivo aumento da base (largura do passo) nos dois momentos. Isso indica que os jovens com SD tendem mudar a configuração de marcha de acordo com a instabilidade percebida diante dos obstáculos. Para os grupos que realizaram a intervenção com exercício físico em nosso estudo, no entanto, parece que os efeitos desta instabilidade foram reduzidos, especialmente para aqueles que praticaram o treinamento funcional.

Em relação à altura do pé para transposição do obstáculo, embora não tenham sido verificadas diferenças significativas no momento pós intervenção, o GC mostrou ligeiro aumento, enquanto o GTR manteve e GTF reportou ligeira redução nesta variável. No entanto, estas variações, além de pouco expressivas, devem ser interpretadas em conjunto às demais mudanças nas variáveis espaçotemporais, angulares e do centro de massa observadas.

Sobre as variáveis angulares com obstáculo a 15% da estatura do participante, foram verificados diferença estaticamente significativa entre os momentos pós e pré intervenção no ângulo máximo do tornozelo dentro do grupo GTF ($P=0,044$) e ângulo máximo do quadril dentro do GC ($P=0,018$). Também foi verificada diferença entre GTF e GC para o ângulo máximo do quadril ($P=0,012$).

O aumento dos ângulos do quadril nos grupos GTR e GTF indicam que nossos jovens optaram por realizar novos ajustes na marcha no momento de balanço, como redução dos ângulos (flexão) nos joelhos e redução dos ângulos nos tornozelos (dorsiflexão trazendo o pé para mais próximo do corpo) a fim de melhorar o contato do calcanhar com o solo e obter maior estabilidade no momento da aterrissagem (apoio). Diferente do que se poderia esperar, o GC foi o que, na avaliação pós, mais aproximou os valores em relação ao GR para as variáveis relacionadas aos ângulos do quadril e joelhos. Já para os ângulos mínimos e máximos do tornozelo, os grupos que realizaram o treinamento (GTR e GTF) exibiram no momento pós valores mais próximos do GR, o que demonstra que estes indivíduos aumentaram a dorsiflexão e, desta forma, reduziram o risco de tocar o obstáculo durante sua transposição.

Durante a observação visual nos dois momentos de avaliação, foi observada uma transposição mais “natural” do obstáculo no momento pós entre os jovens do GTR e GTF, sem pausas durante a caminhada. Isso pode indicar que nossos jovens após o programa de treinamento adquiriram ou aprimoraram a interação entre a coordenação visual e motora. Já os jovens participantes do GC continuaram tendo maior dificuldade em seus ajustes posturais para transpor o obstáculo, levando mais tempo na realização da tarefa diante de uma postura mais rígida e mesma estratégia.

Esses resultados também demonstram que os jovens com SD demonstraram capacidade de adaptação frente a um obstáculo de 15% (alto). A observação visual das trajetórias da perna mostra que nossos jovens com SD avançaram com o obstáculo mais adiante em sua passada cruzada (distância do obstáculo) e produziram uma trajetória mais baixa e com maior dorsiflexão no cruzamento do que o GC, e mais nenhum dos participantes do GTR e GTF fez contato com o obstáculo, o que não ocorreu no GC.

Sobre o as variáveis do centro de massa (MC), é possível inferir que o programa de treinamento acarretou um efeito moderado para o grupo GTF e um efeito grande para o GTR. Ainda, o GTF obteve diferença estatisticamente significativa entre os momentos pré e pós intervenção ($P=0,003$) para a variável velocidade do CM na transposição (tabela 20). Pessoas com SD apresentam mecanismos diversos como estratégia para manter a estabilidade uma delas é rigidez corporal durante o caminhar como forma de reduzir a perturbações e melhorar estabilidade (CHEN et al., 2015; GALLI et al., 2015; SMITH et al., 2008; VIMERCATI et al., 2012; VIMERCATI et al., 2013; WANG et al., 2012). Para a caminhada com transposição em 15% verificamos redução nas variáveis amplitude vertical e no sentido médio lateral do CM e na

distância do CM na transposição, no entanto foi verificado aumento da velocidade do CM durante a transposição do obstáculo, especialmente para o GTF.

Embora tenha sido pontuado anteriormente que o aumento do deslocamento do CM no sentido médio lateral no caso da população com SD pode se apresentar como benéfico durante o andar simples e com obstáculo pequeno (baixo), por conta da redução da rigidez durante o andar, parece que os ajustes posturais após 24 semanas refletiram de maneira diversa quando o obstáculo foi maior, sendo que os dois grupos de treinamento (GTR e GTF) reduziram três das quatro variáveis do CM estudadas. A exceção foi a variável velocidade do CM na transposição ambos os grupos que se exercitaram apresentaram valores superiores no momento pós. Com exceção da altura do CM durante a transposição, as mudanças observadas para o GTF e GTR com relação ao deslocamento do CM podem ser consideradas benéficas, uma vez que os valores ficaram mais próximos aos do grupo referencial (GR).

Em observação visual durante as avaliações verificamos que os jovens do GTR e GTF, assim como nos testes anteriores, novamente tiveram melhor desempenho durante as avaliações, caminhando com maior velocidade, desenvoltura e transpondo o obstáculo de 15% sem hesitar. Acredita-se que essa condição possa justificar o aumento na velocidade do CM na transposição verificada nos dois grupos participantes do treinamento. Sobre isso é possível verificar que o GTF foi o grupo que apresentou melhores efeitos em todas as variáveis e também maior velocidade do CM durante a transposição obstáculo no momento pós intervenção (tabela 20). Quanto ao GC, em vários momentos eles reduziram a velocidade e alguns chegaram a frear completamente frente ao obstáculo 15% (alto) para só então transpô-lo. Esse fato talvez possa explicar o motivo do GC ter apresentado menor velocidade do CM na transposição do obstáculo.

Assim como ocorreu em outros momentos, o grupo GTF apresentou melhor equilíbrio postural, por um menor deslocamento do CM comparado ao GTR nos sentidos vertical e médio lateral. De maneira geral, houve mudanças causadas pelo efeito do treinamento na marcha de jovens com SD nos dois grupos estudados (GTR e GTF) na condição com ultrapassagem de obstáculo em 15% da estatura dos participantes. Essas alterações ficaram ainda mais evidentes no GTF, otimizando suas adaptações posturais para a realização das tarefas.

Embora seus sistemas sejam inerentemente diferentes, assim como as soluções de movimento que conseqüentemente surgem para os jovens com SD, foi possível verificar grande capacidade de adaptação frente aos diferentes obstáculos, especialmente para o grupo submetido ao treinamento combinado aeróbio e funcional.

6.3 Limitações e implicações práticas do estudo

Apesar dos resultados encontrados no presente estudo, algumas limitações precisam ser pontuadas. A seleção inicial dos participantes não foi realizada de maneira aleatória, apenas a divisão nos grupos, em função das dificuldades encontradas para localizar participantes fora das instituições específicas que atendam pessoas com SD. Ainda, o controle regular do comportamento alimentar dos participantes não foi realizado, mesmo que indicações e direcionamentos de hábitos alimentares saudáveis tivessem sido passados para os pais e responsáveis durante todo o período do estudo. Por fim a faixa etária dos participantes com variação entre 13 e 24 anos.

Sobre as implicações práticas vale ponderar a dificuldade na manutenção de todos os participantes que iniciaram a pesquisa, uma vez que dependemos do cuidador ou responsável legal para trazê-los até o ambiente de pesquisa. Grande influência dos pais na manutenção e orientação de hábitos alimentares saudáveis.

Contudo, os dados aqui levantados podem oferecer subsídios para profissionais que atuam com a prescrição de exercícios físicos para pessoas com SD. Um dos pontos de destaque foi a investigação dos efeitos do treinamento funcional, um programa ainda novo, carente de estudos, mas com uma aplicação prática simples e de baixo custo. O conhecimento sobre este método de treinamento pode ampliar a possibilidade de acesso a exercícios e movimentos sem a necessidade de equipamentos específicos para uma população que frequentemente encontra barreiras para se engajar em programas regulares de atividades físicas.

