



**Universidade de Aveiro  
2015**

**Escola Superior de Saúde**

**Sabine Cardoso  
Felícia**

**Treino de equilíbrio em pessoas com trissomia 21:  
Eficácia de um programa utilizando feedback visual**





**Sabine Cardoso  
Felícia**

**Treino de equilíbrio em pessoas com trissomia 21:  
Eficácia de um programa utilizando feedback visual**

Dissertação apresentada à Universidade de Aveiro para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Fisioterapia realizada sob a orientação científica do Mestre José Joaquim Marques Alvarelhão e do Professor Doutor Rui Jorge Dias Costa, Professores adjuntos da Escola Superior de Saúde da Universidade de Aveiro.



## **O júri**

Presidente

**Prof. Doutora Anabela Gonçalves da Silva**

Professora adjunta da Escola Superior de Saúde da Universidade de Aveiro

Arguente

**Prof. Doutor Rui Soles Gonçalves**

Professor adjunto da Escola Superior de Tecnologia da Saúde de Coimbra

Orientador

**Mestre Joaquim Alvarelhão**

Professor adjunto da Escola Superior de Saúde da Universidade de Aveiro

Co-Orientador

**Prof. Doutor Rui Dias Costa**

Professor adjunto da Escola Superior de Saúde da Universidade de Aveiro



## **Agradecimentos**

Após finalizar a dissertação de mestrado, não poderia deixar de agradecer a todas as pessoas que contribuíram para a sua concretização.

Ao meu Orientador, Professor Joaquim Alvarelhão pela sua disponibilidade e partilha de conhecimentos no desenvolvimento deste trabalho. Por todos os minutos de discussão e troca de ideias preciosas e por todo o apoio prestado, que me permitiu evoluir ao longo do trabalho e querer fazer mais e melhor.

Ao Professor Doutor Rui Costa pelo incentivo e sugestão para realização deste projeto e pela sua disponibilidade de partilha de conhecimentos.

Um muito obrigado à APPACDM Coimbra e ARCIL que desde o primeiro minuto demonstraram entusiasmo no estudo a desenvolver e se disponibilizaram para qualquer ajuda na sua concretização.

A todas as pessoas com trissomia 21 que participaram neste estudo, sem as quais não teria sido possível a sua realização, pela paciência, disponibilidade e empenho em que participaram ao longo dos meses.

À equipa da SensingFuture Technologies quero agradecer a excecional ajuda e disponibilização do material para a realização do estudo.

Por fim, mas não menos importante um enorme obrigado à minha família pelo apoio incondicional, pelas palavras de incentivo ao longo de todo este caminho. A todos os meus colegas e amigos quero agradecer todo o apoio para a concretização de mais uma etapa na minha vida.

Um grande obrigado a todos!





## Palavras-chave

Trissomia 21; treino de equilíbrio; feedback visual; dispositivo médico.

## Resumo

**ENQUADRAMENTO:** As questões relacionadas com o treino de equilíbrio na população com trissomia 21 constituem um desafio para a comunidade científica e terapêutica, dado a multiplicidade de fatores que o influenciam, e consequentemente, existem poucos estudos que abordem esta temática na população adulta.

**OBJECTIVO:** Avaliar a eficácia de um programa de treino do equilíbrio utilizando feedback visual em pessoas com trissomia 21.

**MÉTODOS:** Para o grupo experimental (GE) foram recrutados 11 indivíduos e 12 para o grupo de controlo (GC) com trissomia 21, de duas instituições da região centro de Portugal. Foi realizada a avaliação do equilíbrio através da Escala de Equilíbrio de Berg (EEB), Plataforma de Forças Bertec e Plataforma *Physiosensing*. O treino de equilíbrio, constituído por dois conjuntos de exercícios com base na transferência de peso e de controlo postural, com a duração de 15s e com três repetições por sessão, foi realizado pelo GE durante seis semanas, 2x/semana na plataforma *Physiosensing*. O GC não realizou qualquer treino de equilíbrio ao longo das seis semanas.

**RESULTADOS:** Foram encontradas diferenças estatisticamente significativas entre o GE e o GC na EEB. Na plataforma *Physiosensing* o GE aumentou o valor médio em todos os exercícios, sendo estatisticamente significativos os exercícios 'Sagital 3' e 'Ântero-posterior' do conjunto de exercícios 'alinhamento do centro de massa' e do conjunto de 'transferência de carga' o exercício 'Ântero-posterior'.

**CONCLUSÃO:** O grupo experimental apresentou melhores resultados em relação ao grupo de controlo após o treino de equilíbrio. O presente estudo mostra que um programa de treino de equilíbrio na plataforma *Physiosensing* pode contribuir para melhorar o equilíbrio na população com trissomia 21.



**Keywords**

Trisomy 21; balance training; visual feedback; medical device.

**Abstract**

**BACKGROUND:** Issues related to the balance training in trisomy 21 population is a challenge for the scientific and therapeutic community, given the multitude of factors that influence the balance training. There are few studies that address this issue in the adult population.

**AIM:** Evaluate the efficacy of balance training using a visual feedback program for individuals with trisomy 21.

**METHODS:** For the experimental group (EG) were recruited 11 subjects and 12 subjects for the control group (CG) with trisomy 21, of two institutions. The assessment of balance was carried out by the Berg Balance Scale (BBS), Bertec Forces Platform and *Physiosensing* Platform. The balance training was carried out by the EG for 6 weeks, 2x/week in eight exercises (15s each) from *Physiosensing* platform. The CG didn't make any balance trainings over the six weeks.

**RESULTS:** Statistically differences were found between EG and CG in BBS. EG increased score for all exercises in *Physiosensing* platform, statistically differences between EG and CG found in the exercises 'Sagittal 3' and 'Anterior-posterior' for the set 'center of mass alignment' exercises and for 'Anterior-posterior' from 'weight transference' exercises.

**CONCLUSION:** The experimental group shows better results compared to the control group after the balance training. This study shows that the balance training program on the *Physiosensing* platform could help to improve balance in people with trisomy 21.



## **ABREVIATURAS E/OU SIGLAS**

APPACDM- Associação Portuguesa de Pais e Amigos do Cidadão Deficiente Mental

ARCIL- Associação de Recuperação de Cidadãos Inadaptados da Lousã

AVD'S- Atividades da vida diária

AP- Ântero-posterior

CCI- Coeficiente de correlação intraclasse

CP- Centro de pressão

DI- Deficiência Intelectual

dp- Desvio padrão

EEB- Escala de Equilíbrio de Berg

GC- Grupo de controlo

GE- Grupo experimental

IC95%- Intervalo de confiança a 95%

IMC- Índice de massa corporal

IQ1- Primeiro interquartil

IQ3- Terceiro interquartil

Med- Mediana

Min- Mínimo

Max- Máximo

ML- Médio lateral

RM- Repetição máxima

SD- Síndrome de Down

SNC- Sistema Nervoso Central

SPSS- Statistical Package for Social Sciences

TPL- Transferência de Peso Lateralmente

T21- Trissomia 21



## ÍNDICE

<b>CAPÍTULO I - INTRODUÇÃO .....</b>	<b>19</b>
<b>CAPÍTULO II - ENQUADRAMENTO TEÓRICO .....</b>	<b>21</b>
Etiologia da Trissomia 21 .....	22
Alterações sistémicas na Trissomia 21 .....	23
Equilíbrio e controlo postural .....	25
Alterações no equilíbrio e no controlo postural da população com T21 .....	29
Fisioterapia e treino de equilíbrio na população com T21 .....	31
Dispositivos para a medição do equilíbrio.....	36
<b>CAPÍTULO III - OBJETIVOS DO ESTUDO .....</b>	<b>39</b>
Objetivo principal .....	39
Objetivos específicos.....	39
<b>CAPÍTULO IV - MATERIAL E MÉTODOS.....</b>	<b>41</b>
Participantes .....	41
Desenho e fases do estudo .....	41
Hipótese do estudo .....	42
Procedimentos e instrumentos de medição.....	42
Questões éticas .....	48
Análise estatística.....	48
<b>CAPÍTULO V - RESULTADOS.....</b>	<b>49</b>
Resultados na Escala de Equilíbrio de Berg .....	50
Resultados na <i>Physiosensing</i> .....	50
Resultados na plataforma Bertec.....	55
<b>CAPÍTULO VI – DISCUSSÃO .....</b>	<b>57</b>
<b>CAPÍTULO VII - CONCLUSÃO .....</b>	<b>63</b>
<b>BIBLIOGRAFIA.....</b>	<b>65</b>





## Índice de Figuras

- Figura 1 – Gráficos representando a média e o IC95% dos exercícios de alinhamento do centro de massa na *Physiosensing* nos momentos de avaliação T0 e T1.....**pág. 52**
- Figura 2 - Gráficos representando a média e o IC95% dos exercícios de transferência de carga (lateralidade e ântero-posterior) na *Physiosensing* nos momentos de avaliação T0 e T1.....**pág. 53**
- Figura 3 Gráficos representando a média e o IC95% dos exercícios de transferência de carga (membros inferiores e levantar sentar) na *Physiosensing* nos momentos de avaliação T0 e T1.....**pág. 54**

## Índice de Tabelas

- Tabela 1- Caracterização dos participantes (n=23).....**pág. 49**
- Tabela 2 – Resultados da análise da ANOVA para amostras repetidas para dois fatores para a Escala de Equilíbrio de Berg (EEB). .....**pág. 50**
- Tabela 3 - Resultados obtidos na *Physiosensing* nos momentos de avaliação T0 e T1..... **pág. 51**
- Tabela 4 - Resultados obtidos na plataforma Bertec nos momentos de avaliação T0 e T1..... **pág. 55**

## Anexos

- Anexo I- Consentimento informado aos participantes
- Anexo II- Autorização das Instituições
- Anexo III- Escala de Equilíbrio de Berg

## APÊNDICES

- Apêndice I- Protocolo de aquisição de dados
- Apêndice II- Carta informativa aos representantes legais
- Apêndice III- Pedido de autorização às Instituições



## CAPÍTULO I - INTRODUÇÃO

A trissomia 21 (T21) corresponde a uma alteração genética, caracterizada por uma alteração no cromossoma 21. Calcula-se que exista um milhão de pessoas com T21 a nível mundial e que nascem aproximadamente 4.000 crianças por ano com esta anomalia cromossómica. Em Portugal ocorre um nascimento de 150 a 170 crianças por ano e existem cerca de 12.000 a 15.000 indivíduos com T21 (Desai, 1997; Figueiredo et al., 2008).

A capacidade de controlo da posição corporal no espaço é fundamental para todas as atividades da vida diária (AVD's). O sistema de controlo postural deve ser capaz de regular o equilíbrio em situações instáveis bem como permitir o início rápido do movimento. As disfunções do controlo postural são frequentes na população com T21 e persistem ao longo da vida. Estudos demonstraram que as respostas posturais nestes indivíduos são normais, no entanto, o tempo de reação até ao início de resposta é elevado, levando ao aumento da oscilação corporal e à possibilidade de ocorrência de desequilíbrios (R. Carvalho & Almeida, 2008).

Os défices no equilíbrio e na coordenação são derivados às alterações físicas que esta população apresenta, bem como às disfunções presentes no Sistema Nervoso Central. Desta forma, apresentam limitações na adaptação às tarefas do meio que os rodeia e dificuldades em fazer ajustes posturais antecipatórios (Webber, Virji-Babul, Edwards, & Lesperance, 2004).

As questões relacionadas com o treino de equilíbrio na população com T21 têm constituído um desafio para a comunidade científica, pois existem poucos estudos que abordem esta temática na população adulta.

Existem vários instrumentos de avaliação do equilíbrio que se baseiam na observação do desempenho de tarefas e ações, que determinam as respostas de controlo postural do indivíduo. Essas avaliações têm como base a observação, e o desempenho dos indivíduos é pontuado através de critérios previamente definidos. No entanto, existe uma procura constante de dispositivos que forneçam indicadores de equilíbrio fiáveis e válidos num curto espaço de tempo.

Desta forma, para o trabalho desenvolvido nesta dissertação foi utilizado um dispositivo que, para além de permitir realizar programas de treino do equilíbrio, através de exercícios de transferência de carga em diferentes planos e de controlo

postural com feedback visual, permite recolher informação para a avaliação do equilíbrio.

O objetivo do estudo foi avaliar a eficácia de um programa de treino do equilíbrio utilizando feedback visual em pessoas com T21.

Esta dissertação está dividida em 6 capítulos:

- Capítulo I – Introdução onde é apresentada uma breve abordagem à pertinência científica do estudo e respetivo objetivo, e a descrição da estrutura do trabalho;
- Capítulo II - Enquadramento teórico sobre o tema a estudar, onde são abordados o conceito de T21, o equilíbrio e o controlo postural, as alterações no equilíbrio e no controlo postural da população com T21, o treino de equilíbrio na população com T21 e a descrição dos instrumentos frequentemente utilizados na medição do equilíbrio;
- Capítulo III - Objetivos do estudo, onde são descritos de forma detalhada os objetivos específicos.
- Capítulo IV - Material e Métodos, onde são descritos os critérios de elegibilidade e de exclusão em relação à inclusão de participantes, a identificação dos locais de proveniência dos participantes, os procedimentos realizados, os instrumentos de recolha de dados, e o plano de análise estatística utilizados no estudo;
- Capítulo V - Apresentação dos resultados do estudo;
- Capítulo VI - Discussão e análise dos resultados obtidos tendo em conta o enquadramento teórico;
- Capítulo VII - Conclusão onde são destacados os aspetos mais importantes do estudo.

## CAPÍTULO II - Enquadramento teórico

Trissomia 21 (T21) ou Síndrome de Down (SD) é uma alteração genética derivada da existência de um cromossoma 21 extra, correspondendo a uma anomalia congénita autossómica, que ocorre durante o desenvolvimento fetal, no início da gravidez. Afeta 1 em 600 ou 1 em 1000 nados – vivos e não existem grandes variações a nível mundial (Desai, 1997; Hultén et al., 2008).

De acordo com a análise do cariótipo das crianças com T21 verifica-se a existência de três tipos de desequilíbrios cromossómicos possíveis que estão dependentes do momento em que surja o erro: trissomia homogénea livre, a trissomia por translocação e a trissomia em mosaico (Desai, 1997). Na trissomia homogénea livre, o indivíduo apresenta um cromossoma extra no par 21 de todas as células, ou seja possui 47 cromossomas em vez de 46. O erro de distribuição dos cromossomas acontece durante o desenvolvimento do óvulo ou do espermatozoide ou na primeira divisão celular (Bissoto, 2005; Sampedro, Blasco, & Hernández, 1997a). A incidência desta trissomia é cerca de 90%, no entanto, existem autores que referem uma incidência superior de cerca de 95% na população trissómica, sendo assim o tipo de trissomia mais frequente (Bissoto, 2005; Sampedro et al., 1997a). A Trissomia por translocação deve-se à troca de uma parte de um dos cromossomas do par 21 com outra parte de outro cromossoma. Frequentemente, a translocação ocorre entre o cromossoma 14 e o cromossoma 21, isto é, o cromossoma 21 adicional é ligado ao cromossoma 14 (esta translocação também se pode realizar com os cromossomas 13, 15, 22 ou mesmo com outro 21). Na maioria dos casos os pais possuem cariótipo normal, apresentando apenas a criança a translocação (Bissoto, 2005; Sampedro et al., 1997a). A trissomia em mosaico define-se pela existência de células com cariótipo normal (46 cromossomas) e células trissómicas (47 cromossomas). Este tipo de trissomia deve-se a um erro na distribuição dos cromossomas que ocorre normalmente na 2ª ou 3ª divisão celular. Este é o tipo de trissomia menos frequente e está presente em apenas 1% dos indivíduos com T21 (Sampedro, Blasco, & Hernández, 1997b).

A T21 é a designação científica que confirma a origem mais comum de deficiência intelectual de origem genética (Teresa Schapira et al., 2007). Esta designação caracteriza cerca de cinco a seis por cento dos casos de indivíduos com deficiência intelectual. A deficiência intelectual abrange limitações na funcionalidade do indivíduo

e é caracterizada por um funcionamento cognitivo abaixo da média, e integra limitações em dois ou mais dos seguintes comportamentos adaptativos: autossuficiência, comunicação, atividades em casa, competências sociais, atividades na comunidade, funcionamento acadêmico, lazer e emprego, saúde e segurança (Cleaver, Hunter, & Ouellette-Kuntz, 2009).

### **Etiologia da Trissomia 21**

A T21 é descrita como uma alteração cromossômica e o seu aparecimento aumenta com o avançar da idade da mãe. No entanto, oitenta por cento dos casos são filhos de mulheres com idades inferiores aos 35 anos (Desai, 1997). O risco de ocorrência de T21 associado ao aumento da idade da mãe (1 caso em 30, após os quarenta e cinco anos) ou do pai (vinte e cinco por cento dos casos, após os quarenta e cinco anos) deve ser entendido como uma consequência e não como a etiologia (Desai, 1997). Sabe-se igualmente que a probabilidade das crianças nascerem com T21 não está diretamente relacionada com o sexo, raça, condição social ou econômica (Desai, 1997).

Apesar da dificuldade em determinar quais os fatores responsáveis pela T21, os especialistas parecem concordar com uma etiologia multifatorial. No entanto, é desconhecido como os diversos fatores etiológicos estão relacionados entre si. Não se sabe exatamente o que é responsável pela divisão incorreta da célula e porque é que os cromossomas não se dividem corretamente (Silva & Dessen, 2002). No entanto, estudos realizados indicam que os telómeros dos núcleos das células tendem a formar placas agregadas, cuja frequência se encontra aumentada no líquido amniótico das grávidas de fetos com T21 em comparação com outras grávidas com fetos típicos; as placas agregadas que se encontram no líquido amniótico demonstram uma alta instabilidade genética (Hassold & Sherman, 2001).

É igualmente referido que 4% dos casos de T21 são derivados de um conjunto de fatores hereditários como é o caso de mães com T21, famílias com várias crianças com T21 (Jyothy et al., 2001); a translocação num dos pais e casos em que um deles, com normal aparência, possui uma estrutura cromossômica em mosaico, com maior incidência de células normais (Hassold & Sherman, 2001). Outras causas possíveis que são nomeados de fatores externos, incluem a hepatite e a rubéola, agentes químicos, poluição atmosférica; exposição a radiações que levam a alterações genéticas nos indivíduos alguns anos antes da fecundação, deficiência de vitaminas, e por último a imunoglobina e tiroglobina que quando se apresentam em excesso no

sangue materno leva ao aparecimento de alterações nas células do feto (Jyothy et al., 2001; Moreira, El-Hani, & Gusmao, 2000; Silva & Dessen, 2002).

### **Alterações sistémicas na Trissomia 21**

É frequente encontrarmos alterações sistémicas nos indivíduos com T21 das quais se destacam as anomalias congénitas cardíacas que estão presentes em 40% das crianças com T21. A prevalência de um prolapso da válvula mitral é 5% a 15% superior nos indivíduos com T21 quando comparado com a restante população (Desai, 1997). Relativamente às alterações no sistema músculo-esquelético estão presentes a instabilidade atlantoaxial em 20% dos indivíduos com presença de uma acentuada laxidão dos ligamentos transversos, situados entre o atlas e o processo odontoide da segunda vértebra cervical e entre os côndilos occipitais e a base do crânio (Desai, 1997). Existem igualmente alterações das funções motoras grossas e finas cuja maturação é mais longa no tempo nos indivíduos mais jovens e que levam a uma alteração na coordenação motora (Desai, 1997).

Os indivíduos com T21 apresentam um conjunto de características anatómicas e fisiológicas que os diferenciam de outros indivíduos como é o caso do tamanho do cérebro, que é menor e mais leve (Cabeza-Ruiz et al., 2011). Apresentam também hipotonia generalizada e hiperflexibilidade das articulações. Ao longo do crescimento da criança é necessário introduzir estímulos e técnicas específicas realizadas por profissionais de saúde especializados dos quais se englobam os fisioterapeutas, que tendem a melhorar a hipotonia presente (Lapa, Abraços, Furtado, Cancela, & Torres, 2002; Vinagreiro & Peixoto, 2000). Alguns autores denominam as articulações como “ultra-flexíveis” devido à sua laxidão ligamentar e da hipotonia generalizada presente, que podem ser melhoradas com a prática de exercício físico regular (Chen & Fang, 2005). Estas características são frequentes em 90,9% a 100% dos indivíduos com T21 (Moreira et al., 2000). Outros problemas ortopédicos estão também associados aos indivíduos com T21 como é o caso do pé cavo, que se apresenta como uma situação congénita dos membros inferiores, bem como a hiperlordose, cifose, deformidade torácica e luxação congénita da anca.

O desenvolvimento motor atípico das crianças com T21 revela-se pela hipotonia que lhes é particular, pela realização de padrões de movimento que necessitam de um consumo de energia superior ao espectável numa determinada situação. Apresentam igualmente alterações no equilíbrio, na coordenação e controlo motor, bem como nas relações espaço-temporais. Dificuldades na associação de informação

sensoriomotora na concretização de ordens motoras, também são predominantes nesta população (Buzunáriz Martínez & Martínez García, 2008). Constata-se igualmente que a aquisição a nível de preensão de objetos e no deslocamento (gatinhar, colocar-se em pé e começam a andar mais tarde quando comparados com outras crianças sem T21) acontece em idades mais tardias, quando comparadas com outras crianças com desenvolvimento típico, levando a que a exploração do mundo à sua volta seja mais limitada (Buzunáriz Martínez & Martínez García, 2008).

Apresentam uma densidade neuronal inferior, bem como irregularidades sinápticas devido à redução de neurotransmissores e anomalias nos processos de mielinização. Os indivíduos com T21 apresentam também alterações sensoriais, sendo os resultados nos testes de sensibilidade mais pobres. São também visíveis distúrbios na acuidade visual, perda auditiva neurosensorial que afeta o ouvido interno, bem como dificuldade na integração de informação sensorial que leva a uma maior dependência destes indivíduos a nível visual. (Cabeza-Ruiz et al., 2011).

A esperança média de vida nos indivíduos com T21 tem vindo a aumentar ao longo dos anos, ultrapassando os 60 anos. O envelhecimento precoce tem sido observado nesta população, atingindo a taxa de envelhecimento primário quase o dobro quando comparado aos adultos com desenvolvimento típico (Day, Strauss, Shavelle, & Reynolds, 2005; Glasson et al., 2002; Nakamura & Tanaka, 1998). Os adultos com T21 apresentam alterações prematuras relacionadas com a idade em vários domínios da vida diária. Por exemplo, a partir dos 40 anos, inicia-se uma diminuição na capacidade de realizar atividades da vida diária, enquanto os adultos que apresentam apenas deficiência intelectual não demonstram um declínio até aos 50 anos. Frequentemente os indivíduos com T21 apresentam osteoartrite, aumento do peso corporal e por vezes Alzheimer (Smith & Ulrich, 2008). As alterações no sistema locomotor é um problema para as pessoas com T21 ao longo de todo o seu ciclo de vida. Devido ao baixo tónus e instabilidade dos ligamentos, a marcha e a manutenção da postura ortostática torna-se mais difícil quando comparado aos indivíduos com um desenvolvimento típico. Sabe-se que a idade média para que as crianças iniciem a marcha é os 2 anos de idade (Kubo & Ulrich, 2006; D. A. Ulrich, Ulrich, Angulo-Kinzler, & Yun, 2001). O treino de marcha deverá ser realizado o mais precocemente possível para atenuar a instabilidade articular ao longo dos anos. Nos pré-adolescentes o treino de marcha permite um aumento da largura do passo que é fundamental para proporcionar a estabilidade necessária durante a marcha (B. D. Ulrich, Haehl, Buzzi, Kubo, & Holt, 2004).



Os efeitos combinados de laxidão ligamentar, baixo tônus, obesidade, sedentarismo e decréscimos das funções e estruturas do corpo, associadas ao envelhecimento fazem com que os adultos com T21 apresentem várias barreiras que não lhes permitem manter um estilo de vida saudável, livre de dor. Os adultos têm um maior risco de queda quando comparado com os indivíduos com desenvolvimento normal (Smith & Ulrich, 2008). A hipotonia e a laxidão articular são características comuns e quando comparado com indivíduos saudáveis verifica-se que existe uma diminuição da força muscular, derivado de um menor número de fibras musculares rápidas nos indivíduos com T21, sendo menos capazes de adaptarem-se à sua capacidade motora e de gerarem força muscular quando necessário (Cabeza-Ruiz et al., 2011). Estas características afetam a sua mobilidade em geral e aumentam a dificuldade em realizar movimentos coordenados e de manutenção do equilíbrio (Cabeza-Ruiz et al., 2011). Apesar de parecer simples manter a posição ortostática, esta requer que a informação chegue ao sistema nervoso central (SNC) através de órgãos sensoriais e proprioceptivos, principalmente a visão e o aparelho vestibular do ouvido interno que se encontram alterados nesta população (Cabeza-Ruiz et al., 2011).

### **Equilíbrio e controlo postural**

Os seres humanos são estimulados pela força de gravidade de modo a manterem o equilíbrio do corpo sobre uma pequena área de suporte, delimitada pelos membros inferiores, ou seja pelos pés (D. A. Winter, Patla, Ishac, & Gage, 2003). Devido à reduzida base de sustentação o risco de instabilidade postural no ser humano é elevado. Assim, torna-se indispensável uma interação correta entre os movimentos nas várias articulações, para que o equilíbrio seja mantido (Masani, Popovic, Nakazawa, Kouzaki, & Nozaki, 2003).

Na posição ortostática o equilíbrio é comumente instável, pois qualquer distúrbio do corpo pode levar a que o centro de gravidade se desloque para além da base de suporte e o equilíbrio pode ser perdido (Lahtinen, Rintala, & Malin, 2007). Os distúrbios do sistema de controlo do equilíbrio podem ter origem interna que resultam de movimentos voluntários do corpo do próprio indivíduo, como acontece com movimentos de fletir o tronco ou levantar os membros superiores. As perturbações a nível externo que atuam no corpo incluem a gravidade e forças relacionadas com a interação com o meio externo (D. Winter, 1995). O controlo postural e o equilíbrio são descritos como um só fenómeno, sendo o sistema necessário para o controlo de ambos denominado por sistema de equilíbrio ou sistema postural, tornando-se difícil

discriminar com exatidão o que é o equilíbrio e o controlo postural (Karlsson & Frykberg, 2000). Pode assim definir-se equilíbrio como a capacidade de manter a posição do corpo sobre a sua base de sustentação, em repouso e em movimento, dependendo também da integração de múltiplos sistemas orgânicos (Karlsson & Frykberg, 2000). Outros autores definem equilíbrio como um processo pelo qual os indivíduos mantêm e movem o corpo numa relação específica com o meio que os rodeia. Corresponde a um processo automático e inconsciente que permite resistir aos efeitos da gravidade. Para manter o equilíbrio, há a contribuição de três áreas: a informação proveniente dos sensores do equilíbrio (visual, vestibular e somatossensorial ou proprioceptivo), a integração central no cérebro e a resposta motora (Hobeika, 1999). As três áreas sensoriais referidas são recrutadas pelo próprio corpo de cada indivíduo com o objetivo de regulação do equilíbrio, pois o sistema nervoso central necessita de informações sobre as posições relativas dos segmentos do corpo e da magnitude das forças que atuam sobre ele (Cesari, Shiratori, Olivato, & Duarte, 2001; D. A. Winter et al., 2003).

Nas atividades da vida diária (AVD's) bem como na prática de exercício físico, manter o equilíbrio e o controlo corporal torna-se indispensável para que estas atividades sejam concretizadas com sucesso, sendo dependentes de três sistemas principais: o visual, vestibular e o proprioceptivo. Uma alteração num destes sistemas leva à ocorrência de problemas no processamento do estímulo pelo sistema nervoso central, levando a uma reação alterada por parte do indivíduo, levando a um défice na realização das AVD'S bem como à ocorrência de quedas (D. A. Winter et al., 2003; D. Winter, 1995).

O controlo postural pode ser igualmente definido como a configuração das articulações do corpo, ou seja, representa um conjunto de ângulos que traduzem o arranjo entre os segmentos corporais (M Duarte & Freitas, 2010). Em cada nova postura adotada pelo ser humano, são necessárias novas respostas para que o equilíbrio seja mantido. O equilíbrio estático em pé é definido como a capacidade de manter ou controlar o corpo numa posição fixa em que o centro de massa se mantém dentro da base de apoio sem cair (Cherng, Lee, & Su, 2003). O equilíbrio é essencial para uma postura correta bem como na realização de atividades funcionais, cujo desempenho pode ser seriamente limitado pela instabilidade postural (Villarroya et al., 2012). O controlo postural requer dois processos diferentes: o processo de organização sensorial no qual sistemas sensoriais multimodais, incluindo o visual, o somatossensorial e o vestibular, estão envolvidos e integrados no sistema nervoso central (SNC) bem como o processo de

ajuste motor que é responsável pela execução de respostas adequadas do sistema músculo-esquelético (Villarroya et al., 2012). Sabendo que os indivíduos com T21 apresentam défices no equilíbrio na posição ortostática, torna-se indispensável a realização de programas de reabilitação para melhorar o equilíbrio nesta população (Villarroya et al., 2012).

Os indivíduos com T21 apresentam uma disfunção no controlo postural que é descrito como uma alteração na coordenação motora e na integração sensoriomotora, dificultando-os na adaptação a novos ambientes e tarefas da vida diária, sendo menos capazes de realizar ajustes posturais antecipatórios (Webber et al., 2004). As dificuldades na coordenação motora que estes indivíduos apresentam, resultam do défice na integração sensório- motora, limitações cognitivas ou está diretamente ligado à hipotonia que estes apresentam (Webber et al., 2004).