7. CONCLUSÃO

Esta pesquisa investigou os efeitos de dois programas de treinamento combinado sobre a composição corporal e a cinemática da marcha de jovens com síndrome de Down. Após a análise e discussão dos resultados encontrados, é possível identificar que:

a) Os dois modelos de treinamento aplicados (aeróbico combinado ao funcional e aeróbico combinado ao resistido) promoveram melhoras na composição corporal representadas pela redução da gordura corporal e aumento do tecido magro. Ainda, a intervenção com o treinamento funcional promoveu efeitos de maior magnitude nestas variáveis.

b) O treinamento funcional associado ao aeróbico proporcionou benefícios importantes na composição corporal, especificamente efeito quase perfeito no percentual de gordura androide e taxa A/G, efeito grande na DMO, percentual de gordura corporal e tecido magro relativo e absoluto, efeito moderado no percentual de gordura ginoide e efeito pequeno na gordura total absoluta. Também o treinamento resistido combinado ao aeróbico promoveu benefícios na composição corporal, sendo efeito moderado sobre o percentual de gordura ginoide, efeito pequeno sobre a gordura total relativa e absoluta, gordura androide e tecido magro absoluto e efeito trivial no tecido magro relativo. Portanto, novamente nas variáveis da composição corporal, o treinamento funcional trouxe efeitos de maior magnitude.

c) Sobre as variáveis de marcha, os dois modelos de treinamento aplicados (aeróbico combinado ao funcional e aeróbico combinado ao resistido) promoveram melhoras na cinemática da marcha nas três condições pesquisadas: caminhada livre (sem obstáculo), caminhada com obstáculo com altura de 1% da estatura do participante (obstáculo baixo) e caminhada com obstáculo com altura de 15% da estatura do participante (obstáculo alto). Em todas as condições foram verificadas melhoras nos componentes espaçotemporais (aumento do comprimento do passo e da cadência de marcha e redução da largura do passo), ajustes angulares em todos os momentos (redução na caminhada livre e aumento nos momentos com transposição de obstáculo para o quadril e joelho) e com redução em todas as condições (caminhada livre e com obstáculo) para os ângulos dos tornozelos e por fim efeitos grandes para a variável deslocamento do CM com caminhada livre e com obstáculo. Portanto, novamente nas variáveis da cinemática da marcha, o treinamento funcional trouxe efeitos de maior magnitude.

d) Os participantes estavam em grande parte com a maturação esquelética neutra, indicando semelhança entre a idade óssea e cronológica. Ainda, a maturação esquelética não

influenciou os resultados adquiridos com o treinamento, indicando que pessoas com SD em diferentes níveis maturacionais podem se beneficiar com a prática de exercícios físicos.

e) podemos afirmar que a experiência motora foi ampliada com a prática nos dois modelos de treinamento, com maior destaque para os participantes do GTF.

Portanto, pode-se concluir que o treinamento combinado traz benefícios importantes para a saúde de jovens com SD, principalmente o treinamento funcional combinado ao aeróbio. Pode-se considerar que este modelo de treinamento produziu um efeito protetivo para o desenvolvimento de doenças secundárias como a obesidade, hipertensão, diabetes tipo II, doenças cardiovasculares, doenças crônicas bem como o sedentarismo e outras relacionadas, uma vez que proporcionou redução da gordura corporal e um aumento expressivo do tecido magro.

Por este motivo, um estilo de vida ativo deve ser estimulado entre jovens com síndrome de Down, já que os benefícios trazidos com a prática de exercícios físicos podem ser importantes na manutenção de uma saúde positiva para esta população. Ainda, os resultados encontrados neste estudo podem servir de subsídio para profissionais que atuam juntamente a pessoas com síndrome de Down, no sentido de orientar novas possibilidades de práticas de exercícios físicos que podem ser conduzidos com essa população, como o treinamento funcional.

Além disso, mais pesquisas envolvendo o treinamento funcional devem ser realizadas para que os efeitos deste modelo de treino possam ser mais profundamente conhecidos por profissionais de saúde e para que, cada vez mais, este formato de treinamento possa ser integrado em instituições que desenvolvem e trabalham para a promoção da saúde de pessoas com síndrome de Down.

REFERÊNCIAS

ABEP – Associação Brasileira de Empresas de Pesquisa. Critérios de Classificação Econômica Brasil, 2017. Disponível em: <www.abep.org>

AGIOVLASITIS, A. S.; MCCUBBIN, J. A.; YUN, J.; MPITSOS, G.; PAVOL, M. J. Effects of Down syndrome on three-dimensional motion during walking at different speeds. **Gait and Posture**, 30, 345–350, 2009.

AGIOVLASITIS, A. S.; MCCUBBIN, J. A.; YUN, J.; PAVOL, M. J. Gait characteristics of adults with Down syndrome explain their greater metabolic rate during walking. **Gait and Posture**, 41 180–184, 2015.

AGUERO, A. G.; ARA, I.; MORENO, L. A.; RODRÍGUEZ, G. V.; CASAJÚS, J. A. Fat and lean masses in youths with Down syndrome: Gender differences. **Research in Developmental Disabilities**, v. 32, p. 1685–1693, 2011.

AGUERO, A. G.; RODRIGUES V. G.; CABELLO, A. G.; IGNACIO, A.; MORENO, A. L.; CAJASÚS, A. J. A 21-week bone deposition promoting exercise programme increases bone mass in young people with Down syndrome. **Developmental Medicine Child Neurology**, 54: 552–556, 2012.

AMERICAN COLLEGE OF SPORT MEDICINE - ACSM. Progression models in resistance training for healthy adults. **Medicine Science in Sports Exercise**, 41, 3: 687-708. doi: 10.1249/MSS.0b013e3181915670, 2009.

ANDRIOLO, R. B. et al. Aerobic exercise training programmes for improving physical and psychosocial health in adults with Down syndrome. **Cochrane Database System Review**, n. 5, p. CD005176, 2010.

ANGULO-BARROSO, R. M.; WU, J.; ULRICH, D. A. Long-term effect of different treadmill interventions on gait development in new walkers with Down syndrome. **Gait and Posture** 27, 231–238. 2008.

ARIANA, C.; PENASSO, P. Análise clínica cinemática comparativa da marcha de uma criança normal e outra portadora de síndrome de Down na fase escolar (7 a 10 anos). **Revista Reabilitar**, 76, 17-23, 2005.

BABUL, V. N.; BROWN, M. Stepping over obstacles: Anticipatory modifications in children with and without Down syndrome. **Experimental Brain Research**, 159, 487-490, 2004.

BALIC, M. Physical fitness levels of physically active and sedentary adults with Down syndrome. **Adapted Physical Activity Quarterly**, v. 17, 310-21, 2000.

BARR, M.; SHIELDS, N. Identifying the barriers and facilitators to participation in physical activity for children with Down syndrome. **Journal Intellectual Disability Research**, v. 55, n.11, p. 1020-33, 2011.

BARTLO, P.; KLEIN, P. J. Physical Activity Benefits and Needs in the Adult with Intellectual Disabilities: A Systematic Review of the Literature. **American Journal on Intellectual and Developmental Disabilities**, 116, 3, 220-32, 2011.

BAYNARD, T.; PITETTI, K. H.; GUERRA, M.; UNNITHAN, V. B.; FERNHALL, B. Age-related changes in aerobic capacity in individuals with mental retardation: a 20-yr review. **Medicine Science in Sports Exercise**, v. 40, n. 11, p. 1984-1989, 2008.

BEERSE, M.; WU, J. Vertical stiffness and balance control of two-legged hopping in-place in children with and without Down syndrome. **Gait and Posture**, 63, p. 39–45, 2018.

BERTAPELLI, F.; PITETTI, K.; AGIOVLASITIS, S.; GUERRA-JUNIOR, G. Overweight and obesity in children and adolescents with Down Syndrome - prevalence, determinants, consequences, and interventions: a literature review. **Research in Developmental Disabilities**, v. 57, p. 181-192, 2016.

BEURSKENS, R.; BOCK, O. Age-Related Deficits of Dual-Task Walking: A Review. **Neural Plasticity**, v. 2012, p. 1–9, 2012.

BITTLES, A. H. BOWER, C.; HUSSAIN, R.; GLASSON, E. J. The four ages of Down syndrome. **European Journal Public Health**, v. 17, n.2, p. 221-5, Apr 2007.

BLACK D. P.; CHANG, C. L.; KUBO, M.; HOLT, K. G.; ULRICH, B. D. Developmental trajectory of dynamic resource utilization during walking: Toddlers with and without Down syndrome. **Human Movement Science**, 28:141–54, 2009.

BOFF, S. R.; MAIA, A. V. A Influência da dança no desenvolvimento da coordenação motora em crianças com Síndrome de Down. **Conexões**, 6: 144 -154, 2008.

BORSSATTI, F.; ANJOS, B. F.; RIBAS, D. I. R. Effects of muscular strength exercises in the gait of individuals carriers of Down Syndrome. **Fisioterapia em Movimento**. jun; 26, 2: p. 329-35. 2013.

BOYLE, M. Functional Training for Sports. 1^a ed. Champaign: **Human Kinetics**, p. 208, 2003.

BULL, M. J. Clinical report: Health supervision for children with Down syndrome. **Pediatrics**, Illinois, v. 128, n.2, p. 393- 405, 2011.

CABREZA-RUIZ, R.; GARCIA-MASSO, X.; CENTENO-PRADA, R. A.; BEAS-JIMENEZ, J. D.; COLADO, JC.; GONZALES, L. M. Time and frequency analysis of the static balance in young adults with Down syndrome. **Gait and Posture**, 33, p. 23–28, 2011.

CAETANO, M. J. D. et al. Age-related changes in gait adaptability in response to unpredictable obstacles and stepping targets. **Gait and Posture**, 46, p. 35–41, 2016.

CAMPOS, M. A.; CORAUCCI NETO, B.; BERTANI, R. F. O melhor dos 2 mundos. In: Super Treino. **Multiesportes**. v.68. p. 22-30, 2014.

CAPIO, C. M.; MAK, T. C. T.; MASTERS, R. S. W. Fundamental movement skills and balance of children with Down syndrome. **Journal of Intellectual Disability Research**, v. 62, n. 3 p. 225-236, 2017.

CARMELI, E.; KESSEL, S.; COLEMAN, R.; AYALON, M. Effects of a treadmill walking program on muscle strength and balance in elderly people with Down syndrome. **Journals Gerontology A Biologicals Sciences Medical Sciences**, 57, M106–M110, 2002.

CARMELI, E.; BARHAD, S.; MASHARAWI, Y.; COLEMAN, R. Impact of a walking program in people with Down syndrome. **Journal of Strength and Conditioning Research**, 18, 180-84, 2004.