Durante a posição ortostática são observados padrões de movimento articular que envolvem uma combinação de diferentes estratégias em simultâneo. São consideradas três estratégias para devolver o equilíbrio ao corpo numa determinada postura, das quais duas não envolvem o deslocamento dos pés e uma onde ocorre mudança da base de suporte (Balasubramaniam & Wing, 2002; Marcos Duarte & Zatsiorsky, 2000; D. Winter, 1995). A estratégia de tornozelo controla a oscilação ântero-posterior na posição ortostática imóvel, e responde a pequenas e lentas perturbações, enquanto o sujeito se encontra em pé numa superfície imóvel (Balasubramaniam & Wing, 2002; Horak, 2006). Na estratégia do tornozelo, ocorre uma contração dos extensores do tornozelo que permitem o movimento da perna para trás, da ativação dos flexores do joelho e dos músculos da cintura pélvica que facilitam o restabelecimento da posição do centro de gravidade. Em situações onde ocorrem perturbações mais pronunciadas ou quando os músculos do tornozelo não podem atuar, é a estratégia da anca que vai controlar e restabelecer o centro de gravidade. Esta estratégia é importante para que o centro de gravidade seja restabelecido permitindo controlar as perturbações rápidas e/ou de grande amplitude e consiste em fletir o tronco ao nível da articulação da anca, sem que os pés deixem de contactar com a superfície de suporte (Horak, 2006; D. Winter, 1995). As estratégias do tornozelo e da anca podem ocorrer em simultâneo (D. Winter, 1995). Para além das estratégias referidas anteriormente existe também a estratégia do passo, que é usada para controlar o equilíbrio quando as estratégias locais, como as do tornozelo e da anca não são suficientes para restabelecer o equilíbrio (Balasubramaniam & Wing, 2002). Quando os limites máximos de estabilidade de um indivíduo ou quando a

velocidade de oscilação é tão alta que a estratégia da anca não é suficiente para manter o centro de gravidade dentro dos limites de estabilidade a estratégia do passo é utilizada. Neste caso, pelo menos uma ou várias ações (podendo recorrer mais do que um passo) devem ser realizadas para estabilizar uma nova base de suporte e evitar quedas (Balasubramaniam & Wing, 2002).

A revisão sistemática de Baldan et al (2014) descreveu a importância do contacto da ponta do indicador sobre uma superfície rígida e fixa na melhoria do controlo postural de indivíduos com alterações no equilíbrio. Este efeito é atribuído à informação somatossensorial que ocorre quando existe o toque da ponta do dedo indicador numa superfície externa para manter o equilíbrio. Esta informação é derivada aos mecanorreceptores que existem para além dos recetores cinestésicos que fornecem informação sobre a posição do braço (Baldan, Alouche, Araujo, & Freitas, 2014). Verificou-se que nos indivíduos sem alterações do equilíbrio a oscilação postural durante a posição ortostática é cerca de 1cm na direção ântero-posterior e 0,5 cm na direção médio-lateral. Os estudos que falam da importância do toque suave mostram que 50% da oscilação postural é diminuída com a informação somatossensorial adicional. Os indivíduos com problemas de equilíbrio demonstram um aumento da oscilação postural durante a posição estática quando comparado com os indivíduos saudáveis. Os estudos mostram que os indivíduos com problemas de equilíbrio aplicam tanta força ou mais no toque para se equilibrarem (Baldan et al., 2014). Os estudos elegíveis relatam que os indivíduos com problemas de equilíbrio utilizam a informação somatossensorial adicional do toque leve para reduzir a oscilação postural. Estes efeitos foram observados independentemente da condição visual (com e sem visão), da superfície de apoio (rígida ou espuma) e das diferentes bases de apoio assumidas pelos diferentes participantes (Baldan et al., 2014). No geral, a maioria dos estudos que investiga a trajetória do centro de pressão (CP) durante a posição estática em indivíduos com problemas de equilíbrio, mostram que existe um aumento da oscilação postural quando comparado com os indivíduos saudáveis. Este facto pode ser atribuído a diversos fatores, tais como as alterações que ocorrem no sistema motor, sistema nervoso central e sensorial que levam a que a posição vertical seja mais instável. Outro fator que distingue os participantes dos estudos foi a magnitude da força aplicada na superfície externa, durante a oscilação postural, em que os indivíduos com problemas de equilíbrio exerceram mais força na vertical durante o toque (Baldan et al., 2014). Em suma, os indivíduos com problemas de equilíbrio são capazes de usar a informação somatossensorial proveniente do toque da ponta do dedo numa superfície externa para reduzir a sua oscilação postural. Esta informação é

importante para o controlo postural, especialmente quando os sistemas sensoriais não são funcionais ou totalmente funcionais (olhos fechados ou perdas no sistema vestibular) (Baldan et al., 2014).

### **Alterações no equilíbrio e no controlo postural da população com T21**

O controlo postural é um sistema particularmente complexo que integra vários componentes motores e sensoriais (Isableu & Vuillerme, 2006). A posição dos segmentos corporais em relação a outros segmentos e ao ambiente é dado pelo sistema sensorial, e o sistema motor é responsável pela ativação correta e adequada dos músculos responsáveis pelo movimento (M Duarte & Freitas, 2010).

A T21 afeta vários sistemas, sendo difícil de definir qual a disfunção orgânica específica de todos os problemas de equilíbrio nos indivíduos com T21 (R. L. Carvalho & Almeida, 2009). O equilíbrio é uma das limitações mais afetadas nas pessoas com T21, levando a uma diminuição da capacidade de desempenho das tarefas quando comparados com indivíduos com o mesmo nível de deficiência intelectual. Sabe-se que os indivíduos com T21 apresentam dificuldade na realização do apoio unipedal não conseguindo equilibrar-se mais do que poucos segundos e não são capazes de se manter equilibrados em absoluto de olhos fechados. Os défices no equilíbrio e na coordenação podem ser originados devido às alterações físicas que a população apresenta (baixa estatura, membros e pés curtos e défices na força muscular), bem como às disfunções presentes no Sistema Nervoso Central, demorando mais tempo na adaptação às tarefas do meio que os rodeia e apresentam limitações nos ajustes posturais antecipatórios (Webber et al., 2004). No entanto, não existe um consenso sobre as causas que levam às dificuldades de coordenação motora, podendo dever-se a uma alteração a nível de integração sensoriomotora, aos limites cognitivos ou à hipotonia (Webber et al., 2004). A hipotonia muscular associada a uma hiperflexibilidade articular (afeta todos os indivíduos com T21 em maior ou menor grau) surge primeiramente nos grupos musculares flexores, aparecendo mais tarde nos grupos extensores. Estas alterações podem alterar a capacidade de manter o equilíbrio em pé ou sentado por longos períodos de tempo (Galli et al., 2008).

A capacidade de controlar o equilíbrio é um requisito importante para um correto desempenho das atividades funcionais e uma falha nesse controlo pode limitar o desempenho nas AVD's. Assim torna-se indispensável melhorar o equilíbrio destes indivíduos desde a sua infância, pois quanto mais tarde ocorrer o treino de equilíbrio maiores serão as alterações posturais e mais difícil será a correção da postura na

idade adulta (Cabeza-Ruiz et al., 2011). Assim, é indispensável o treino de equilíbrio, devendo insistir-se no input somatossensorial. É importante realçar que o controlo postural envolve o sistema sensorial bem como o sistema motor, que é responsável pelas respostas coordenadas do sistema músculo-esquelético (Villarroya et al., 2012). Sabe-se que os problemas do sistema motor na população com T21 (redução da força muscular, baixos níveis de massa magra, laxidão ligamentar e hipotonia) podem levar ao défice de equilíbrio. Consequentemente torna-se indispensável que os programas de reabilitação motora desenvolvam o treino da força e coordenação muscular (Rigoldi, Galli, & Albertini, 2011; Villarroya et al., 2012).

Os problemas relacionados com o equilíbrio e marcha são fatores de risco para a ocorrência de quedas. A população com T21 apresentam uma taxa de quedas elevada e consequentemente um risco aumentado de lesões que estão relacionadas com a baixa densidade mineral óssea que eles apresentam (Enkelaar, Smulders, van Schrojenstein Lantman-de Valk, Geurts, & Weerdesteyn, 2012).

Uma das primeiras tentativas de explicar as diferenças do controlo postural dos indivíduos com T21 afirma que eles têm dificuldades na integração de informações sensoriais e que são dependentes da informação visual para manter o equilíbrio (Gomes & Barela, 2007). O sistema visual tem um papel importante na transmissão de informação da posição do corpo no espaço e da rapidez com que se move (Carter, Kannus, & Khan, 2001). Alterações degenerativas oculares que são frequentes em indivíduos com T21 levam à diminuição da acuidade visual, contribuindo para a instabilidade. Uma vez que a visão funciona mais lentamente, quando o indivíduo perde o equilíbrio, os reflexos posturais não reagem rapidamente levando à ocorrência de quedas (Carter et al., 2001).

No estudo realizado por Villarroya et al (2012), verificou-se que existem grandes variações nos diferentes parâmetros posturais tanto nos indivíduos com T21 como nos indivíduos sem T21. Esta variabilidade é atribuída às diferenças individuais na maturação dos elementos responsáveis pelo controlo postural bem como à forma como as pessoas usam a informação dos diferentes sistemas (visual, somatossensorial e vestibular). Os indivíduos com T21 apresentam alterações superiores do centro de pressão a nível ântero-posterior como médio-lateral quando comparados com a população sem esta condição de saúde (Villarroya et al., 2012). O estudo de Galli et al (2008), demonstrou, tendo em conta duas situações diferentes (posição ortostática com os olhos abertos e fechados), que houve maiores oscilações do centro de pressão nos deslocamentos médio-laterais em indivíduos com T21 mas

não houve diferenças significativas nos deslocamentos ântero-posteriores (Villarroya et al., 2012). A cada nova postura adotada pelo ser humano, são necessárias respostas neuromusculares para que o equilíbrio do corpo seja mantido. Como já foi referido anteriormente, o controlo postural refere-se às funções dos sistemas nervoso, sensorial e motor. O sistema sensorial é responsável pela informação sobre a posição dos segmentos corporais em relação a outros segmentos e ao ambiente. O sistema motor é responsável pela ativação correta e adequada dos músculos permitindo a realização dos movimentos pretendidos. No sistema nervoso central, existem informações procedentes do sistema sensorial que envia impulsos nervosos aos músculos originando respostas neuromusculares (M Duarte & Freitas, 2010). Estas respostas são essenciais para garantir que na posição ortostática, com os pés imóveis, a projeção vertical do centro de pressão (CP) do corpo seja mantido dentro da base de sustentação, permitindo estabilidade na realização de diversos movimentos com os segmentos superiores do corpo (M Duarte & Freitas, 2010).

O estudo realizado por Gomes et al (2007) demonstra que o efeito do toque numa superfície estática reduz a oscilação corporal dos indivíduos com T21 nas direções Médio- Lateral (ML) e Ântero-Posterior (AP)), no entanto, é mais eficaz na direção médio-lateral. A informação sensorial fornecida pelo toque é superior à informação visual para reduzir a oscilação postural na direção médio-lateral. Este facto não acontece no sentido AP, pois neste caso, tanto a informação visual como a informação dada pelo toque reduzem de forma semelhante a oscilação do corpo. Neste estudo verifica-se igualmente, que os indivíduos com T21 para diminuírem a oscilação do corpo e melhorarem o controlo postural, aplicam mais força com a ponta do dedo sobre uma superfície estável, para obterem informação sensorial (1,5 N) quando comparados com indivíduos sem T21 (< 0,5N). Assim pode concluir-se que os indivíduos com T21 necessitam de um maior período de tempo de prática para melhorarem os inputs sensoriais e conseqüentemente melhorarem o controlo motor quando comparados com a população sem T21 (Gomes & Barela, 2007).

### **Fisioterapia e treino de equilíbrio na população com T21**

O trabalho do Fisioterapeuta começa desde os primeiros dias de vida nas crianças com T21, uma vez que o sistema músculo-esquelético destas crianças é mais vulnerável (apresentam hipotonia, laxidão ligamentar e hiper mobilidade articular). Devido a estas alterações osteomusculares, as crianças poderão sofrer ao longo da sua vida de problemas a nível ortopédico. Estudos demonstram a importância da

intervenção do Fisioterapeuta nesta população. O estudo realizado por Blanco et al. (2011) teve como principal objetivo avaliar a capacidade de controlo postural de crianças entre os 10 e os 11 anos que foram acompanhadas pelo Fisioterapeuta ao longo dos últimos 4 anos e avaliar o papel da fisioterapia na prevenção de futuras patologias do sistema músculo-esquelético (Caballero Blanco, Moreno Cabezas, Ortiz Garrido, & Marín Padilla, 2011). Após a avaliação do grupo em estudo, verificou-se que as crianças apresentavam deformidades ao nível da coluna vertebral, nomeadamente lordose lombar, bem como uma lordose a nível da cervical. Os indivíduos apresentavam igualmente um calcâneo valgo presente em 92,85% da amostra, bem como encurtamento de isquiotibiais que estava presente em 57,14% dos participantes bem como hiperlaxidão ligamentar que está presente na grande maioria dos indivíduos com T21 (Caballero Blanco et al., 2011). Verifica-se também a existência de alterações no sistema de controlo postural nas diferentes fases do desenvolvimento motor do indivíduo com T21. O tónus postural encontra-se diminuído, influenciando negativamente a co-contracção muscular bem como as reacções de equilíbrio. A falta de controlo postural é agravada pelo feedback proprioceptivo inadequado sobre a postura e movimento e pela hipermobilidade das articulações. Estas alterações levam à exacerbação dos problemas que estes indivíduos apresentam na adoção e manutenção da estabilidade postural durante o movimento. Outras características visíveis nos indivíduos com T21 são as estratégias compensatórias de movimentos e uma falta de variabilidade de padrões de movimento (Lauteslager, Vermeer, & Helders, 1998). Desta forma, a intervenção do Fisioterapeuta torna-se indispensável para diminuir a progressão destas alterações nos indivíduos com T21, permitindo-lhes aumentar a sua qualidade de vida relacionada com a saúde. Vários estudos demonstram que os indivíduos com T21 apresentam um défice na coordenação óculo-manual, nas lateralidades, no controlo viso-motor, do tempo de reacção e défice de força e diminuição do equilíbrio (Tsimaras & Fotiadou, 2004).

No estudo de Gupta et al (2011) foram seleccionados 28 indivíduos com T21 e idade compreendida entre os 7 e os 15 anos. Os participantes do grupo de intervenção realizaram um programa de exercícios que incluiu a realização de exercícios progressivos de resistência para os membros inferiores e exercícios para o treino de equilíbrio durante 6 semanas, 3 vezes por semana. O exercício de fortalecimento muscular iniciou a 50% de 1RM (Gupta, Rao, & S D, 2011). Nos exercícios resistidos foram utilizados pesos livres sendo treinados os flexores, extensores e abdutores da anca, bem como os flexores plantares. Para cada grupo muscular foram realizadas



duas séries de 10 repetições. Foram aumentados 0,5 Kg quando a criança era capaz de realizar as séries com facilidade. Para o treino de equilíbrio foram utilizados exercícios que consistiam em saltos na horizontal, vertical, manter a posição num pé com olhos abertos, um pé à frente do outro (posição tandem), caminhar sobre uma linha, caminhando numa trave de equilíbrio e saltar num trampolim. Cada exercício foi realizado ao longo de 10 repetições e foram aumentadas em cinco repetições quando a criança era capaz de realizar cada atividade com facilidade. O grupo de controlo não realizou qualquer atividade ao longo das seis semanas. No final das seis semanas o grupo de intervenção foi avaliado, através sub-teste de equilíbrio Bruininks Oseretsky Test of Motor Proficiency (BOTMP) (Gupta et al., 2011). No final observou-se que no grupo de intervenção houve um aumento do score da BOTMP em média de 10,50 para 19,50 e aumento da força de todos os grupos musculares em estudo, demonstrando diferenças estatisticamente significativas ( $p < 0,05$ ) entre o grupo de intervenção e de controlo. Pode assim concluir-se que o programa de exercícios utilizado neste estudo ao longo das seis semanas produz resultados estatisticamente significativos (Gupta et al., 2011).

O estudo realizado por Villarroya et al (2013) teve como principal objetivo verificar através de um estudo randomizado controlado, o efeito de uma intervenção de 20 semanas no equilíbrio estático em 30 crianças e adolescentes com T21 e 27 participantes sem T21 numa plataforma vibratória. O efeito das 20 semanas do treino de equilíbrio na plataforma vibratória foi verificado através da análise dos deslocamentos dos centros de pressões no início e no final do estudo (Villarroya, González-Agüero, Moros, Gómez-Trullén, & Casajús, 2013). Os indivíduos foram distribuídos em dois grupos, no qual um deles era constituído por adolescentes com e sem T21 que realizaram o treino de equilíbrio na plataforma vibratória e o outro grupo era constituído igualmente por indivíduos com e sem T21 que não realizaram o treino na plataforma (Villarroya et al., 2013).

Os indivíduos pertencentes ao grupo de intervenção (com a plataforma vibratória) realizaram o treino três vezes por semana. O equilíbrio de cada participante foi avaliado no início do treino e no final da intervenção através de uma plataforma de forças que permite recolher o deslocamento do centro de pressão. Os participantes mantiveram a posição durante 30 segundos e cada um realizou dois ensaios sobre quatro condições de testes de equilíbrio nomeadamente: (C1) -Olhos abertos e pés juntos, (C2) - olhos fechados e pés juntos, (C3) - olhos abertos e pés lado a lado e (C4) - olhos fechados e pés lado a lado (Villarroya et al., 2013). Foi pedido aos

participantes para olharem para um quadro a 1,5m que se situa ao nível dos olhos do participante. Para o estudo do equilíbrio, os parâmetros posturais com base nas oscilações do centro de pressão (ânterior/posterior e médio lateral e alteração da velocidade média do centro de pressão) e os ratios dos parâmetros posturais das quatro condições foram calculados. Após o treino na plataforma vibratória não foram verificadas diferenças significativas em nenhum dos parâmetros entre o grupo de intervenção e o grupo de controlo. No entanto verificou-se uma diminuição dos valores médios dos parâmetros posturais analisados sobre C4, com diferenças significativas na velocidade de excursão medial e lateral do centro de pressão e na velocidade média do centro de pressão. Foi igualmente observado uma diminuição no rácio C4/C1 na velocidade média nos indivíduos com T21 (Villarroya et al., 2013).

No estudo realizado por Cimolon et al (2011), o principal objetivo foi comparar quantitativamente o controlo postural em adultos com trissomia T21 e Prader-Willi (PWS), avaliando as trajetórias do centro de pressão e de alguns parâmetros com base na análise no domínio do tempo, como a excursão do centro de pressão na direção medio-lateral e ântero-posterior e no comprimento da trajetória do centro de pressão. Foram selecionados 12 indivíduos adultos com PWS e 19 com T21 tendo em conta a idade, altura, peso e índice de massa corporal ( $\text{Kg/m}^2$ ) (Cimolin et al., 2011). A avaliação postural foi realizada em ambos os grupos com a plataforma de força integrada por um sistema de vídeo. Os indivíduos foram orientados a colocarem-se em pé na plataforma durante 30 segundos com os olhos abertos, olhando para um círculo preto de seis centímetros, posicionado a uma distância de 1,5 cm. Em cima da plataforma, os indivíduos foram instruídos a colocar os braços ao lado do corpo e os pés foram colocados num ângulo de  $30^\circ$  em relação à posição ântero-posterior. Para evitar qualquer aprendizagem ou fadiga dos participantes, foi efetuado apenas um ensaio no estudo. Os outputs da plataforma de força permitiram calcular a série temporal na direção A/P e M/L. o primeiro intervalo de 10 s foi eliminado, de modo a evitar a fase de transição para atingir o equilíbrio. Todos os valores foram normalizados para a altura do participante e ao seu comprimento do pé (expressa em mm). O comprimento do pé pequeno é uma das características típicas dos indivíduos com T21. Demonstrou-se que a base de suporte, calculada a partir do comprimento do pé, é uma das variáveis biomecânicas relevantes na análise postural (Cimolin et al., 2011).

Os resultados entre os indivíduos com PWS e SD apenas foram diferentes no deslocamento ântero-posterior, levando a diferenças significativas no deslocamento do

centro de pressão. Os resultados do estudo confirmam relatos anteriores sobre a capacidade reduzida de manter o centro de pressão dentro da base de apoio dos grupos com PWS e SD (Cimolin et al., 2011).

O estudo realizado por Szymanska et al (2012) avaliou o impacto de exercícios com o uso de superfícies instáveis sobre o nível de equilíbrio estático em pessoas com deficiência intelectual leve. Foram realizados dois ensaios onde os participantes estavam em apoio unipedal com os olhos abertos e fechados. Este ensaio permitiu observar mudanças no uso de informações dos recetores profundos de sensibilidade para manter a posição estática do corpo. O principal objetivo do estudo foi mostrar se os exercícios sensoriomotores melhoraram a qualidade da sensibilidade profunda nos jovens com deficiência intelectual e se seria vantajoso participarem no programa de treino de equilíbrio. No estudo participaram 40 pessoas com T21, com deficiência intelectual leve e com idades compreendidas entre os 16 e os 18 anos (Jankowicz-Szymanska, Mikolajczyk, & Wojtanowski, 2012). Foram recolhidas informações num questionário com dados sociodemográficos com informação sobre o peso, altura e índice de massa corporal. O equilíbrio estático foi avaliado empregando o *Emi duo balance* onde o indivíduo estava na posição unipedal com o pé escolhido pelo indivíduo em estudo, primeiro com os olhos abertos e depois fechados. O deslocamento do centro de gravidade em 30s foi calculado com o indivíduo colocado sobre a plataforma situada no chão, sendo o resultado gravado em milímetros. Estimou-se igualmente a percentagem de tempo em que o centro de gravidade do indivíduo se manteve na posição vertical dentro de um círculo com um raio de 13 mm numa plataforma (Jankowicz-Szymanska et al., 2012). Após a avaliação inicial os indivíduos foram divididos em dois grupos, cada grupo com 20 indivíduos. O primeiro grupo realizou um programa que visava melhorar o equilíbrio durante 12 semanas consecutivas, com duas sessões semanais. Cada sessão teve a duração de 45 min e consistia em exercícios de reabilitação que englobaram bolas, almofadas de ar, exercícios de equilíbrio em pé e caminhar em superfícies com diferentes estruturas e níveis de estabilidade. Após 3 meses de treino foi realizado novamente a avaliação com os mesmos métodos que foram utilizados inicialmente. O outro grupo de 20 participantes não realizou o treino de equilíbrio (Jankowicz-Szymanska et al., 2012). Nas pessoas com T21 a visão é essencial para que os indivíduos consigam estabilizar o corpo no espaço. Neste estudo concluiu-se que exercícios que promovem sistematicamente as capacidades sensório- motoras favorecem o equilíbrio estático nas pessoas com deficiência intelectual leve. Os exercícios em superfícies instáveis melhoram a sensibilidade profunda de jovens com deficiência intelectual e

consequentemente foi verificado um melhor desempenho no teste da plataforma de equilíbrio num ensaio onde os indivíduos estavam com os olhos fechados. Desta forma, sugere-se que os exercícios sensoriomotores devem ser um complemento aos programas de reabilitação de pessoas com alterações no desenvolvimento intelectual, levando a uma melhoria no desempenho físico global e melhoria na sua qualidade de vida (Jankowicz-Szymanska et al., 2012).

No estudo de Park (2014), participaram 10 adolescentes com T21 com uma média de 14,89 anos. O principal objetivo foi examinar a influência do treino numa plataforma oscilatória (“wobble board”) no equilíbrio estático (com os olhos abertos e fechados) de indivíduos com T21. Antes de iniciar o treino na plataforma vibratória, foi solicitado aos participantes que mantivessem a posição estática com pés descalços, olhos abertos e posteriormente com os olhos fechados. Os participantes tiveram de olhar para um círculo de 6 cm que foi colocado a uma distância de 1,5m dos olhos. Os indivíduos que não são capazes de manter a posição estática durante 36s foram excluídos. Para participarem no treino com a plataforma oscilatória foi pedido aos participantes que mantivessem a posição estática o maior tempo possível. Cada ensaio na plataforma teve a duração de 5 min e no total foram realizados três ensaios na plataforma de equilíbrio. Após a realização do treino na plataforma foi repetida a tarefa de estar na posição de pé com os olhos abertos e fechados (Park, 2014). Os resultados demonstram que os treinos na plataforma oscilatória permitiram melhorar a função proprioceptiva dos indivíduos, melhorando o equilíbrio estático nos adolescentes com T21 (Park, 2014).

### **Dispositivos para a medição do equilíbrio**

As medidas mais recentes para avaliar a oscilação postural estão relacionadas com o centro de pressão (CP). Nos últimos anos, estudos sobre o centro de pressão (CP) têm emergido como forma de indireta de compreender o controlo neuromuscular do equilíbrio (Cabeza-Ruiz et al., 2011). Este representa uma média de todas as pressões exercidas sobre a superfície da área de contato com o solo (Cabeza-Ruiz et al., 2011).

As condições de equilíbrio do corpo dependem das forças e momentos das forças (torque) aplicados sobre ele. Podemos considerar que um corpo se encontra em equilíbrio mecânico quando a somatória das forças ( $F$ ) e momentos de força ( $M$ ) que agem sobre ele é igual a zero ( $\Sigma F=0$  e  $M=0$ ). As forças que agem sobre o corpo podem ser classificadas em forças internas e externas. As forças externas mais comuns que atuam sobre o corpo humano são denominadas por força gravitacional

(sobre todo o corpo) e a força de reação do solo que atua sobre os pés durante a posição ortostática. Relativamente às forças internas são perturbações fisiológicas (por exemplo batimento cardíaco e a respiração) ou perturbações fisiológicas geradas pela ativação dos músculos necessários para a manutenção da postura e realização dos movimentos do próprio corpo (M Duarte & Freitas, 2010).

A análise dos domínios de tempo e frequência de dados do centro de pressão obtidos nos indivíduos pela plataforma de força tem sido usado em várias ocasiões para analisar populações saudáveis, bem como populações diagnosticadas com patologia. Estudos sobre o equilíbrio de indivíduos com T21 utilizando este método concluíram que esta população apresenta controlo motor deficiente quando comparado com indivíduos sem T21 (Cabeza-Ruiz et al., 2011). O equilíbrio na posição ortostática e o controlo postural são frequentemente avaliados por meio de informações do centro de pressão, obtidas a partir de dados recolhidos na plataforma de força (Webber et al., 2004).

Um caso particular da aplicação deste tipo de tecnologia é a plataforma *Physiosensing*, sendo um dispositivo que promove um feedback visual em tempo real, permitindo ao indivíduo ajustar a sua posição corporal, funcionando como um instrumento de avaliação e treino de equilíbrio. É constituído por uma cadeira, por uma plataforma para os pés e um monitor com feedback visual. O assento encontra-se dividido em dois quadrantes independentes enquanto a plataforma é dividida em quatro quadrantes independentes, que permite a distinção da distribuição da carga no plano sagital como no plano frontal. Existe também a possibilidade de avaliar o controlo na distribuição da carga exercida pelo indivíduo simultaneamente nos dois planos. A avaliação do equilíbrio através deste equipamento consiste na comparação em tempo real da quantidade de força exercida em cada plano e verificar se esta distribuição se encontra dentro da margem de tolerância definida previamente. É graças a este biofeedback visual em tempo real que o utilizador tem a possibilidade de corrigir imediatamente a sua distribuição da carga.



## CAPÍTULO III - OBJETIVOS DO ESTUDO

Com o presente estudo pretendeu-se contribuir para o desenvolvimento de um programa de curta duração temporal do treino de equilíbrio com 'feedback' visual em pessoas adultas com T21, em contexto do dia-a-dia dos indivíduos, e cujos exercícios são realizados com poucas repetições e com curta duração na mesma sessão, e com baixa frequência semanal. A literatura sugere que estas características poderão contribuir para uma adesão mais elevada nesta população a programas de atividade física.

### **Objetivo principal**

O objetivo principal de investigação consistiu em testar a eficácia de um programa de treino do equilíbrio utilizando feedback visual em pessoas adultas com T21, cuja aplicação temporal é de curta duração e é realizada em contexto do dia-a-dia dos indivíduos. Avaliou-se o impacto da intervenção a curto prazo.

### **Objetivos específicos**

O desenvolvimento deste estudo foi orientado pelos seguintes objetivos específicos:

- (i) Elaborar um programa de treino de equilíbrio com feedback visual utilizando a plataforma *Physiosensing*, destinado a pessoas adultas com T21, cuja implementação seja possível nos contextos do dia-a-dia desta população.
- (ii) Avaliar a eficácia deste programa de treino numa amostra de pessoas adultas com T21, frequentadores dos serviços de apoio a esta população em respostas sociais da região centro de Portugal.
- (ii) Utilizar os resultados obtidos para propor estratégias de implementação de programa de treino de equilíbrio em pessoas com T21.





## CAPÍTULO IV - MATERIAL E MÉTODOS

### Participantes

Foram recrutados 23 participantes da região Centro de Portugal nos centros de atividades ocupacionais (CAO) da Associação Portuguesa de Pais e Amigos do Cidadão com Deficiência Mental de Coimbra (APPACDM – Coimbra) e da Associação para a Recuperação de Cidadãos Inadaptados da Lousã (ARCIL).