CARVALHO, J. A. B.; ZAIAA, T. M. A.; FREITAS, R. C.; TOLEDO, M. C. R. D. Treinamento do equilíbrio e da marcha na esteira ergométrica com suporte parcial de peso corporal associado ao fortalecimento muscular em pacientes com disfunções neurológicas. **Revista Equilíbrio Corporal Saúde**, v. 9, p. 27-31, 2017.

CARVALHO, R. L.; ALMEIDA G. L. Controle postural em indivíduos portadores da síndrome de Down: **Revisão de Literatura Fisioterapia e Pesquisa**, São Paulo, v. 15, n.3, p. 304-8, 2008.

CASAJUS J, PUEVO D, VICENTE-RODRIGUEZ G, GONZÁLEZ-AGUERO A. Mejoras de la condición cardiorrespiratoria en jóvenes con síndrome de Down mediante entrenamiento aeróbico: Estudio Longitudinal. **Apunts Medicina de L'esport**, v. 47 p. 49-54, 2012.

CASSEMIRO, B. M.; LEMES, I. R.; FIGUEIREDO, M. P. F.; VANDERLEI, F. M.; PASTRE, C. M.; JÚNIOR, J, N. Effects of functional resistance training on muscle strength and musculoskeletal discomfort. **Fisioterapia em Movimento**. Curitiba, v. 30, n. 2, p. 347-356, 2017.

CHAVES, L. M. D. S.; REZENDE-NETO, A. G. D.; NOGUEIRA, A. C.; ARAGÃO-SANTOS, J. C.; BRANDÃO, L. H. A.; SILVA-GRIGOLETTO, M. E. D. Influence of functional and traditional training on muscle power, quality of movement and quality of life in the elderly: a randomized and controlled clinical trial. **Revista Brasileira de Cineantropometria e Desempenho Humano**, 19, 5, 535-544, 2017.

CHEN, H. C.; ASHTON-MILLER, J. A.; ALEXANDER, N. B.; SCHULTZ, A. B. Effects of age and available response time on ability to step over an obstacle. **Journal Gerontology**, v. 49 p. 227-33, 1994.

CHEN, H. L.; CHUN, Y.; TSU, H. Postural control during standing reach in children with Down syndrome. **Research in Developmental Disabilities**, 38 345–351, 2015.

CHEN, C. J.; RINGENBACK, S. D. R. Walking performance in adolescents and young adults with Down syndrome: the role of obesity and sleep problems. **Journal of Intellectual Disability Research**, doi: 10.1111/jir.12474. 2018.

CIMOLIN, V.; GALLI, M.; ALBERTINI, G.; RIGOLDI, C.; CAPODAGLIO P. Gesaeairtch patterns in Prader-Willi and Down syndrome patients. **Journal of Neuro Engineering and Rehabilitation**, 2010.

CIMOLIN, V.; GALLI, M. Summary measures for clinical gait analysis: a literature review. **Gait & Posture**, 39(4), 1005–1010, 2014.

COHEN, W. I. Current dilemmas in Down syndrome clinical care: celiac disease, thyroid disorders, and atlanto axial instability. **American Journal Medical Genetics**, Malden, MA, v. 142c, n. 3, p. 141-148, Ago 2006.

COPETTI, F.; MOTA, C. B.; MENEZES, K. M.; VENTURINI, E. B. Comportamento Angular do andar de crianças com Síndrome de Down após intervenção com Equoterapia. **Revista Brasileira de Fisioterapia**, v. 11, n. 6, p. 503-507, 2007.

CORNELISSEN, V. A.; SMART, N. A. Exercise training for blood pressure: a systematic review and Meta-analyses. **Journal of The American Heart Association**, doi: 10.1161/JAHA.112.004473, 2013.

CORRÊA, J. C. F.; OLIVEIRA, A. R.; OLIVEIRA, C. S.; CORRÊA, F. I. A existência de alterações neurofisiológicas pode auxiliar na compreensão do papel da hipotonia no desenvolvimento motor dos indivíduos com síndrome de Down? **Fisioterapia e Pesquisa**, São Paulo, v. 18, n.4, p. 377-81, Dez 2011.

COWLEY, P.; PLOUTZ-SNYDER, L. L.; BAYNARD, T.; HEFFERNAN, K.; JAE, Y. S.; HSU, S.; LEE, M.; PITETTI, H. K.; REIMAN, P. M.; FERNHALL, B. Physical fitness predicts functional tasks in individuals with Down syndrome. **Medicine Science Sports Exercise**, v. 42, p. 388-393, 2010.

COWLEY P. M, PLOUTZ-SNYDER L. L, BAYNARD T, HEFFERNAN K, JAE SY, HSU, S.; LEE, M.; KENNETH, H.; PITETTI, K. H.; MICHAEL, P.; REIMAN, M. P.; FERNHALL, B. O. The effect of progressive resistance training on leg strength, aerobic capacity and functional tasks of daily living in persons with Down syndrome. **Disability and Rehabilitation**, 33 (23–24): 2229–2236, 2011.

CRAWFORD, D. A.; DRAKE, N. B.; CARPER, M. J.; DEBLAUW, J.; HEINRICH, A. Mare Changes in Physical Work Capacity Induced by High-Intensity Functional Training Related to Changes in Associated Physiologic Measures? **Sports**, v. 6, n. 26, 2018.

CUI, J. QIC program and model selection in GEE analyses. **Stata journal**, v. 7, n. 2, p. 209-220, 2007.

DELLAVIA, C.; PALLAVERA, A.; ORLANDO, T.; SFORZA, C. Postural Stability of Athletes in Special Olympics. **Perceptual and Motor Skills**, 108, 608-622, 2009.

DE LEVA, P. Adjustments to Zatsiorsky-Seluyanov's segment inertia parameters. **Journal of Biomechanics**, 29, 9: 1223-30, 1996.

DIAS, K. A. Treinamento funcional: Um novo conceito de treinamento físico para Idosos. **Cooperativa do Fitness**, 2011.

DODD, K. J.; SHIELDS, N. A. systematic review of the outcomes of cardiovascular exercise programs for people with Down syndrome. **Archives Physical Medicine Rehabilitation**, v. 86, n. 10, p. 2051-8, Oct 2005.

EBERHARD, Y.; ENTERRADOSSI, J.; DEBÛ, B. Biological changes induced by physical activity in individuals with Down's Syndrome. **Adapted Physical Activity Quartely**, v. 14, p. 166-175, 1997.

FEITO, Y.; HOFFSTTER, W.; SERAFINI, P.; MANGINE, G. Changes in body composition, bone metabolism, strength, and skill-specific performance resulting from 16-weeks of HIFT. **PLOS ONE**, v. 13, n. 6, 2018.

FERNANDEZ, J. R.; REDDEN, D. T.; PIETROBELLI, A.; ALLISON, D. B. Waist circumference percentiles in nationally representative samples of African-American, European-American, and Mexican-American children and adolescents. **Journal of Pediatrics**, v. 145, n. 4, p. 439-44, Oct 2004.

FERNHALL, B.; MILLAR, A. L.; TYMESON, G. T.; BURKETT, L. N. Maximal exercise testing of mentally retarded adolescents and adults: reliability study. **Archives Physical Medicine Rehabilitation** 71, 13, 1065-1068, 1990.

FERNHALL, B.; FIGUEROA, A.; COLLIER,S.; GOULOPOILOU, S.; GIANNOPOULO I.; BAYNARD, T. Resting metabolic rate is not reduced in obese adults with Down syndrome. **Mental Retardation**, 43(6): 391-400, 2005.

FLORENTINO NETO, J.; PONTES, L. M.; FILHO, J. F. Body composition alterations resulting from weight training in subjects with Down syndrome. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v. 16, n1, 2010.

GALANTE, M.; JANI, H.; LESLEY, P.; FISHER, E. M. C.; TYBULEWICZ, V. J. Impairments in motor coordination without major changes in cerebellar plasticity in the Tc1 mouse model of Down syndrome. **Human Molecular Genetic** 18, 8: 1449-63. 2009.

GALLI, M.; RIGOLDI, C.; MAINARDI, L.; TENORE, N.; ONORATI, P.; ALBERTINI, G. Postural control in patients with Down syndrome. **Disability and Rehabilitation**, 30, 17, 1274 – 1278, 2008.

GALLI, M.; RIGOLDI, C.; CIMOLIN, V.; COSTICI, P.; ALBERTINI, G. The effects of low arched feet on foot rotation during gait in children with Down syndrome. **Journal of Intellectual Disability Research**, 58, 8, 758–764, 2014a.

GALLI, M.; RIGOLDI, C.; CIMOLIN, V.; COSTICI, P.; ALBERTINI, G. CONDOLUCI, C.; ALBERTINI, G. Effects of obesity on gait pattern in young individuals with Down syndrome. **International Journal of Rehabilitation Research**, 21, 2014b.

GALLI, M.; RIGOLDI, C.; CIMOLIN, V.; KLEINER, A.; ALBERTINI, G. Use of the Gait Profile Score for the Quantification of Gait Pattern in Down Syndrome of Gait Pattern in Down Syndrome. **Journal Developmental Physical Disabilities**, DOI 10.1007/s10882-015-9438-0, 2015.

GLASSON, E. J. et al. The changing survival profile of people with Down's syndrome: implications for genetic counselling. **Clinical Genetics** v. 62, n. 5, p. 390-3, 2002.