Foram considerados elegíveis os clientes com diagnóstico de T21, maiores de 18 anos, que realizassem marcha independente durante pelo menos 10 min (na CIF: d4500.0 ou d4500.1), que compreendessem mensagens orais (na CIF: d310.0 ou d310.1) e realizassem tarefas simples (na CIF: d2100.0 ou d2100.1). Foram excluídos indivíduos com deficiência intelectual severa, epilepsia não controlada, baixa visão e que utilizassem auxiliares de marcha.

### Desenho e fases do estudo

O presente documento descreve um estudo quasi-experimental, dado que se realizou uma intervenção onde os participantes não foram aleatorizados em relação ao grupo experimental ou de controlo, ao qual foram alocados. Não foi realizada qualquer ação de mascaramento dos participantes nem das medições realizadas.

O estudo desenvolveu-se em três fases. Na fase I, foram realizadas as atividades de (i) avaliação do equilíbrio através da plataforma *Physiosensing*, EEB e Plataforma de Força (Bertec FP4060-08) no grupo de controlo (ii) avaliação do equilíbrio através da *Physiosensing*, EEB e Plataforma de Forças (Bertec FP4060-08) no grupo experimental; (iii) recolha de informação sociodemográfica. Na fase II, realizaram-se as atividades de (iv) treino de equilíbrio do grupo experimental na plataforma *Physiosensing*. Na última fase foram repetidas as atividades da fase I, à exceção da recolha de informação sociodemográfica.

As várias fases do estudo realizaram-se em meio natural e familiar aos participantes, nos dois locais seleccionados por conveniência: os Centros de Atividades Ocupacionais da APPACDM de Coimbra e da ARCIL.

## Hipótese do estudo

A hipótese considerada neste trabalho foi: há melhoria nas funções do equilíbrio, no grupo experimental em relação ao grupo de controlo, como consequência do programa de exercícios realizado com feedback visual, traduzido numa diferença estatisticamente significativa, entre os momentos de avaliação inicial e final, dos resultados na EEB, nos exercícios proporcionados na plataforma de forças *Physiosensing* e na plataforma de forças Bertec FP4060-08, avaliados através da deslocação do Centro de Pressão no plano sagital e no plano frontal e da respetiva velocidade média.

## Procedimentos e instrumentos de medição

Tendo em conta os critérios de inclusão e exclusão predefinidos, foram identificados os potenciais participantes e procedeu-se ao convite dos participantes e ao pedido de autorização aos representantes legais através do envio dos respetivos documentos (ofício institucional, carta informativa e consentimento informado), de acordo com as boas práticas de desempenho profissional e ético.

Os dados sociodemográficos foram obtidos através do processo institucional de cada participante. A recolha dos restantes dados foi realizada pela investigadora principal, que recebeu formação para o manuseamento do equipamento *Physiosensing* e da Plataforma de Forças (Bertec FP4060-08). Foi elaborado um protocolo para a recolha de dados no qual constam todos os procedimentos a ter em conta durante a avaliação e durante o programa de exercícios de treino do equilíbrio com feedback visual (apêndice I).

A avaliação do equilíbrio foi realizada aos 23 indivíduos (12 grupo de controlo e 11 grupo experimental), através da *Physiosensing*, EEB e Plataforma de Forças (Bertec FP4060-08). O momento inicial de avaliação (T0) ocorreu nas duas semanas imediatamente anteriores ao início do programa de exercícios de treino do equilíbrio com feedback visual. O momento de avaliação final (T1) ocorreu na semana imediatamente a seguir ao final do referido programa.

A avaliação iniciava-se na plataforma Bertec FP4060-08, solicitando aos participantes para permanecerem em pé com os braços juntos ao corpo, sobre a plataforma de forças durante 15 segundos, para efetuar a recolha de dados relativa ao equilíbrio na posição estática. Os indivíduos deveriam fixar com o olhar um quadro que se situava a 1,5m de distância, no decorrer da captação de dados pela plataforma. Cada recolha foi

efetuada apenas uma vez para cada um dos momentos (T0 e T1). Desde que os membros inferiores estivessem 'lado-a-lado' e que a base de sustentação não excedesse a largura dos ombros, os participantes foram livres de selecionar a posição mais confortável.

O grupo experimental realizou igualmente uma avaliação inicial (T0) no *physiosensing* com uma margem de tolerância de 5% e cada exercício teve a duração de 15 segundos.

Na avaliação foram selecionados os exercícios de alinhamento do centro de massa, que englobam exercícios no plano sagital, na posição de sentado (exercício sagital 1 e 2) e em pé (exercício sagital 3); no plano frontal, o exercício ântero-posterior realizado na posição de pé, exige o alinhamento do centro de massa no plano frontal e o exercício global também realizado na posição de pé e engloba o alinhamento do centro de massa no plano sagital e frontal. Em todos os exercícios de alinhamento do centro de massa, o principal objetivo é atingir a posição de equilíbrio o maior tempo possível durante 15 segundos. Na transferência de carga englobam-se os exercícios das lateralidades que são realizados na posição de sentado (exercícios lateralidade 1 e 2) e em pé (exercício lateralidade 3), com transferência de carga no plano sagital; o exercício ântero-posterior permite a transferência da carga no plano frontal na posição de pé. Todos os exercícios de transferência de carga promovem a transferência do peso do corpo registrando os máximos alcançados ao longo dos 15 segundos. O exercício dos membros inferiores tem como objetivo transferir o peso que o corpo está a exercer na cadeira, o mais possível para os membros inferiores posicionados na plataforma sem se levantar. É registado o peso máximo alcançado durante os 15 segundos. Por último, o exercício levantar e sentar contempla o padrão de movimento na ação de levantar e sentar, analisando de que forma o peso dos membros inferiores se distribui em tempo real, na ação de levantar e sentar, quantificando a diferença entre eles.

O treino de equilíbrio na *Physiosensing* realizado pelo grupo experimental foi procedido por um período de familiarização não superior a 15 minutos, aplicável a todos os participantes. Este grupo realizou o plano de intervenção com duração de 6 semanas, periodicidade de 2 vezes por semana, sendo cada exercício repetido 3 vezes. Os participantes realizaram os exercícios com uma margem de tolerância de 5%, com duração de 15 segundos cada exercício. Os exercícios selecionado na *Physiosensing* foram os mesmos que na avaliação com exceção dos exercícios levantar e sentar, uma vez que alguns participantes não são capazes de se levantar sem apoio dos

braços na cadeira e do exercício global devido à dificuldade de compreensão do exercício. Cada pessoa do grupo experimental realizou 12 sessões de treino de equilíbrio na plataforma *Physiosensing*, perfazendo um total de 324 exercícios no final das 6 semanas.

O grupo de controlo não realizou qualquer treino de equilíbrio ao longo das 6 semanas.

### **Questionário de dados sociodemográficos e clínicos**

Foi utilizado para recolha dos dados sociodemográficos e clínicos um formulário que contemplou as seguintes variáveis: idade, género, altura, peso, índice de massa corporal, classificação da deficiência intelectual<sup>1</sup>, défices na visão e medicação.

### **Escala de Equilíbrio de Berg**

A escala de equilíbrio de Berg (EEB) é considerada por alguns autores como um instrumento de medição com grande aplicabilidade na avaliação do equilíbrio e risco de queda em adultos com deficiência intelectual (Enkelaar, Smulders, van Schrojenstein Lantman-de Valk, Weerdesteyn, & Geurts, 2013; Hilgenkamp, van Wijck, & Evenhuis, 2010; Oppewal, Hilgenkamp, van Wijck, & Evenhuis, 2013; Oppewal, Hilgenkamp, van Wijck, Schoufour, & Evenhuis, 2014).

A EEB utilizada neste estudo é a versão validada para a população portuguesa que avalia o equilíbrio em 14 itens envolvendo tarefas funcionais específicas em diferentes bases de apoio (AP. Santos, NC. Ramos, PC. Estevão, AMF. Lopes, 2005).

Esta escala foi validada para a população portuguesa e apresenta uma excelente fiabilidade inter-observador ( $n=20$ ,  $r=0.94$  e  $n=33$ , Kendall= $0.88$  a  $0.82$ ) (AP. Santos, NC. Ramos, PC. Estevão, AMF. Lopes, 2005).

As tarefas envolvem o equilíbrio estático e dinâmico tal como alcançar, girar, transferir-se, permanecer em pé e levantar-se. Cada item apresenta uma escala ordinal com 5 possibilidades de resposta, que recebem uma pontuação de 0 (não consegue executar) a 4 (execução normal), em função do desempenho de cada pessoa, e o score total é de 56 pontos. Para a realização deste teste são apenas necessários um cronómetro, uma régua, duas cadeiras (com e sem braços) e um banco como equipamentos e demora cerca de 15 a 30 min a administrar. O resultado entre 0 a 20 pontos representa um elevado risco de quedas, entre 21 e 40 pontos representa um

---

<sup>1</sup> Determinada através da escala de comportamento adaptativo de Vineland (ECAV) efetuada pelas instituições.

médio risco de queda e por último um resultado entre 41 e 56 pontos demonstra um baixo risco de quedas (Berg, Wood-Dauphinee, Williams, & Maki, 1992).

### **Plataforma de Força Bertec**

A plataforma de forças utilizada foi a Bertec FP4060-08 e teve como objetivo medir a deslocação do Centro de Pressão (CP) dos indivíduos com T21. Esta plataforma está ligada a um amplificador neste caso genérico, com ganhos predefinidos e uma frequência de amostragem de 100Hz que se encontra ligada a um conversor analógico- digital de 16 bits.

Este equipamento consiste numa placa sobre a qual se encontram alguns sensores de força do tipo célula de carga ou piezoelétrico (M Duarte & Freitas, 2010).

Esta plataforma mede as três componentes de força de reação do solo (FRS). Cada um dos quatro sensores de força regista a força aplicada nas direções ântero-posterior (X), médio-lateral (Y) e vertical (Z). A partir das componentes da FRS e das componentes do momento de força (Mx, My e Mz) é possível obter o centro de pressão (CP) que é o ponto de aplicação da resultante das forças verticais que atuam sobre a superfície de suporte. Os dados do CP referem-se a uma medida de posição definida por duas coordenadas na superfície da plataforma. Essas duas coordenadas são identificadas relativamente à orientação do indivíduo que se encontra sobre a plataforma: na direção ântero-posterior (a-p) e direção médio-lateral (m-l) (Barela and Duarte 2011; M Duarte and Freitas 2010). A calibração da plataforma de forças antecede a sua utilização (Barela & Duarte, 2011).

À medida que se pisa a plataforma de forças, a força aplicada sobre ela é detetada pelos sensores e os sinais elétricos são amplificados e captados por um software (Bertec Acquire 4), que fornece todos os dados obtidos para posterior análise. A comunicação entre os dois equipamentos é feita por meio de dois cabos elétricos que são essenciais para a avaliação (Barela & Duarte, 2011). Durante a recolha de dados é importante observar a posição do pé, ou seja, observar se o pé está totalmente apoiado sobre a plataforma de força. O uso de uma posição confortável para o participante é uma opção, não devendo a distância entre os pés ultrapassar a largura dos ombros (M Duarte & Freitas, 2010). A força resultante será sempre a mesma independentemente da localização dos pés na plataforma. Para que seja possível comparar os dados obtidos pela plataforma de força entre os diferentes indivíduos é necessário normalizar a amplitude desses dados. A normalização pode ser feita através do resultado obtido por um indivíduo dividindo pelo seu peso corporal (Barela

& Duarte, 2011). Durante a avaliação do controlo postural é pedido ao participante para fixar o olhar num ponto fixo na parede situado à altura dos olhos de cada participante (a um metro de distância) (M Duarte & Freitas, 2010).

Este instrumento é um meio para mensurar as oscilações do centro de pressão que traduzem as alterações ao nível do equilíbrio, pois é um sistema estandardizado para avaliar o equilíbrio e o controlo postural na posição de pé (Barela & Duarte, 2011).

### ***Physiosensing***

É composto por uma cadeira (Mégara), plataforma (Hércules) e o display com o *software Physiosensing*, que promove um feedback visual em tempo real, permitindo ao participante um ajuste da sua posição corporal. O assento da cadeira encontra-se dividido em dois quadrantes independentes permitindo determinar exatamente a distribuição da força nos quadrantes esquerdo e direito. A plataforma é dividida em quatro quadrantes independentes, que permite não só determinar a carga no plano sagital como também no plano frontal. Permite também a avaliação global do equilíbrio que corresponde à distribuição uniforme da carga exercida pelo cliente nos dois planos simultaneamente.

A avaliação do equilíbrio através deste equipamento consiste na comparação em tempo real da quantidade de força, em quilogramas, exercida em cada plano e verificar se esta distribuição se encontra dentro da tolerância, em percentagem do peso do indivíduo, definida previamente, ou seja, a percentagem de tempo que o indivíduo se mantém dentro dos limites de tolerância definidos. O movimento “levantar e sentar” é uma exceção à regra pois a diferença de carga realizada pelo membro inferior esquerdo e direito é calculada instantaneamente a partir do momento em que o indivíduo se levanta até que se sinta.

A *Physiosensing* permite também a avaliação da distribuição de carga no plano sagital na posição de sentado e pé tendo como referência uma posição mediana; no plano frontal na posição de pé; simultaneamente no plano sagital e frontal na posição de pé; a transferência de carga para os membros inferiores no levante; a transferência de carga no plano sagital na posição de sentado e em pé, levada aos extremos do controlo postural; e a distribuição de carga nos membros inferior direito e esquerdo na passagem da posição de sentado para a posição de pé e vice-versa.

A Fiabilidade e validade da *Physiosensing* na avaliação do equilíbrio em Pessoas com deficiência intelectual já foram testadas.

Para o grupo experimental (GE) foram recrutados 47 indivíduos com deficiência intelectual e para o grupo de controlo (GC) 39 indivíduos sem deficiência intelectual. A avaliação da fiabilidade incluiu a análise da concordância entre observadores, reprodutibilidade a nível temporal e consistência interna. A análise fatorial exploratória analisou os pressupostos de subdomínios propostos pelos autores. A validade discriminante foi analisada através da comparação de resultados entre o GE e o GC e a validade concorrente foi através da análise de valores de associação entre os resultados da *Physiosensing* e da escala de equilíbrio de Berg (EEB) (Fernando, 2014).

De modo a averiguar a fiabilidade do instrumento testou-se a concordância entre observadores com 30 indivíduos do grupo experimental em todos os exercícios dos parâmetros relativos ao alinhamento do centro de massa e à transferência de carga, sendo que apenas se observam valores estatisticamente significativos ( $p < 0,01$ ) nos exercícios ântero-posterior (CCI = 0,548; IC95%=[0,089-0,781]), levantar e sentar (CCI = 0,609; IC95%=[0,187-0,813]), lateralidade 1 esquerda (CCI = 0,665; IC95%=[0,308-0,838]), lateralidade 1 direita (CCI = 0,665; IC95%=[0,312-0,839]) e lateralidade 2 direita (CCI = 0,614; IC95%=[0,211-0,814]).