GOBBI, L. T. B.; ARROYO, C. T.; SILVA, E. L.; PEREIRA, M. P. Effect of different exercise programs on the psychological and cognitive functions of people with Parkinson's disease. **Motriz: revista de Educação Física** v. 19 n. 3 p. 597-604, 2013.

GOMES, M. M.; BARELA, J. A. Postural Control in Down Syndrome: The Use of Somatosensory and Visual Information to Attenuate Body Sway - Motor Control, **Human Kinetics**, v. 11, n. 3, p. 224-234, Jul. 2007.

GONZALEZ-AGUERO, A.; VICENTE-RODRIGUEZ, G.; MORENO, L. A.; GUERRA-BALIC, M.; ARA, I.; CASAJUS, J. A. Health-related physical fitness in children and adolescents with Down syndrome and response to training. **Scandinavian Journal Medicine Science Sports** 20, 5, 716-724, 2010.

GORLA, J. I.; DUARTE, E.; COSTA, L. T.; FREIRE, F. Crescimento de crianças e adolescentes com Síndrome de Down – Uma breve revisão de literatura. **Revista Brasileira de Cineantropometria do Desempenho Humano**, v. 13, n. 3, p. 230-237, 2011.

GRAUP, S.; OLIVEIRA, R. M.; LINK, M. D.; COPETTI, F.; MOTA, C. B. Efeito da equoterapia sobre o padrão motor da marcha em crianças com síndrome de Down: uma análise biomecânica. **Efdeportes Revista Digital**. Buenos Aires, v. 96, p. 1-10, 2007.

GREULICH, W. W.; PYLE, S. I. Radiographic atlas of skeletal development of hand and wrist, 2nd edn. **Stanford University Press**, Stanford, 1959.

GRIGOLETTO, M. E. S.; BRITO, C. J.; HEREDIA, J. R. Functional training: functional for what and for whom? **Revista Brasileira de Cineantropometria e Movimento Humano**, v. 16, n. 6, p. 714-719, 2014.

GUPTA, S. Effect of strength and balance training in children with Down's syndrome: a randomized controlled trial. **Clinical Rehabilitation**, 25, 425–432, 2011.

HASKELL, W. L.; LEE, I. M.; PATE, R. R.; POWELL, K. E.; BLAIR, S. N.; FRANKLIN, B. A.; MACERA, C. A.; HEATH, G. W.; THOMPSON, P. D.; BAUMON, A. Physical activity and public health: updated recommendation for adults from the American College of Sports Medicine and the American Heart Association. **Circulation**, v. 116, n. 9, p. 1081-93, 2007.

HINCKSON, E. A.; CURTIS, A. Measuring physical activity in children and youth living with intellectual disabilities: A systematic review. **Research in Developmental Disabilities**, v. 34, 1, p. 72-86, 2013.

HOOTMAN, J. M. Association among physical activity level, cardiorespiratory fitness, and risk of musculoskeletal injury. **American Journal of Epidemiology**, v. 154, n.3, p. 251-8, Aug 2001.

HOPKINS, W. G.; MARSHALL, S. W.; BATTERHAM, A. M.; HANIN, J. Progressive statistics for studies in sports medicine and exercise science. **Medicine Science in Sports Exercise**, v. 41, n. 1, p. 3-13, 2009.

JACOB, C. M. A.; CASTRO, A. P. M.; PASTORINO, A. C.; BRESOLIN, A. M. B.; SETIAN, N.; GRUMACH, A. C. Down's Syndrome and Hypoth Yroidism: Three Cases Reports. **Revista Pediatria**, v. 16, n. 3, p. 135-138, 1994.

JANSEN, K.; GROOTE, F.; DUYSSENS, J.; JONKERS, I. How gravity and muscle action control mediolateral center of mass excursion during slow walking: A simulation study. **Gait & Posture**, 39, p. 91–97, 2014.

JUNG, H. K.; CHUNG, E.; BYOUNG, H. L. A comparison of the balance and gait function between children with Down syndrome and typically developing children. **Journal Physical Therapy Science**, 29, p. 123–127, 2017.

KAZAURA, M. R.; LIE, R. T. Down syndrome and paternal age in Norway. **Pediatric and Perinatal Epidemiology**, v. 16, n. 4, p. 314-319, Out 2002.

KIM, B.; BANG, Y.; KIM, B. O. Gait characteristics in Down's syndrome. **Gait & Posture**, v. 3, n. 2, p. 84, 1995.

LAHTINEN, U.; RINTALA, P.; MALIN, A. Physical Performance of Individuals with Intellectual Disability: A 30-Year Follow-Up **Adapted Physical Activity Quarterly**, 24, 125-143, 2007.

LATASH, M. L.; LEVIN, M. F.; SCHOLZ, J. P.; SCHONER, G. Motor Control Theories and Their Applications. **National Institute of Health**, 46, 6, p. 382–392, 2010.

LEVA, P. Adjustments to Zatsiorsky-Seluyanov's segment inertia parameters. **Journal of biomechanics**, v. 29, n. 9, p. 1223–30, Set 1996.

LI, C.; CHEN, S.; MENQ, H.Y.; ZHANQ, A. L. Benefits of physical exercise intervention on fitness of individuals with Down syndrome: a systematic review of randomized-controlled trials. **International Journal Rehabilitation Research**, v. 36, n. 3, p. 187-95, Sep 2013.

LIMA, S. C.; LEITE, R. B. C.; ALCHIERI, J. C.; SILVA, R. H. ALBUQUERQUE, F. S. Síndrome de Down: estudo exploratório da memória no contexto de escolaridade. **Ciências & Cognição**, v.14 n 2, p. 35-46, 2009.

LIN, H. C.; WUANG, Y. P. Strength and agility training in adolescents with Down syndrome: A randomized controlled trial. **Research in Developmental Disabilities**, 33, p. 2236–2244, 2012.

LOOPER, J.; WU, J.; ULRICH, B. D.; ANGULO-BARROSO, R. M.; ULRICH, D.; ULRICH, B. D. Changes in foot placement variability in newly walking toddlers with typical development and with Down syndrome. **Journal of Motor Behavior**. 38, p. 367–372, 2006.

LOPES, A. G. Efeitos do treinamento físico sobre o nível de atividade física, capacidade funcional e comprometimento motor na doença de parkinson. 132 f. **Dissertação (mestrado)** - Universidade Estadual Paulista, Instituto de Biociências, 2006

LOVE, A.; AGIOVLASITIS, S. How Do Adults With Down Syndrome Perceive Physical Activity? **Adapted Physical Activity Quarterly**, 33, 253-270, 2016.

LUSTOSA, L. P. Efeito de um programa de treinamento funcional no equilíbrio postural de idosos da comunidade. **Fisioterapia e Pesquisa**, v. 17, n. 2, p. 153-156, 2010.

MAHY, J.; SHIELDS, N.; TAYLOR, N. F.; DODD, K. J. Identifying facilitators and barriers to physical activity for adults with Down syndrome. **Journal Intellectual Disability Research**, v. 54, n. 9, p. 795-805, 2010.

MALINA, R. M. Crescimento, maturação e desempenho. Porto Alegre: **Artmed**, 2003.

MALINA, R.; BOUCHARD, C. Crescimento, Maturação e Atividade física. São Paulo: **Phorte**, 784, 2009.

MANN, S.; BEEDIE, C.; JIMENEZ, A. Differential Effects of Aerobic Exercise, Resistance Training and Combined Exercise Modalities on Cholesterol and the Lipid Profile: Review, Synthesis and Recommendations. **Sports Medicine Journal**, n. 44, p. 211-221, 2014.

MARCHEWKA, A.; CHWALA, W. The Analysis of gait in people with Down syndrome - Comparison with the norm in healthy people. **Biology of Sport**, 24, 167-175, 2007.

MARCHEWKA, A.; CHWATA, W. The Effect of rehabilitation exercises on the gait in people with Down Syndrome. **Biology of Sport**, Vol. 25, p. 339-350, 2008.

MARQUES, A.C. O perfil do estilo de vida de pessoas com síndrome de Down e normas para avaliação da aptidão física. <http://hdl.handle.net/10183/15289>, 2008.

MATSUDO, S. M. M.; MATSUDO, V. K. R. Validade da auto-avaliação na determinação da maturação sexual. **Revista Brasileira de Ciência e Movimento**, v. 5, n. 2, p.18-35, 1991.

MATUTE-LLORENTE, A.; AGUERO, A. G.; CABELLO, A. G.; OLMEDILLAS, H.; RODRÍGUEZ, A. V.; CASAJÚS, J. A. Effect of whole bod vibration training on bone mineral density and bone quality in adolescents with Down Syndrome: a randomizes controlled trial. **Osteoporosis International**, v. 26, p. 2449-2459, 2015.

MAZZONE, L.; MUGNO, D.; MAZZONE, D. The General Movements in children with Down syndrome. **Early Human Development**, 79, 2, p. 119-30, 2004.

MENDES, G. F.; RODRIGUES, G. B. A.; NOGUEIRA, J. A. D.; MEINERS, M. M. M. A.; LINS, T. C. L.; DULLIUS, J. Evidence of physical activity effects on glycemic control:

importance of adherence to diabetes care programs. **Revista Brasileira de Atividade Física e Saúde**, v. 18, n. 4, p. 412-414, 2013.

MENDONCA, G. V.; PEREIRA, F. D.; FERNHALL, B. Effects of combined aerobic and resistance exercise training in adults with and without Down syndrome. **Archives Physical Medicine Rehabilitation**, v. 92, n. 1, p. 37-45, Jan 2011.