Na reprodutibilidade os resultados mostram-se bastante consistentes, evidenciando Coeficientes de Correlação Intraclasse (CCI) muito bons na maioria dos exercícios. Destacam-se apenas 2 exercícios com resultados menos satisfatórios a este nível: lateralidade 1 esquerda (CCI = 0,396; IC95%=[0,093-0,665]) e lateralidade 2 esquerda (CCI = 0,250; IC95%=[0,363—0,585]). O subconjunto de exercícios relacionados com a transferência de peso lateralmente (TPL) apresentou resultados mais elevados a nível de concordância entre observadores ( $0,40 \leq \text{CCI} < 0,75$ ) e na reprodutibilidade temporal (CCI  $\geq 0,75$ ) (Fernando, 2014).

A consistência interna da *Physiosensing* foi analisada através do coeficiente *Alfa de Cronbach*, tendo sido estimado um valor de  $\alpha=0,629$ . O instrumento apresenta uma consistência interna fraca ( $\alpha=0,63$ ) quando considerados todos os exercícios, tendo-se obtido o melhor resultado para o subconjunto de exercícios TPL ( $\alpha=0,81$ ). A análise fatorial exploratória devolveu quatro fatores, explicando 76,4% da variância, agrupando no primeiro fator o subconjunto de exercícios TPL. Foram encontradas diferenças estatisticamente significativas entre os resultados dos participantes com e sem deficiência intelectual, em dez dos onze exercícios que compõem a configuração da plataforma. Seis exercícios, que incluem os exercícios TPL, apresentam valores de associação estatisticamente significativos com a EEB (Fernando, 2014).

## **Questões éticas**

Os participantes do estudo foram selecionados após análise dos critérios de inclusão e exclusão, autorização da realização do estudo pelo conselho diretivo das instituições supramencionadas e com o consentimento livre e informado assinado pelos responsáveis legais dos intervenientes, que receberam todas as informações sobre o estudo. O estudo foi realizado pela investigadora nas instituições onde se encontram os indivíduos não sendo necessário deslocarem-se para outros locais para participarem no estudo. Aos indivíduos com T21 foi igualmente explicado toda a dimensão do estudo sendo a participação de todos de livre e espontânea vontade e foram informados que poderiam abandonar o estudo a qualquer momento. Foi também garantido o anonimato dos participantes e a confidencialidade dos dados recolhidos.

## **Análise estatística**

Para a análise dos dados, utilizou-se estatística descritiva e estatística inferencial.

Na estatística descritiva foi calculada a frequência absoluta e relativa de variáveis categóricas ou nominais, e a média e desvio-padrão para variáveis intervalares ou contínuas quando a análise dos pressupostos de normalidade se confirmaram. Em alternativa foram calculadas a mediana e os interquartis. A comparação entre proporções foi realizada através da análise do teste exato de Fisher e para a comparação de médias entre grupos quando as variáveis eram intervalares ou contínuas o teste t de Student, desde que o pressuposto de normalidade fosse verificado. A estatística inferencial foi utilizada para o tratamento das variáveis dependentes em função das variáveis independentes, a ANOVA mista de 2 fatores, quando os pressupostos em relação à esfericidade, homogeneidade de variâncias e normalidade se confirmaram. Em alternativa, foram realizados os testes estatísticos não paramétricos para a comparação de médias entre os dois momentos de avaliação, separadamente para cada um dos grupos, através do teste de Wilcoxon e para comparação entre os grupos em cada momento de avaliação o teste de Mann-Whitney.

O nível de significância estabelecido foi  $\alpha = 0,05$ . A conversão dos valores da plataforma Bertec foi realizada com o Software Matlab 13.0, através de uma macro configurada e cedida para o efeito. Para a análise estatística das variáveis do estudo foi utilizado o programa estatístico Statistical Package for the Social Sciences (SPSS), versão 20.



## CAPÍTULO V - RESULTADOS

Participaram neste estudo 14 indivíduos do sexo feminino (seis no grupo experimental) e 9 do sexo masculino (cinco no grupo experimental). A média de idades no grupo experimental é ligeiramente mais elevada ( $M=39,3$  anos,  $dp= 10,22$ ) do que no grupo de controlo ( $M=35,4$  anos,  $dp=9,38$ ), não sendo a diferença estatisticamente significativa ( $p=0,356$ ) - Tabela 1. O intervalo de idades para o grupo experimental situa-se entre os 24 e os 53 anos, enquanto no grupo de controlo o mesmo intervalo situa-se entre os 18 e os 51 anos.

**Tabela 1- Caracterização dos participantes (n=23).**

<b>Características</b>	<b>Grupo experimental (n=11)</b>	<b>Grupo Controlo (n=12)</b>	<b>valor de prova</b>
Idade (anos), ( <i>média ± dp</i> )	39,3 ± 10,22	35,4 ± 9,38	0,356 <sup>a</sup>
Sexo, <i>n</i> (%)			
feminino	6 (54,5)	8 (66,7)	0,680 <sup>b</sup>
masculino	5 (45,5)	4 (33,3)	
IMC (Kg/m <sup>2</sup> ), ( <i>média ± dp</i> )	30,6 ± 4,74	30,3 ± 6,35	0,888 <sup>a</sup>
CDI, <i>n</i> (%)			
leve	2 (18,2)	3 (25,0)	1,000 <sup>b</sup>
moderada	9 (81,8)	9 (75,0)	
Localidade, <i>n</i> (%)			
Coimbra	7 (63,6)	4 (33,3)	0,220 <sup>b</sup>
Lousã	4 (36,4)	8 (66,7)	
Visão, <i>n</i> (%)			
com óculos	3 (27,3)	2 (16,7)	0,640 <sup>b</sup>
sem óculos	8 (72,7)	10 (83,3)	
Medicação, <i>n</i> (%)			
sim	5 (45,5)	7 (58,3)	0,684 <sup>b</sup>
não	6 (54,5)	5 (41,7)	

dp\_ desvio padrão; CDI: classificação da deficiência intelectual; IMC: índice de massa corporal  
<sup>a</sup> teste t student; <sup>b</sup> teste exato de Fisher

Dos 11 participantes do grupo experimental, 2 (18,2%) apresentam DI leve e 9 (81,8%) DI moderada. O índice de massa corporal é superior no grupo experimental ( $30,6 \pm 4,74$ ) comparativamente ao grupo de controlo ( $30,3 \pm 6,35$ ). Não há diferenças estatisticamente significativas entre os grupos para o sexo, idade, IMC, visão e uso de medicamentos ( $p=0,05$ ) - Tabela 1.

## Resultados na Escala de Equilíbrio de Berg

Na avaliação do Equilíbrio através da EEB verificou-se que a pontuação média do grupo experimental no momento inicial foi de 48,6 pontos, havendo um aumento da média para 50,8 pontos no final do plano de intervenção - Tabela 2.

**Tabela 2 – Resultados da análise da ANOVA para amostras repetidas para dois fatores para a Escala de Equilíbrio de Berg (EEB).**

	Grupo experimental (n=11)		Grupo Controlo (n=12)		Tempo		tempo x grupo	
	Inicial	Final	Inicial	Final	F (1,21)	valor de prova	F (1,21)	valor de prova
EEB, média (dp)	48,6 (3,91)	50,8 (3,60)	49,7 (3,63)	49,8 (3,70)	42,4	<0,001	36,4	<0,001

No grupo de controlo os valores obtidos foram muito semelhantes nos dois momentos de avaliação.

Diferenças estatisticamente significativas verificaram-se no tempo de aplicação da escala nos dois momentos, bem como na interação entre o tempo e os grupos ( $p<0,001$ ). A avaliação do efeito entre grupos não foi estatisticamente significativa –  $F(1,21)=0,00$ ,  $p=0,990$ .

## Resultados na *Physiosensing*

Os resultados obtidos através da *Physiosensing* são apresentados na Tabela 3.

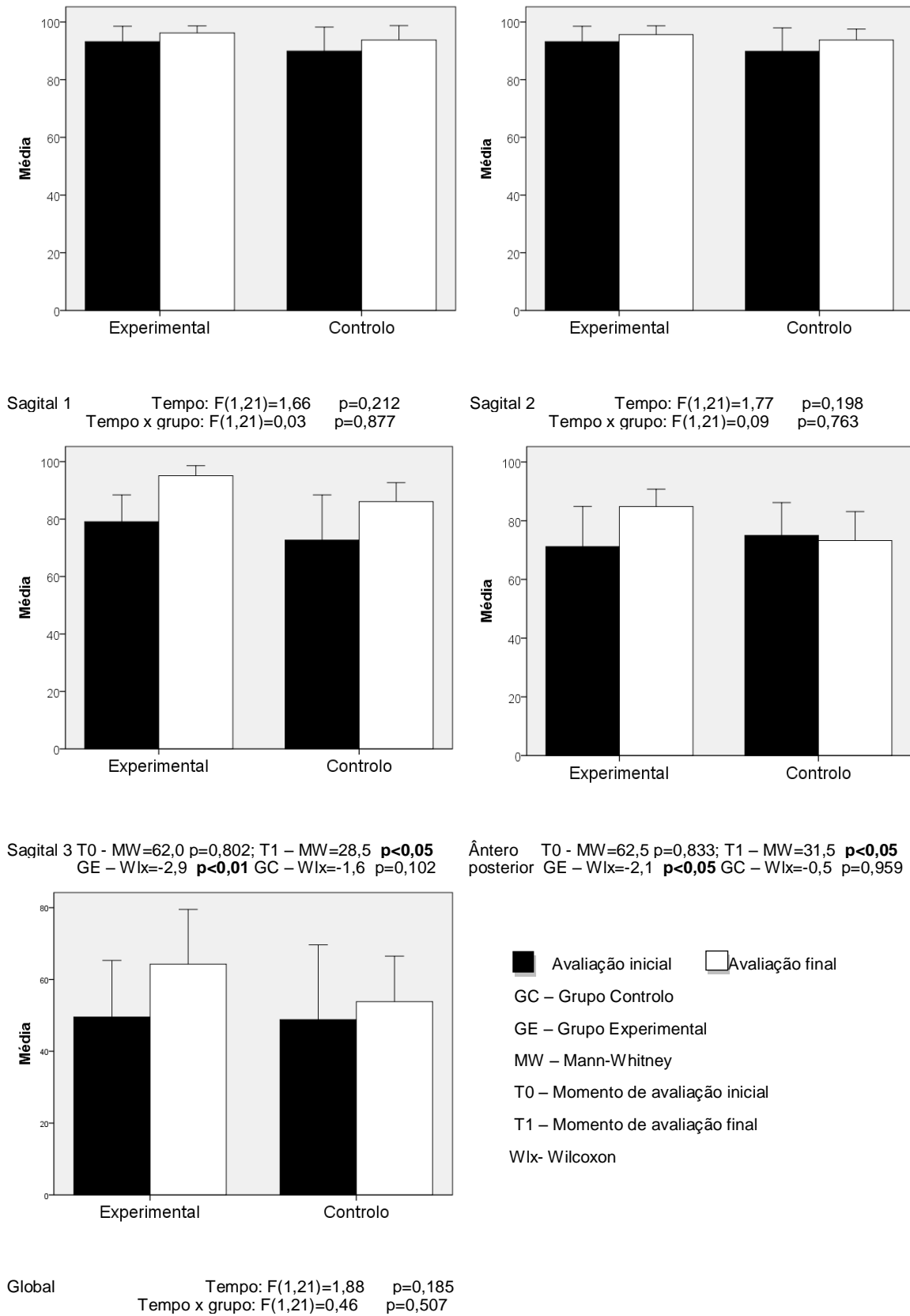
Em todos os exercícios realizados pelo grupo experimental, verificou-se um aumento no valor médio no final das seis semanas de treino. No entanto, também o grupo de controlo aumentou o valor da média em onze dos quinze indicadores.

Os exercícios do conjunto pertencente ao ‘alinhamento do centro de massa’ que revelaram diferenças estatisticamente significativas (testes não-paramétricos) em

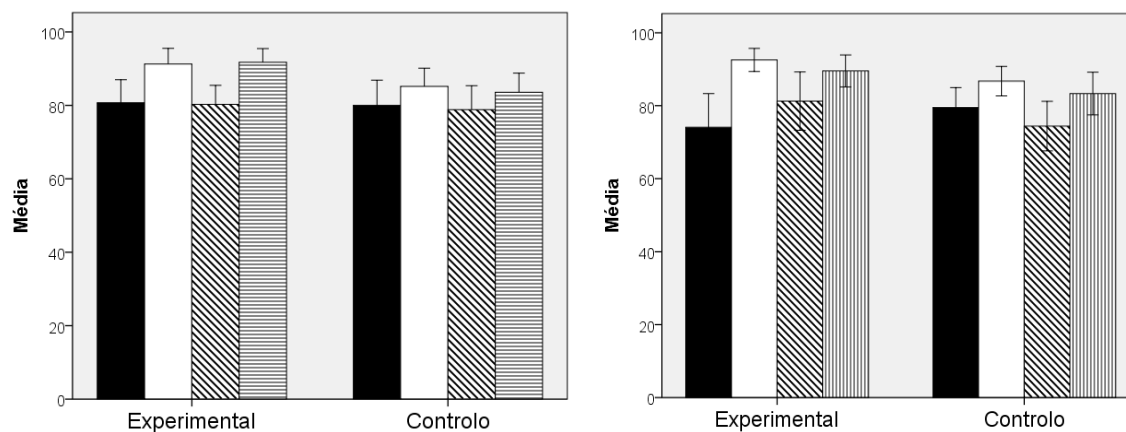
relação aos dois momentos de avaliação e entre o grupo experimental e o grupo de controlo, encontram-se os exercícios denominados 'Sagital 3' e 'Ântero-posterior', que são, dentro deste grupo, realizados na posição de pé - Figura 1.