MENDONCA, G. V.; PEREIRA, F. D.; FERNHALL, B. Heart rate recovery and variability following combined aerobic and resistance exercise training in adults with and without Down syndrome. **Research Development Disability**, v. 34, n. 1, p. 353-61, 2013.

MILLAR, A. L.; FERNHALL, B.; BURKETT, L. N. Effects of aerobic training in adolescents with Down syndrome. **Medicine Science Sports Exercise**, v. 25, n. 2, p. 270-4, 1993.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. **Diretrizes de Atenção à Pessoa com Síndrome de Down**. 2012.

MODESTO, E. L.; GREGUOL, M. Influência do treinamento resistido em pessoas com Síndrome de Down – uma revisão sistemática. **Revista Brasileira de Atividade Física & Saúde**, v. 19, n. 2, p. 153, 2014.

MORAES, M. E.; TANAKA, J. L.; MORAES, L. C.; FILHO, E. M.; MELO, J. C. Skeletal age of individuals with Down syndrome. **Special Care Dentistry**, v. 28, n. 3, p. 101-6, 2008.

MOSSO, C.; SANTANDER, P.; PETTINELLI, R.; VALDÉS, G.; CELIS, B.; ESPEJO, S.; SEPÚLVEDA, V. Evaluación de una intervención en actividad física en niños con síndrome de Down. **Revista Chilena de Pediatría**, v. 82 n. 4, p. 2311-2318, 2011.

MURRAY, J.; KRAUSE, R. P. Obesity in children with Down syndrome: background and recommendations for management. **Pediatric Nursing**, v. 36 n.6, p. 314-9, 2010.

NETO, J. F.; FILHO, F. J.; PONTES, L. M. Impacto de 12 semanas de treinamento de força sobre a composição corporal de portadores de síndrome de Down. **Revista da AMRIGS**, v. 53 n. 1, p. 11-15, 2009.

ORDOÑES, F. J.; ROSETY, M.; ROSETY-RODRIGUEZ, M. Influence of 12-week exercise training on fat mass percentage in adolescents with Down Syndrome. **Medical Science Monitor**, v. 12, n. 10, p. 416-419, 2006.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE. Estratégia global em alimentação saudável, atividade física e saúde. Genebra: **Organização Mundial da Saúde**, 2004.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE. **Global Strategy on Diet, Physical Activity Health Childhood overweight and obesity**, 2013.

PALISANO, R. J.; STEPHEN, W. D.; RUSSELL, D. J.; ROSENBAUM, P. L.; GEMUS, B.; GALUPPI, B. E.; CUNNINGHAM, L. Gross Motor Function of Children With Down Syndrome: Creation of Motor Growth Curves. **Archives of Physical Medicine and Rehabilitation**, v. 82, 2001.

PATLA, A.; RIETDYK, S. Visual control of limb trajectory over obstacles during locomotion: effect of obstacle height and width. **Gait and Posture**, v. 1, n. 1, p. 45–60, 1993.

PATLA, A.; VICKERS, J. Where and when do we look as we approach and step over an obstacle in the travel path? **Neuroreport**, 8, 3661–3665, 1997.

PERRY, J. Análise da marcha: marcha normal. Barueri, SP: **Manole**, 2005.

PERRY, J. Análise de marcha: marcha patológica. Trad. Alethéa Gomes Nardini Araújo. Barueri: **Manole**, 2005.

PHILLIPS, B. E.; WILLIAMS, J. P.; GREENHAFF, P. L.; SMITH, K.; ATHERTON, P. J. Physiological adaptations to resistance exercise in function of age. **JCI Insight**, v. 2, n. 17, 2017.

PINHO, J. P.; FONSECA, M. C. O.; OLIVEIRA, G.; VILAS-BOAS, J. P.; SERRÃO, J. C.; AMADIO, A. C.; SOUZA, F. M. A. M. Análise cinemática da marcha do adulto com síndrome de Down: A Influência da obesidade no padrão de marcha. **Brazilian Journal of Biomechanics**, v. 9, n. 17, 2008.

PITETTI, K. H.; BAYNARD, T.; AGIOVLASITIS, S. Children and adolescents with Down syndrome, physical fitness and physical activity. **Journal of Sport and Health Science**, v. 2, p. 47-57, 2013.

POZSONYI, J.; GIBSON, D.; ZARFAS, D. Skeletal maturation in mongolism (Down's syndrome). **Journal of Pediatrics**, v. 64, p. 75-8, 1964.

PRADO, D. S.; DANTAS, E. H. M. Efeito dos exercícios físicos aeróbio e de força nas Lipoproteínas HDL, LDL e Lipoproteína(a). **Arquivos Brasileiros de Cardiologia**, v. 79, n. 4, p. 429-433, 2002.

PUCINELLI, A. J. O efeito antidepressivo resultante da prática de exercícios físicos em indivíduos com diagnóstico de esquizofrenia e transtorno afetivo do humor. 125 f. **Tese (Doutorado) - Curso de Ciências da Saúde**, Universidade de Brasília, Brasília, 2010.

RAJACHANDRAKUMAR, R.; MANN, J.; SCHINKEL-IVI, A.; MANSFIELD, A. Exploring the relationship between stability and variability of the centre of mass and centre of pressure. **Gait and Posture**, 63, p. 254-259, 2018.

REZA, S. M.; RASSOL, H.; MANSOUR, S.; ABDOLLAH, H. Effects of calcium and training on the development of bone density in children with Down Syndrome. **Research in Developmental Disabilities**, v. 34, p. 4304-4309, 2013.

RIGOLDI, C.; GALLI, M.; ALBERTINI, G. Gait development during lifespan in subjects with Down syndrome. **Research in Developmental Disabilities**, v. 32, p.158–163, 2011.

RIGOLDI, C.; GALLI, M.; MAINARDI, L.; CRIVELLINI, M.; ALBERTINI, G. Postural control in children, teenagers and adults with Down syndrome. **Research in Developmental Disabilities**, 32: 170–175, 2011.

RIMMER, J. H. Health promotion for people with disabilities: The emerging paradigm shift from disability prevention to prevention of secondary conditions. **Physical Therapy**, v. 79 n. 5, 495-502, 1999.

RIMMER, J. H.; HELLER, T.; WANG, E.; VALERIO, I. Improvements in physical fitness in adults with Down syndrome. **American Journal Mental Retardation**, 109, 165–174, 2004.

RIMMER, J. H.; YAMAKI, K. Obesity and intellectual disability. **Mental Retardation and Developmental Disabilities**, 12, 22-27, 2006.

RIMMER, J. H.; YAMAKI, K.; DAVIS, B. M.; WANG, E.; VOGEL, L. C. Obesity and overweight prevalence among adolescents with disabilities. Preventing chronic disease: public health research, **Preventing Chronic Disease**, v.8, n.2, 2011.

RIMMER, J. H.; MARQUES, A. C. Physical activity for people with disabilities. **The Lancet**, doi:10.1016/S0140-6736(12)61028-9, v. 380. p. 193-195, 2012.

ROBBINS, D. W.; MARSHAL, P. W. M.; McEWEN, M. The effect of training volume on lower-body strength. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 26, n. 1, p. 34-39, 2012.

ROSE, J.; GAMBLE, J. G. **Marcha humana**, 2a ed. São Paulo, SP. Premier, 1998.

ROSSI, F. E.; FORTALEZA, A. C. S.; NEVES, L. M.; DINIZ, T. A.; CASTRO, M. R.; BUONAMI, C.; MOTA, J.; FREITAS JUNIOR, I. F. Combined training (strength plus aerobic) potentiates areduction in body fat but only functional training reduced low-density lipoprotein

cholesterol in postmenopausal women with a similar training load. **Journal of Exercise Rehabilitation**, n. 13, v. 3, p. 322-329, 2017.

ROTCH, T. Chronologic and anatomic age in early life. **Journal American Medicine Association**, v. 51, p. 1197-205, 1908.

RUBIN, S. S. Overweight prevalence in persons with Down syndrome. **Mental Retardation**, v. 36, n. 3, p. 175-81, 1998.

RUSCIO, J. A probability-based measure of effect size: robustness to base rates and other factors. **Psychological Methods**, v. 13, n. 1, p. 19-30, 2008.

RUSCIO, J.; MULLEN, T. Confidence Intervals for the Probability of Superiority Effect Size Measure and the Area Under a Receiver Operating Characteristic Curve. **Multivariate Behavior Research**, v. 47, n. 2, p. 201-223, 2012.

SALAMI, F.; VIMERCATI, L.; RIGOLDI, C.; TAEBI, A.; GALLI, M. Mechanical energy assessment of adult with Down syndrome during walking with obstacle avoidance. **Research in Developmental Disabilities**, 35 1856–18, 2014

SAMSELL, L.; REIGER, M.; WALTON, C.; COTTRELL, L. Importance of android/ginoid fat ratio in predicting metabolic and cardiovascular disease risk in normal weight as well as overweight and obese children. **Journal of Obesity**, p. 1-7, 2014.

SANTOS, L. R.; MELO, C. J. C.; PINTO, S. C.; BORGES, A. H.; TONETTO, M. R.; LIMA, D. M.; BANDÉCA, M. C.; SILVA, M. A. Comparative analysis between three methods of bone estimating age in individuals with down syndrome by mode of the hand and wrist ray. **Journal Contemporary Dental Practice**, v. 14, n. 1, p. 4-8, 2013.

SASAKI, O.; USAMI, S.; GAGEY, P. M.; MARTINERIE, J.; LE VAN, Q. M.; ARRANZ, P. Role of visual input in nonlinear postural control system. **Experimental Brain Research**, v. 147, n. 1, p. 1-7, 2002.

SAVUCU, Y. Influence of 12-Week Training on Aerobic Capacity and Respiratory Functions of Adolescents with down Syndrome. **World Applied Sciences Journal**, v. 11 n. 10, p. 1292-1296, 2010.

SCHWARTZMAN, J. S. Histórico. Em J. S. Schwartzman (Org.), Síndrome de Down. São Paulo: **Mackenzie**, p. 3-15, 1999a.

SCHWARTZMAN, J. S. Generalidades. Em J. S. Schwartzman (Org.), Síndrome de Down. São Paulo: **Mackenzie**, p. 16-31, 1999b.

SERON, B.; ARRUDA, G. D.; GREGUOL M. Facilitadores e barreiras percebidas para a prática de atividade física por pessoas com deficiência motora. **Revista Brasileira de Ciência Esporte**, v. 37 n. 3, p. 214-221, 2015.

SILVA, M. F. M. C.; KLEINHANS, A. C. S. Processos Cognitivos e Plasticidade Cerebral na Síndrome de Down. **Revista Brasileira de Educação Física e Esporte**, v. 12, n 1, p. 123-138, 2006.

SILVA JR, C. A.; TONELLO, M. G. M.; GORLA, J. I.; CALEGARI, D. R. Musculação para um aluno com síndrome de Down e o aumento da resistência muscular localizada. **Efdeportes**, 104, p. 1-7, 2007.

SHIELDS, N.; DODD, K. A systematic review on the effects of exercise programmes designed to improve strength for people with Down's syndrome syndrome. **Physical Therapy Reviews**, 9, 109–11, 2004.

SHIELDS, N.; TAYLOR N. F.; DODD, K. J. Effects of a community based progressive resistance training program on muscle performance and physical function in adults with Down syndrome: a randomized controlled trial. **Archives Physical Medicine Rehabilitation**, 89, 1215–1220, 2008.

SHIELDS N.; TAYLOR N. F. A student-led progressive resistance training program increases lower limb muscle strength in adolescents with Down syndrome: a randomised controlled trial. **Journal of Physiotherapy**, 56, 187-193, 2010.

SHIELDS, N.; TAYLOR, N. F.; WEE, E.; WOLLERSHEIM, D.; O'SHEA, D. S.; FERNHALL, B. A community-based strength training programme increases muscle strength and physical activity in young people with Down syndrome: A randomized control ed trial. **Research in Developmental Disabilities**, G Model RIDD-2069, No. of Pages 10, 2013.

SHIELDS, N.; TAYLOR, N. F.; WOLLERSHEIM, D. The feasibility of a physical activity programme for young adults with Down syndrome: a phase II randomised controlled trial. **Journal Intellectual Development Disability**, 40, 115–125, 2015.

SHUMWAY-COOK, A.; WOOLLACOTT, M. Dynamics of postural control in child with Down syndrome. **Physical Therapy**, 65, 9, p. 1315-22, 1985.

SMITH, B. A.; KUBO, M.; BLACK, D. P.; HOLT, K. G.; ULRICH, D. B. Effect of practice on a novel task — Walking on a treadmill: Preadolescents with and without Down Syndrome. **Physical Therapy**, 87, p. 766-777, 2007.

SMITH, B. A.; STERGIU, N.; ULRICH, B. D. Patterns of gait variability across the lifespan in persons with and without Down Syndrome. **Neurologic Physical Therapy**, v. 35 n. 4, p. 170–177, 2011.

SOUZA, A. A.; LIMA, A. H. R. A.; NÓBREGA, T. S.; SILVA, A. S. Influence of physical exercise on cardiovascular changes induced by hypothyroidism. **Revista Brasileira de Atividade Física e Saúde**, v. 17, n. 5, p. 370-382, 2012.

SOUZA, E. C.; FARIAS NETO, J. P.; GRIGOLETTO, M. E. S. Functional training and international classification of functioning: an approach. **Revista Brasileira de Cineantropometria Humana**, v. 18, n. 4, p. 493-497, 2016.

SPERLICH, B.; WALLMANN-SPERLICH, B.; ZINNER, C.; VON STAUFFENBERG, V.; LOSERT, H.; HOLBERG, H. C. Functional High-Intensity Circuit Training Improves Body Composition, Peak Oxygen Uptake, Strength, and Alters Certain Dimensions of Quality of Life in Overweight Women. **Frontiers in Physiology**, v. 8, 2017.

STRAY-GUNDERSON, K. Bebés com síndrome de Down. **Editora Bertrand. Lisboa**, 2001.

SZYMANSKA, A. J.; MIKOLAJCZYK, E.; WOJTANOWSKI, W. The effect of physical training on static balance in young people with intellectual disability. **Research in Developmental Disabilities**, v. 33, p. 675–681, 2012.

THOMAS, J. R.; NELSON, J. K.; SILVERMAN, S. J. Métodos de pesquisa em atividade física. 5a ed. Porto Alegre, **Artmed**, 2012.

TSIMARAS, V., GIAGAZOGLU, P., FOTIADOU, E., CHRISTOULAS, K., & ANGELOPOULOU, N. Jog-walk training in cardiorespiratory fitness of adults with Down syndrome. **Perceptual Motor Skills**, 96 (3 Pt 2), 1239-1251, 2003.

ULRICH, B. D., ULRICH, D. A., COLLIER, D. H., & COLE, E. L. Developmental shifts in the ability of infants with Down syndrome to produce treadmill steps. **Physical Therapy**, v. 75 n.1, 14-23, 1995.

ULRICH, D. A.; ANGULO-BARROSO, R. M.; ULRICH, B.D.; YUN, J. Treadmill training of infants with Down Syndrome: Evidence-Based developmental outcomes. **Pediatrics**, v. 108 n. 5, Nov 2001.

ULRICH, B. D.; HAEHL, V.; BUZZI, U. H.; KUBO, M.; HOLT, K. G. Modeling dynamic resource utilization in populations with unique constraints: Preadolescents with and without Down syndrome. **Human Movement Science**. Amsterdam, v. 23, n. 2, p. 133-156, set 2004.

ULRICH, D. A.; LLOYD, M. C.; TIERNAN, C. W.; LOOPER, J. E.; ANGULO-BARROSO, R. M. Effects of intensity of treadmill training on developmental outcomes and stepping in infants with Down Syndrome: A randomized trial. **Physical Therapy**, v. 88, p.114-122, 2008.

VARELA, A. M.; SARDINHA, L. B.; PITETTI, K. H. Effects of an aerobic rowing training regimen in young adults with Down syndrome. **American Journal Mental Retardation**, v.106, n. 2, p. 135-144, 2001.

VICARI, S. Motor development and neuropsychological patterns in persons with Down syndrome. **Behavior Genetics**, 36, 3, 355-64, 14, 2006.

VIMERCATI, S. L.; GALLI, M.; ROGOLDI, C.; ANCILLAO, A.; ALBERTINI, G. Spatiotemporal and kinematic aspects of obstacle avoidance in subjects with Down syndrome. **Functional Neurology**. 27, 4, 231-237. 2012.

VIMERCATI, S. L.; GALLI, M.; ROGOLDI, C.; ALBERTINI, G. Obstacle avoidance in Down syndrome. **Journal of Electromyography and Kinesiology**, 23, 483–489, 2013.

VUILLERME, N.; MARIN, L.; DEBÛ, B. Assessment of Static Postural Control in Teenagers With Down Syndrome. **Adapted Physical Activity Quarterly**, 18, 417-433, 2001.

WANG, H.; MAN, L. I.; FANG, L. Relationships between task-oriented postural control and motor ability in children and adolescents with Down syndrome. **Research in Developmental Disabilities**, 33, 1792–1798, 2012.

WEBBER, A.; VIRJI-BABUL, N.; EDWARDS, R.; LESPERANCE, M. Stiffness and postural stability in adults with Down syndrome. **Experimental Brain Research**. Berlin, v. 155, n. 4, p. 450-458, 2004.

WEBER, R.; FRENCH, R. Down's syndrome adolescents and strength training. **Clinical Kinesiology**, v. 42, n. 1, p. 13-21, 1998.

WEERDESTEVN, V.; NIENHUIS, B.; DUVSENS, J. Advancing age progressively affects obstacle avoidance skills in the elderly. **Human Movement Science**, v. 24, n. 5-6, p. 865–880, 2005.

WINTER, D. A. Biomechanics of human movement. New York: **Wiley**, 1979.

WINTER, D. A.; PATLA, A. E.; FRANK, J. S.; WALT, S. E. Biomechanical walking pattern changes in the fit and healthy elderly. **Physical therapy**, v. 70, p. 340–347, Aug 1990.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. Down Syndrome, In: World Health Organization. Genes and human diseases. Geneva: WHO; 2007 [cited 2007 June 1]. Available from: <http://www.who.int/genomics/public/geneticdiseases/en/print.html>.

WU, J.; LOOPER, J.; ULRICH, B. D.; ULRICH, D. A.; ANGULO-BARROSO, R. M. Exploring effects of different treadmill interventions on walking onset and gait patterns in infants with Down syndrome. **Developmental Medicine Child Neurology**, v. 49, 839–945, 2007.