**Tabela 3 - Resultados obtidos na *Physiosensing* nos momentos de avaliação T0 e T1**

		Grupo experimental (n=11)		Grupo controlo (n=12)	
		Inicial T0 Média (dp)	Final T1 Média (dp)	Inicial T0 Média (dp)	Final T1 Média (dp)
Alinhamento do Centro de Massa	Sagital 1	93,2 (7,95)	96,2 (3,66)	89,9 (13,08)	93,8 (7,83)
	Sagital 2	93,2 (7,95)	95,6 (4,52)	89,8 (12,7)	93,8 (5,99)
	Sagital 3	79,1(13,86)	95,1 (5,19)	72,7 (24,8)	86,1 (10,35)
	Ântero-Posterior	71,2 (20,37)	84,8 (8,86)	75,0 (17,61)	73,2 (15,53)
	Global	49,6 (23,45)	64,3 (22,68)	48,8 (32,75)	53,8 (19,94)
Transferência de Carga	Membros Inferiores	91,2 (19,79)	99,5 (1,29)	91,8 (18,45)	90,8 (10,82)
	Lateralidade 1 Esq	80,7 (9,32)	91,3 (6,36)	80,0 (10,83)	85,2 (7,80)
	Lateralidade 1 Dta	80,3 (7,70)	91,7 (5,57)	78,8 (10,25)	83,6 (8,17)
	Lateralidade 2 Esq	76,6 (9,53)	91,6 (6,59)	79,5 (8,65)	86,8 (6,37)
	Lateralidade 2 Dta	78,8 (9,02)	88,6 (7,35)	74,4 (10,68)	83,3 (9,22)
	Lateralidade 3 Esq	78,4 (12,16)	92,6 (7,59)	82,4 (11,44)	91,2 (6,89)
	Lateralidade 3 Dta	80,7 (10,56)	93,4 (7,58)	81,2 (13,10)	90,8 (8,86)
	Ântero-posterior Frente	78,8 (14,33)	97,6 (3,6)	85,1 (15,14)	92,5 (9,96)
	Ântero-posterior Atrás	79,9 (10,17)	88,4 (8,30)	85,8 (11,33)	84,8 (12,78)
Levantar e Sentar	91,6 (3,75)	92,2 (4,62)	90,3 (5,52)	88,3 (7,89)	



**Figura 1 – Gráficos representando a média e o IC95% dos exercícios de alinhamento do centro de massa na *Physiosensing* nos momentos de avaliação T0 e T1**

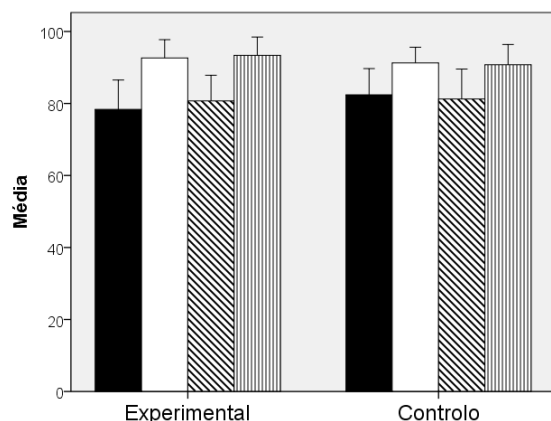


Lateralidade 1 Esq Tempo:  $F(1,21)=16,66$   $p<0,01$   
 Tempo x grupo:  $F(1,21)= 1,95$   $p=0,177$   
 Lateralidade 1 Dta Tempo:  $F(1,21)=27,74$   $p<0,001$   
 Tempo x grupo:  $F(1,21)= 4,24$   $p=0,05$

■ Avaliação inicial Esq    □ Avaliação final Esq  
 ▨ Avaliação inicial Dta    ▬ Avaliação final Dta  
 Esq:Esquerda                  Dta: Direita

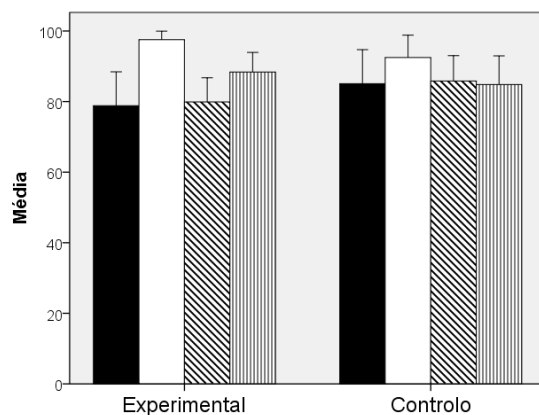
Lateralidade 2 Esq Tempo:  $F(1,21)=31,19$   $p<0,001$   
 Tempo x grupo:  $F(1,21)= 3,73$   $p=0,067$   
 Lateralidade 2 Dta Tempo:  $F(1,21)=30,78$   $p<0,001$   
 Tempo x grupo:  $F(1,21)= 0,07$   $p=0,792$

■ Avaliação inicial Esq    □ Avaliação final Esq  
 ▨ Avaliação inicial Dta    ▬ Avaliação final Dta  
 Esq:Esquerda                  Dta: Direita



Lateralidade 3 Esq Tempo:  $F(1,21)=29,74$   $p<0,001$   
 Tempo x grupo:  $F(1,21)=1,65$   $p=0,213$   
 Lateralidade 3 Dta Tempo:  $F(1,21)=28,73$   $p<0,001$   
 Tempo x grupo:  $F(1,21)=0,58$   $p=0,456$

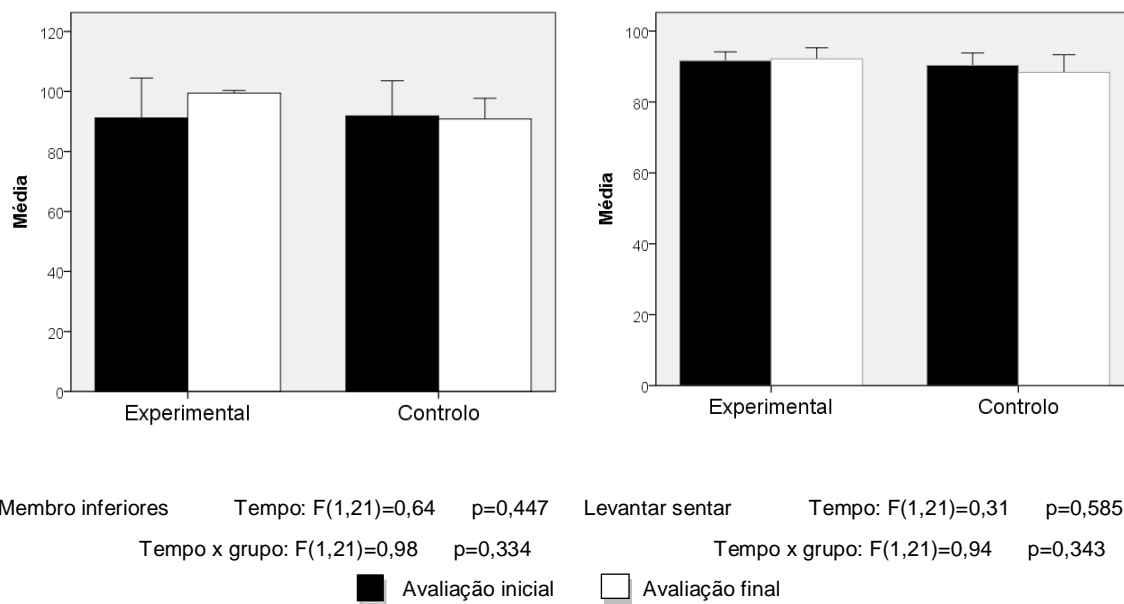
■ Avaliação inicial Esq    □ Avaliação final Esq  
 ▨ Avaliação inicial Dta    ▬ Avaliação final Dta  
 Esq:Esquerda                  Dta: Direita



Antero-posterior Frt Tempo:  $F(1,21)= 23,29$   $p<0,001$   
 Tempo x grupo:  $F(1,21)= 4,36$   $p<0,05$   
 Antero-posterior Atr Tempo:  $F(1,21)=2,40$   $p=0,137$   
 Tempo x grupo:  $F(1,21)=3,86$   $p=0,063$

■ Avaliação inicial Frt    □ Avaliação final Frt  
 ▨ Avaliação inicial Atr    ▬ Avaliação final Atr  
 Frt:Frente                  Atr: Atrás

**Figura 2 - Gráficos representando a média e o IC95% dos exercícios de transferência de carga (lateralidade e ântero-posterior) na *Physiosensing* nos momentos de avaliação T0 e T1**



**Figura 3 Gráficos representando a média e o IC95% dos exercícios de transferência de carga (membros inferiores e levantar sentar) na *Physiosensing* nos momentos de avaliação T0 e T1**

Da análise relativa ao outro grupo de exercícios, todos os relacionados com a transferência de carga no plano sagital ('lateralidade 1' e 'lateralidade 2' – posição de sentado, e 'lateralidade 3' – posição de pé) apresentaram valores estatisticamente significativos para o fator tempo, ie, entre os momentos de avaliação T0 e T1, quer à esquerda quer à direita. No entanto, em nenhum dos casos se verificou uma interação entre o fator tempo e os grupos. O exercício 'Ântero-posterior' apresentou uma diferença estatisticamente significativa para o fator tempo e para a interação com os grupos - Figura 2.

Para os exercícios denominados 'membros inferiores' e 'levantar sentar' não foram encontradas diferenças estatisticamente significativas - Figura 3.

A avaliação do efeito entre grupos não foi estatisticamente significativa em qualquer das situações analisadas.

## Resultados na plataforma Bertec

Os resultados obtidos através da plataforma Bertec revelaram uma enorme variabilidade. Esta variabilidade foi transversal quer entre os diferentes elementos de cada grupo quer entre os momentos de avaliação. Todas as variáveis analisadas apresentaram uma distribuição estatisticamente significativa diferente da distribuição normal, com a presença de vários valores extremos, em ambos os lados da distribuição - Tabela 4.

**Tabela 4 - Resultados obtidos na plataforma Bertec nos momentos de avaliação T0 e T1**

	Grupo experimental (n=11)			Grupo de controlo (n=12)		
	Med	IQ1-IQ3	Min-Max	Med	IQ1-IQ3	Min-Max
COPx T0 (cm)	0,003	0,0021-8,221	0,0011-41,811	3,804	0,0123-32,195	0,0016-103,63
COPx T1 (cm)	16,141	8,7001-28,021	0,721-42,241	11,255	0,008-23,461	0,0019-412,19
COPy_T0 (cm)	0,016	0,0012-3,231	0,0006-58,681	1,601	0,0072-9,355	0,0008-36,881
COPy_T1 (cm)	11,211	7,731-23,001	1,34-37,811	6,071	0,0026-12,865	0,0004-38,991
Vel_T0 (m/s)	0,003	0,0002-0,5144	0,0001-4,797	0,504	0,0013-2,2942	0,0002-4,6788
Vel_T1 (m/s)	1,637	0,6456-2,2508	0,1106-3,5514	0,897	0,0006-1,5851	0,0002-20,2978

Não foi possível determinar, em tempo útil, a real causa desta situação, pelo que apesar de serem aqui apresentados, dado que estas medições foram incluídas no protocolo de recolha de dados e efetivamente realizadas, não foi realizada qualquer análise estatística para além das análises exploratórias.





## CAPÍTULO VI – DISCUSSÃO

O principal objetivo do estudo foi avaliar a eficácia de um programa de treino do equilíbrio utilizando feedback visual em pessoas com T21. Não existem estudos científicos sobre o treino de equilíbrio em pessoas com T21 utilizando a plataforma *Physiosensing*, que permite avaliar o equilíbrio global dos indivíduos, bem como realizar o seu treino. A fiabilidade e validade da *Physiosensing* foram testadas, verificando-se que este dispositivo médico apresenta características psicométricas adequadas, em termos de fiabilidade e validade na avaliação do equilíbrio em pessoas adultas com deficiência intelectual (Fernando, 2014).

A EEB é o instrumento de avaliação mais utilizado para avaliar o equilíbrio e o risco de queda em pessoas com deficiência intelectual. Quanto maior for o resultado obtido, menor será o risco de queda (score máximo de 56 pontos) (Hilgenkamp et al., 2010).

A EEB foi aplicada ao grupo experimental e controlo no início (T0) e no final das seis semanas de intervenção (T1). Verificou-se que existem resultados estatisticamente significativos entre os dois grupos e em cada um dos grupos após o plano de intervenção do equilíbrio. O resultado da avaliação inicial e final de ambos os grupos mostra que a população participante no estudo apresenta em média um baixo risco de queda, tendo o grupo experimental um aumento da média do resultado no final da intervenção de 6 semanas.

Os exercícios de equilíbrio “Global” e “Levantar/sentar” não foram englobados no plano de intervenção, apenas na avaliação inicial (T0) e final (T1). Verificou-se uma grande dificuldade na compreensão do exercício “Global” por alguns participantes do grupo experimental e controlo. O exercício “levantar/ sentar” também foi excluído no plano de intervenção, uma vez que as limitações articulares e hiperextensão dos joelhos presentes em alguns participantes os obrigava a apoiarem-se no braços laterais da cadeira para se levantarem após duas repetições.

No exercício “Global” e dos “Membros Inferiores” deve ser considerada a variabilidade relacionada com o processamento cognitivo, pois em algumas situações os participantes conseguiam facilmente encontrar a estratégia mais adequada para a realização do exercício, enquanto noutras quando se iniciava o exercício com mais dificuldade, essas dificuldades mantinham-se nas restantes tentativas. Estas dificuldades podem estar relacionadas com a atenção, motivação e cansaço, mas também pela exigência a nível físico que o exercício dos “membros inferiores” implicava em alguns participantes, pois apresentam hipotonia, laxidão ligamentar e

diminuição da força muscular nos membros inferiores, características físicas comuns às pessoas com T21. Devido a um menor número de fibras musculares rápidas, são menos capazes de se adaptarem à sua capacidade motora e de gerarem força muscular quando necessário (Caballero Blanco et al., 2011; Cabeza-Ruiz et al., 2011). Uma vez que os exercícios “levantar/sentar” e “global” apenas foram realizados na avaliação pode observar-se que a média entre grupos em T0 e T1 não apresentou alterações estatisticamente significativas. Pode verificar-se que no final das seis semanas, o grupo experimental apresentou uma melhoria na média em todos os exercícios realizados na plataforma *Physiosensing*. Os exercícios realizados na posição de pé apresentam resultados no que respeita a média, inferiores comparativamente aos exercícios na posição de sentado. Este facto pode ser derivado à maior dificuldade em manter a posição ortostática e a consequente necessidade de utilizar estratégias motoras posturais como a do tornozelo e da anca (Horak, 2006; D. Winter, 1995). Estes ajustes posturais implicam mais tempo na recuperação do equilíbrio, sendo a estratégia da anca a que envolve mais tempo. Foi precisamente esta estratégia a mais verificada na realização dos exercícios “Global” e “Ântero-posterior”, no grupo experimental e controlo. A população com maiores défices no equilíbrio recorre frequentemente a estratégias motoras posturais pela necessidade do controlo postural, essencialmente nos movimentos realizados no plano frontal como acontece nos exercícios anteriormente referidos (Carmeli, Bar-Yossef, Ariav, & Paz, 2008).

Ao contrário da EEB na *Physiosensing* as estratégias sensoriais utilizadas para realizar os exercícios de equilíbrio estão dependentes do sistema visual, enquanto na EEB os sistemas vestibulares e somatossensorial são os mais recrutados. O sistema visual é importante para o controlo postural, pois permite estabilizar a oscilação postural. Para manter a posição estática em pé, a oscilação corporal aumenta até ao dobro quando a informação visual não se encontra disponível (Kleiner, De Camargo Schlittler, & Del Rosário Sánchez-Arias, 2011). Esta informação atua como fonte de informação sensorial que melhora o desempenho do sistema de controlo postural (Kleiner et al., 2011).