WU, J.; ULRICH, B. D.; LOOPER, J.; ULRICH, D. A.; ANGULO-BARROSO, R. M. Strategy adoption and locomotor adjustment in obstacle clearance of newly walking toddlers with Down syndrome after different treadmill interventions. **Experimental Brain Research**, v. 186, 261–272, 2008.

WU, J.; LOOPER, J.; DALE A.; ULRICH, R.; ANGULO-BARROSO, M. Effects of various treadmill Interventions on the development of joint kinematics in infants with Down Syndrome. **Physical Therapy**, v. 90, 1265-1276, 2010.

WU, J.; BEERSE, M.; AJISAFE, T.; LIANG, H. Walking Dynamics in Preadolescents With and Without Down Syndrome. **Physical Therapy**, v. 95, n. 5, p. 740-749, 2015.

WUANG, Y.P.; SU, C.Y. Patterns of participation and enjoyment in adolescents with Down syndrome. **Research in Developmental Disabilities**, v.33, p. 841–848, 2012.

APÊNDICE

Apêndice A – Termo de consentimento Livre e Esclarecido

Título da pesquisa:

“EFEITOS DE UM PROGRAMA DE TREINAMENTO COMBINADO SOBRE FATORES DE RISCO CARDIOVASCULAR, FORÇA MUSCULAR, MARCHA E COMPOSIÇÃO CORPORAL DE JOVENS COM SÍNDROME DE DOWN”

Prezado(a) Senhor(a):

Gostaríamos de convidá-lo (a) a participar da pesquisa **“EFEITOS DE DOIS PROGRAMAS DE TREINAMENTO COMBINADO SOBRE A COMPOSIÇÃO CORPORAL E A CINEMÁTICA DA MARCHA DE JOVENS COM SÍNDROME DE DOWN”**, realizada em **“LONDRINA”**. O objetivo da pesquisa é **“verificar os efeitos de dois programas de 24 semanas de treinamento combinado sobre a composição corporal e a cinemática da marcha de jovens com síndrome de Down.”**

A sua participação é muito importante e ela se daria da seguinte forma: **Para realizar a pesquisa será necessário que os responsáveis dos voluntários respondam dois questionários para investigar informações gerais e o nível socioeconômico dos participantes. É também importante que autorizem a coleta sanguínea, de medidas da circunferência da cintura, da massa corporal, da estatura, e variáveis de composição corporal, força e marcha. Estes procedimentos serão realizados em dias previamente agendados junto aos participantes e seus responsáveis. O local da coleta de dados será nos laboratórios da universidade. As avaliações serão feitas individualmente com os participantes e seus responsáveis. Para o programa de treinamento, será necessário que os pais tragam os participantes para a academia da universidade, conforme melhor disponibilidade de horários e dias da semana.**

Gostaríamos de esclarecer que sua participação é totalmente voluntária, podendo você: recusar-se a participar, ou mesmo desistir a qualquer momento sem que isto acarrete qualquer ônus ou prejuízo à sua pessoa. Informamos ainda que as informações serão utilizadas somente para os fins desta pesquisa e serão tratadas com o mais absoluto sigilo e confidencialidade, de modo a preservar a sua identidade.

Os benefícios esperados são que **a partir de uma análise do perfil lipídico, glicêmico e da tireoide será possível mostrar resultados sobre fatores importantes da saúde destes jovens. Da mesma forma a análise de parâmetros de força podem ser importantes. Ainda, espera-se que com a prática de exercícios físicos, que serão oferecidos aos participantes, se consigam uma série de benefícios para a saúde dos jovens. Tudo será realizado sem nenhum custo para os participantes e seus responsáveis e, além disso, poderá servir de subsídio para o direcionamento de ações relativas à promoção da saúde destas pessoas.**

Informamos que os senhores não pagarão nem serão remunerados por sua participação. Garantimos, no entanto, que todas as despesas decorrentes da pesquisa serão ressarcidas, quando devidas e decorrentes especificamente de sua participação na pesquisa.

Caso você tenha dúvidas ou necessite de maiores esclarecimentos pode nos contactar (**MÁRCIA GREGUOL, RODOVIA CELSO GARCIA CID, PR 445 KM 380- CAMPUS UNIVERSITÁRIO, TELEFONE: (43)9954 0303**), ou procurar o Comitê de Ética em Pesquisa Envolvendo Seres Humanos da Universidade Estadual de Londrina, na Avenida Robert Kock, nº 60, ou no telefone 33712490. Este termo deverá ser preenchido em duas vias de igual teor, sendo uma delas, devidamente preenchida e assinada entregue a você.

Londrina, ___ de _____ de 2017.

Pesquisador Responsável

RG: _____

_____ (nome por extenso do sujeito de pesquisa), tendo sido devidamente esclarecido sobre os procedimentos da pesquisa, concordo em participar **voluntariamente** da pesquisa descrita acima.

Assinatura (ou impressão dactiloscópica): _____

Data: _____

Obs: Caso o participante da pesquisa seja menor de idade, deve ser incluído o campo para assinatura do menor e do responsável.

Apêndice B - Questionário sobre informações pessoais

1) INFORMAÇÕES PESSOAIS

Responsável pelo participante

- a) Gênero: () Feminino () Masculino
- b) Data de nascimento:
- c) Idade que a mãe engravidou:
- d) Escolaridade: _____

Participante com Síndrome de Down

- a) Gênero: () Feminino () Masculino
- b) Data de nascimento:
- c) Escolaridade: _____

d) Prática de atividade física:

Tipo de atividade:

Frequência:

Duração:

Há quanto tempo:

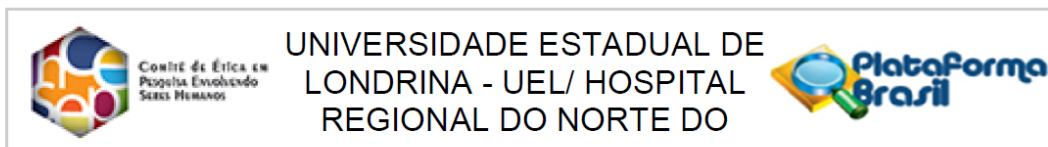
- e) Alguma condição de saúde associada:

Apêndice C – Imagens relativas ao treinamento funcional



ANEXOS

Anexo A – Aprovação do Comitê de Ética



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: EFEITOS DE UM PROGRAMA DE TREINAMENTO COMBINADO SOBRE FATORES DE RISCO CARDIOVASCULAR, FORÇA MUSCULAR, MARCHA E COMPOSIÇÃO CORPORAL DE JOVENS COM SÍNDROME DE DOWN

Pesquisador: Márcia Greguol

Área Temática:

Versão: 2

CAAE: 47111415.2.0000.5231

Instituição Proponente: Departamento de Ciências do Esporte

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 1.215.776

Apresentação do Projeto:

A Síndrome de Down é a causa mais comum de deficiência intelectual e pode trazer aos indivíduos uma série de condições de risco para saúde, como maior tendência à obesidade, hipotireoidismo, hipotonia muscular, frouxidão ligamentar, problemas cardíacos, entre outros. Como agravante, é elevada a prevalência de sedentarismo entre pessoas com Síndrome de Down, sendo este comportamento evidente desde idades mais jovens. Assim sendo, o objetivo desta pesquisa é verificar os efeitos de um programa de treinamento combinado sobre fatores de risco cardiovascular, força muscular, marcha e composição corporal de jovens com síndrome de Down. Serão convidados a participar do projeto 50 jovens com Síndrome de Down, frequentadores de uma instituição de assistência da cidade de Londrina/PR, com idades entre 12 e 20 anos e que serão divididos em três grupos: um grupo controle, que manterá suas atividades habituais; grupo treinamento 2, que será submetido a um treinamento combinado com duas sessões semanais de 60 minutos cada; e grupo treinamento 3, que será submetido ao treinamento combinado em 3 sessões semanais de 40 minutos cada. Todos os indivíduos, antes e ao final de um período de 24 semanas de intervenção, terão avaliadas medidas antropométricas e da composição corporal, capacidade cardiorrespiratória, perfil glicêmico e lipídico, função da tireoide, função da marcha e força muscular. Serão analisadas as diferenças entre as avaliações para os três grupos, bem como

Endereço: PROPPG - LABESC - Sala 3

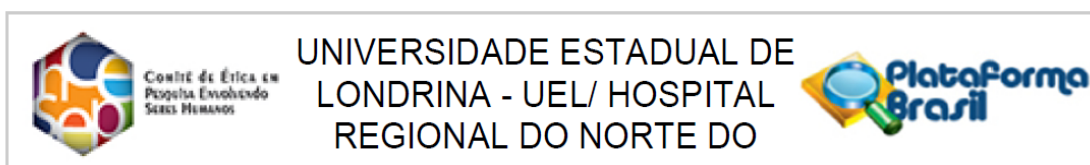
Bairro: Campus Universitário

CEP: 86.057-970

UF: PR **Município:** LONDRINA

Telefone: (43)3371-5455

E-mail: cep268@uel.br



Continuação do Parecer: 1.215.776

a possível associação entre as variáveis.

Hipótese:

As hipóteses levantadas são:- os grupos submetidos à intervenção com treinamento combinado obterão benefícios em todas as variáveis pesquisadas;- não serão encontradas diferenças entre os grupos de intervenção que realizarão atividades duas ou três vezes por semana, uma vez que o volume total de exercício será igual.

Metodologia Proposta:

Serão aplicados dois questionários para os responsáveis pelos indivíduos com SD. O primeiro será um questionário elaborado pela própria pesquisadora, composto por questões a respeito da idade materna, escolaridade, idade, sexo dos responsáveis e ainda sobre a prática atividade física habitual e condições de saúde associadas dos indivíduos com SD. O segundo questionário aplicado é relacionado ao nível socioeconômico das famílias, e foi elaborado pela Associação Brasileira de Empresas de Pesquisa (ABEP,2010). Os participantes serão avaliados antes e após o programa de treinamento. Serão avaliadas as variáveis relacionadas à composição corporal e as análises sanguíneas do perfil lipídico, glicêmico e hormônios da tireoide, bem como a capacidade respiratória. Além disso, também serão avaliadas antes e depois do programa de treinamento as variáveis relacionadas à força muscular, composição corporal, análise eletromiográfica e da marcha dos participantes. A medida de força muscular de membros inferiores (MMII) e membros superiores (MMSS) será avaliada através do teste de uma repetição máxima (1RM) de dois exercícios - cadeira extensora e remada alta. A composição corporal será verificada no equipamento Bod Pod e por meio do cálculo de Índice de Massa Corporal (massa corpora/estatura ao quadrado). O perfil glicêmico e lipídico, bem como a função da tireoide, serão verificados por meio de análises sanguíneas. Por fim, a análise de marcha será realizada por meio de filmagem.

Critério de Inclusão:

Serão incluídos no estudo jovens com síndrome de Down de ambos os sexos com idades entre 12 e 20 anos, que frequentem a associação APS Down na cidade de Londrina / PR e que apresentem liberação médica para a prática de exercícios físicos

Critério de Exclusão:

Serão adotados como critérios de exclusão: indivíduos que apresentem comprometimentos ortopédicos ou cardíacos, desordens metabólicas ou respiratórias que inviabilizem a prática de

Endereço: PROPPG - LABESC - Sala 3

Bairro: Campus Universitário

CEP: 86.057-970

UF: PR **Município:** LONDRINA

Telefone: (43)3371-5455

E-mail: cep268@uel.br



COMITÊ DE ÉTICA EM
PESQUISA ENVOLVENDO
SERES HUMANOS

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE
LONDRINA - UEL/ HOSPITAL
REGIONAL DO NORTE DO



Continuação do Parecer: 1.215.776

exercícios físicos, instabilidade atlantoaxial, que façam uso de medicamentos que alterem a frequência cardíaca e que tenham deficiência intelectual severa ou profunda.

Objetivo da Pesquisa:

Objetivo Primário:

O objetivo geral deste estudo é verificar os efeitos de um programa de 24 semanas treinamento sobre a composição corporal, força muscular, marcha, perfil glicêmico e lipídico, bem como os hormônios da tireoide de jovens com síndrome de Down.

Objetivo Secundário:

- Descrever e correlacionar os indicadores relacionados à composição corporal e ao perfil lipídico, glicêmico e função da tireoide em indivíduos jovens com SD;
- Comparar a evolução destes indicadores entre os grupos praticantes de exercício duas ou três vezes semanais e controle;
- Descrever os dados sócio-demográficos e correlacioná-los com os indicadores relacionados à composição corporal e ao perfil lipídico, glicêmico e metabolismo da tireoide em indivíduos jovens com SD;
- Verificar os níveis de força máxima, indicadores antropométricos e aspectos neurofisiológicos, bem como analisar a marcha de adolescentes com síndrome de Down;
- Verificar possíveis alterações nas variáveis lineares da marcha (comprimento do passo e da passada, velocidade e cadência);
- Verificar possíveis alterações dos aspectos neurofisiológicas (EMG) nos indivíduos com SD;
- Comparar as possíveis alterações nos indicadores antropométricos e neurofisiológicos, além das variáveis de força máxima e marcha entre os praticantes do treinamento combinado (aeróbio/resistido) realizado em diferentes frequências semanais.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Riscos:

Os riscos da participação nesta pesquisa são mínimos, advindos sobretudo da participação nos programas de treinamento e nas avaliações físicas. Para a redução ainda maior dos riscos, todos os envolvidos na aplicação dos programas de treinamento combinado, bem como todos aqueles que auxiliarão nas avaliações, serão treinados e supervisionados constantemente pela pesquisadora responsável, a qual estará presente durante todos os procedimentos.

Benefícios:

O benefício esperado para os jovens e seus familiares é o levantamento de informações sobre o perfil lipídico, glicêmico e funcionamento da tireoide, além de dados sobre a quantidade de gordura corporal, força muscular e análise de marcha. Tais informações poderão oferecer uma

Endereço: PROPPG - LABESC - Sala 3

Bairro: Campus Universitário

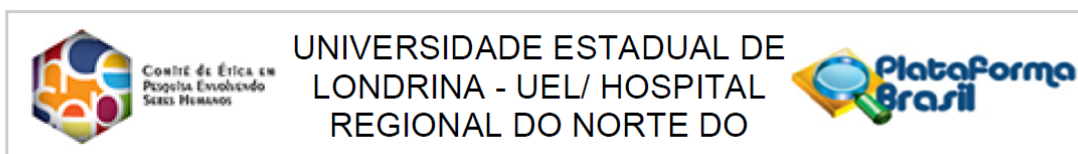
UF: PR

Município: LONDRINA

CEP: 86.057-970

Telefone: (43)3371-5455

E-mail: cep268@uel.br



Continuação do Parecer: 1.215.776

visão ampla sobre o estado de saúde dos jovens envolvidos, além de advertir sobre possíveis situações de risco em que se encontrem. Ainda, espera-se que a prática de exercícios físicos oferecida aos participantes seja capaz de trazer benefícios para a saúde dos jovens. Todas as atividades serão realizadas sem nenhum custo para os participantes e seus responsáveis e, além disso, poderão servir de subsídio para o direcionamento de ações relativas à promoção da saúde de pessoas com Síndrome de Down.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

A pesquisa é relevante e apresenta questões de grande importância visando melhorar a saúde de pessoas com Síndrome de Down, portanto, há méritos em suas propostas. Entretanto, há necessidade de se avaliar alguns pontos que estão listados no item pendências.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Os termos apresentados foram:

- a) Folha de Rosto com assinatura e carimbo.
- b) TCLE adequadamente preenchido proporcionando entendimento aos responsáveis pelos participantes da pesquisa.
- c) Declaração de Autorização da unidade coparticipante (Associação de Pais e Amigos de Pessoas com Síndrome de Down - APS DOWN).

Recomendações:

Não há.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Após as reformulações solicitadas vota-se pela aprovação do projeto.

Considerações Finais a critério do CEP:

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE_2.docx	31/08/2015 14:37:50	Márcia Greguol	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	Etica_Corrigido_2.docx	31/08/2015 14:38:06	Márcia Greguol	Aceito
Outros	Carta_Resposta.docx	31/08/2015	Márcia Greguol	Aceito

Endereço: PROPPG - LABESC - Sala 3

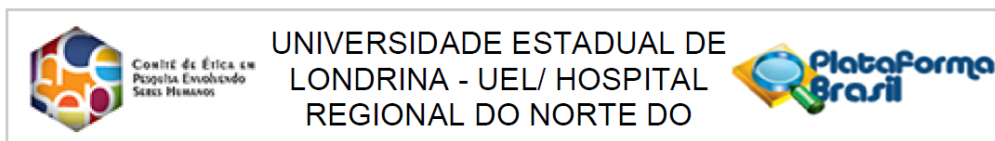
Bairro: Campus Universitário

CEP: 86.057-970

UF: PR **Município:** LONDRINA

Telefone: (43)3371-5455

E-mail: cep268@uel.br



Continuação do Parecer: 1.215.776

Outros	Carta_Resposta.docx	14:38:27	Márcia Greguol	Aceito
Folha de Rosto	Rosto_Assinada.pdf	31/08/2015 14:38:54	Márcia Greguol	Aceito
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_551221.pdf	31/08/2015 14:39:20		Aceito

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

LONDRINA, 04 de Setembro de 2015

Assinado por:
Paula Mariza Zedu Alliprandini
(Coordenador)

Anexo B - Critério de Classificação Econômica Brasil

Posse de itens

	Quantidade de Itens				
	0	1	2	3	4 ou +
Televisão em cores	0	1	2	3	4
Rádio	0	1	2	3	4
Banheiro	0	4	5	6	7
Automóvel	0	4	7	9	9
Empregada mensalista	0	3	4	4	4
Máquina de lavar	0	2	2	2	2
Videocassete e/ou DVD	0	2	2	2	2
Geladeira	0	4	4	4	4
Freezer (aparelho independente ou parte da geladeira duplex)	0	2	2	2	2

Grau de Instrução do chefe de família

Analfabeto / Primário incompleto	Analfabeto / Até 3ª. Série Fundamental	0
Primário completo / Ginásial incompleto	Até 4ª. Série Fundamental	1
Ginásial completo / Colegial incompleto	Fundamental completo	2
Colegial completo / Superior incompleto	Médio completo	4
Superior completo	Superior completo	8

CORTES DO CRITÉRIO BRASIL

Classe	Pontos
A1	42 - 46
A2	35 - 41
B1	29 - 34
B2	23 - 28
C1	18 - 22
C2	14 - 17
D	8 - 13
E	0 - 7