No estudo da validação da *Physiosensing* para a população com deficiência intelectual verificou-se que os exercícios “Sagital 1, 2 e 3”, “Membros Inferiores” e “Levantar /Sentar” não apresentavam uma relação estatisticamente significativa com a EEB. Os restantes exercícios evidenciavam correlações moderadas e altas (Fernando, 2014).

No presente estudo, verificou-se que os exercícios realizados na plataforma *Physiosensing* que apresentam uma diferença estatisticamente significativa foram o

“Sagital 3”, “Ântero-posterior”, “Lateralidade 1”, “Lateralidade 2” e “Lateralidade 3” bem como o exercício “Ântero-posterior frente”, sugerindo que estes exercícios estarão a medir o equilíbrio dinâmico, uma vez que as diferenças estatisticamente significativas se observam essencialmente nos exercícios de transferência de carga.

Uma vez que as pessoas com T21 apresentam maiores défices no equilíbrio dinâmico do que as pessoas sem esta condição de saúde, as informações sensoriais adicionais são importantes pois diminuem as oscilações do corpo, quando se realiza uma determinada atividade. Como apresentam dificuldades na integração de informações sensoriais, estão dependentes da informação visual que permite um maior controlo da oscilação do corpo durante o equilíbrio estático e dinâmico (Gomes & Barela, 2007).

Na ausência de informação visual durante a posição ortostática os adultos com T21 apresentam uma maior velocidade de oscilação postural do que os adultos sem T21 (Gomes & Barela, 2007). O estudo realizado por Gomes et al (2007) demonstrou que quando existia informação visual a oscilação postural das pessoas com T21 era inferior, havendo uma diminuição da velocidade e amplitude tanto na direção ântero-posterior como médio-lateral. No entanto verificou-se que existia uma maior oscilação na direção ântero-posterior (Gomes & Barela, 2007). Pode assim concluir-se que a informação visual e somatossensorial são importantes para que ocorra uma diminuição da oscilação postural, embora a informação visual se sobrepõe na melhoria do controlo postural e no equilíbrio na população com trissomia 21 (Gomes & Barela, 2007).

Os défices no controlo postural e equilíbrio característicos na população com T21 podem dever-se para além da integração sensoriomotora, à hipotonia generalizada que esta população apresenta e que influencia a capacidade de manter o equilíbrio na posição de sentado e em pé por longos períodos de tempo (Galli et al., 2008). No entanto, através do presente trabalho não foi possível verificar a influência da hipotonia a nível postural e muscular como fator responsável pelas alterações no controlo postural e equilíbrio.

Ao contrário da EEB a plataforma ‘Physiosensing’ permite o feedback visual na realização dos exercícios de treino de equilíbrio, permitindo aos indivíduos realizar ajustes posturais de acordo com a informação visual que é fornecida a cada instante.

São poucos os estudos que existem sobre o treino de equilíbrio nas pessoas com T21 e na sua maioria referem-se a crianças e adolescentes. Relativamente ao treino de equilíbrio nas pessoas com T21 utilizando o feedback visual, não existem estudos.

Tendo em conta as características da população com T21 que participou no estudo e conhecendo as suas limitações físicas e mentais, criou-se um protocolo que fosse

viável ser aplicado no plano de intervenção de fisioterapia. Após verificar os resultados obtidos noutros estudos de treino de equilíbrio, optou-se por um plano de treino ao longo de 6 semanas, duas vezes por semana, com uma repetição de três vezes cada exercício.

Relativamente a outros estudos de treino de equilíbrio na população com T21 existentes na literatura e que demonstrem resultados positivos relativamente ao treino realizado, referem 6 semanas de treino, três vezes por semana, com dez repetições cada exercício (Gupta et al., 2011), e 20 semanas de treino, três vezes por semana realizando duas repetições de cada exercício (Villarroya et al., 2013).

O protocolo definido para este estudo demonstrou diferenças estatisticamente significativas nos resultados obtidos para cada exercício realizado na plataforma *Physiosensing*, apresentando vantagens para a população que realiza o treino, pois permite um Feedback visual constante na realização dos exercícios de treino de equilíbrio; é um programa de curta duração (6 semanas), com poucas repetições de cada exercício (3 vezes).

Vários estudos referem a utilização da plataforma de forças na medição do deslocamento do CP dos indivíduos com T21, e demonstram existir diferenças estatisticamente significativas no grupo experimental nas variáveis velocidade do CP, distância total e área de deslocação do CP no momento inicial e final do treino de equilíbrio e conseqüentemente ocorre uma diminuição da oscilação postural no GE (Enkelaar et al., 2012). No presente estudo isso não se verificou, ocorrendo uma grande variabilidade nos resultados quer entre os momentos de avaliação quer entre os participantes. A explicação para os resultados obtidos, poderá estar relacionado com as características da população em estudo no que respeita a atenção e motivação. Por exemplo, as experiências anteriores na utilização da outra plataforma que induzem ao movimento, poderá ter influenciado a medição com a plataforma Bertec, quer no grupo experimental quer no grupo de controlo, dado que as avaliações foram realizadas em contexto natural. Por outro lado, o facto de existir apenas uma pessoa a realizar as recolhas, tendo impossibilitado verificar todos os fatores externos que possam ter interferido durante a fase de recolha, como por exemplo, a insegurança dos participantes com maior défice de equilíbrio em ficar sobre a plataforma durante os 15 segundos solicitados. O tempo sobre a plataforma poderá também ter sido curto, pois alguns estudos referem um tempo de 30 e 35 segundos para pessoas com deficiência intelectual (Jankowicz-Szymanska et al., 2012; Park, 2014; Villarroya et al., 2012), apesar do estudo de Wang et al. (2012), referir um tempo de 15 segundos sobre a plataforma (Wang, Long, & Liu, 2012).

Relativamente ao plano de intervenção, e tendo em conta a especificidade da população com T21 verificaram-se resultados positivos no que respeita à eficácia para uma duração de 6 semanas. A duração do treino foi aceite de imediato pelas instituições por ser de curta duração quando comparado com outros estudos em que a duração excede estas semanas. Esta duração pode permitir envolver mais participantes ao longo de um ano, utilizando menos recursos materiais e humanos. O plano foi realizado duas vezes por semana que permitiu manter a motivação e interesse dos participantes em realizar o treino ao longo de 6 semanas. Os participantes escolhiam os dias em que realizavam o treino, deslocando-se para o local por iniciativa própria. Os exercícios realizados estavam adequados às capacidades físicas de cada pessoa, mostrando que as 3 repetições de cada exercício (no total 8 exercícios diferentes) não desmotivaram os participantes, sendo tolerados por eles. Tendo em conta que esta população apresenta uma menor capacidade de concentração, atenção e motivação o número de repetição de cada exercício revelou-se adequado. Os exercícios foram aceites facilmente pelos participantes não mostrando dificuldades na sua realização. No entanto, é de realçar que os exercícios de transferência de carga (lateralidades e ântero-posterior) foram mais fáceis de executar, quando comparados com os de alinhamento do centro de massa, pois estes exigiam uma maior concentração dos participantes sendo obrigados a visualizar o exercício ao longo dos 15 segundos. O facto de cada exercício ser realizado em apenas 15 segundos também facilitou a concretização do plano de intervenção.

Tendo em conta as características físicas e intelectuais desta população e para que um plano de intervenção desta natureza apresente resultados positivos, é importante que exista um profissional de saúde a acompanhar cada sessão estimulando e motivando o participante verbalmente, para que ele perceba o que é pretendido em cada exercício e que melhore o seu desempenho ao longo das sessões. Quando o participante não percebe o exercício, que poderá acontecer de uma sessão para a outra, deverão utilizar-se analogias com situações ou atividades da vida diária do participante, ou desafiando-o a alcançar um determinado objeto que esteja no seu campo visual (estratégia frequentemente utilizada nos exercícios das lateralidades). Uma vez que os participantes se encontravam no seu contexto do dia-a-dia e conheciam o profissional que estava a realizar o estudo, facilitou também a sua adesão ao programa bem como a sua continuação ao longo das 6 semanas.

O presente estudo apresenta algumas limitações. O primeiro diz respeito à não comparação dos resultados com as medições da plataforma Bertec. Desse modo teria sido possível reforçar ou não algumas das reflexões que os outros resultados sugerem. Ainda no campo das medições, o facto de não terem sido mascaradas, através, por exemplo, da sua realização por outro profissional retira alguma independência aos resultados.

A não aleatorização dos participantes é outra das limitações para além do reduzido número da amostra que não permite generalizar os resultados para toda a população com T21. Dado que o estudo foi realizado já perto do período estival algumas atividades sazonais impediram alguns participantes de completarem o estudo.

Tendo em conta que este trabalho constitui o primeiro estudo no treino de equilíbrio na população com T21 utilizando a plataforma *Physiosensing*, sugere-se outros estudos idênticos para comparação de resultados ou em alternativa alterando alguns dos parâmetros do programa, como sejam o número de semanas, a frequência semanal, o número de repetições ou a duração de cada exercício. Será importante também configurar estudos que permitam verificar se os resultados encontrados têm correspondência com alterações clínicas efetivas.

## CAPÍTULO VII - CONCLUSÃO

Os resultados obtidos neste estudo demonstram que a *Physiosensing* pode ser utilizada para o treino de equilíbrio na população com T21, permitindo configurar programas de curta duração temporal, com baixa frequência semanal, e com sessões curtas e de baixa intensidade. Estas características são atrativas do ponto de vista da gestão institucional dadas as vantagens associadas à afetação de recursos em função da abrangência de participantes. Mas, são também adequadas a alguns dos fatores que impedem um maior envolvimento nestas atividades e reconhecidos como frequentemente presentes nas pessoas com T21. Fatores esse que englobam quer funções e estruturas do corpo quer fatores pessoais - interesses, causalidade e sentido de eficácia pessoal, autodeterminação.

O programa realizado permitiu obter resultados que indiciam melhorias ao nível das funções do equilíbrio e teve uma adesão regular e persistente ao longo da sua duração. A utilização de feedback visual tem vantagens acrescidas neste campo sobre outras estratégias,

Uma vez que os estudos científicos que abordam o treino de equilíbrio na sua maioria estudam a população com T21 de idade inferior a 18 anos, tendo como consequência um enfase na discussão e implementação de intervenções direcionadas a essa faixa etária, estes resultados abrem uma janela de oportunidade para o aumento quer em quantidade quer em qualidade de intervenções junto da população adulta.





## BIBLIOGRAFIA

- AP. Santos, NC. Ramos, PC. Estevão, AMF. Lopes, J. P. (2005). Instrumentos de Medida Úteis no Contexto da Avaliação em Fisioterapia. *Revista Da ESSA*, 1, 131–156.
- Balasubramaniam, R., & Wing, A. M. (2002). The dynamics of standing balance. *Trends in Cognitive Sciences*, 6(12), 531–536.
- Baldan, A. M. S., Alouche, S. R., Araujo, I. M. G., & Freitas, S. M. S. F. (2014). Effect of light touch on postural sway in individuals with balance problems: a systematic review. *Gait & Posture*, 40(1), 1–10.
- Barela, A., & Duarte, M. (2011). Utilização da plataforma de força para aquisição de dados cinéticos durante a marcha humana. *Brazilian Journal of Motor Behavior*, 6(1), 56–61.
- Berg, K. O., Wood-Dauphinee, S. L., Williams, J. I., & Maki, B. (1992). Measuring balance in the elderly: Validation of an instrument. *Canadian Journal of Public Health*, 83(SUPPL. 2), S7–S11.
- Bissoto, M. (2005). Desenvolvimento cognitivo eo processo de aprendizagem do portador de síndrome de Down: revendo concepções e perspectivas educacionais. *Ciências & Cognição*, 4(8), 80–88.
- Buzunáriz Martínez, N., & Martínez García, M. (2008). Psychomotor development in children with Down syndrome and physiotherapy in early intervention. *International Medical Review on Down Syndrome*, 12(2), 28–32.
- Caballero Blanco, J. A., Moreno Cabezas, A., Ortiz Garrido, M. V., & Marín Padilla, C. (2011). Postural analysis: prevention from physical therapy. *International Medical Review on Down Syndrome*, 15(3), 41–44.
- Cabeza-Ruiz, R., García-Massó, X., Centeno-Prada, R. A., Beas-Jiménez, J. D., Colado, J. C., & González, L.-M. (2011). Time and frequency analysis of the static balance in young adults with Down syndrome. *Gait & Posture*, 33(1), 23–8.
- Carmeli, E., Bar-Yossef, T., Ariav, C., & Paz, R. (2008). Sensorimotor impairments and strategies in adults with intellectual disabilities. *Motor Control*, 12(4), 348–361.
- Carter, N. D., Kannus, P., & Khan, K. M. (2001). Exercise in the Prevention of Falls in Older People. *Sports Medicine*, 31(6), 427–438.
- Carvalho, R., & Almeida, G. (2008). Controle postural em indivíduos portadores da síndrome de Down: revisão de literatura. *Fisioterapia E Pesquisa*, 15(3), 304–308.
- Carvalho, R. L., & Almeida, G. L. (2009). Assessment of postural adjustments in persons with intellectual disability during balance on the seesaw. *Journal of Intellectual Disability Research: JIDR*, 53(4), 389–95.
- Cesari, P., Shiratori, T., Olivato, P., & Duarte, M. (2001). Analysis of kinematically redundant reaching movements using the equilibrium-point hypothesis. *Biological Cybernetics*, 84(3), 217–226.

- Chen, Y., & Fang, P. (2005). Sensory evoked potentials in infants with Down syndrome. *Acta Paediatrica*, *94*, 1615–1618.
- Cherng, R.-J., Lee, H.-Y., & Su, F.-C. (2003). Frequency spectral characteristics of standing balance in children and young adults. *Medical Engineering & Physics*, *25*(6), 509–515.
- Cimolin, V., Galli, M., Grugni, G., Vismara, L., Precilios, H., Albertini, G., Capodaglio, P. (2011). Postural strategies in Prader-Willi and Down syndrome patients. *Research in Developmental Disabilities*, *32*(2), 669–73.
- Cleaver, S., Hunter, D., & Ouellette-Kuntz, H. (2009). Physical mobility limitations in adults with intellectual disabilities: a systematic review. *Journal of Intellectual Disability Research: JIDR*, *53*(2), 93–105.
- Day, S. M., Strauss, D. J., Shavelle, R. M., & Reynolds, R. J. (2005). Mortality and causes of death in persons with Down syndrome in California. *Developmental Medicine & Child Neurology*, *47*(3), 171–176.
- Desai, S. S. (1997). Down syndrome. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology*, *84*(3), 279–285.
- Duarte, M., & Freitas, S. (2010). Revisão sobre posturografia baseada em plataforma de força para avaliação do equilíbrio. *Rev Bras Fisioter*, *14*(3), 183–92.
- Duarte, M., & Zatsiorsky, V. M. (2000). On the fractal properties of natural human standing. *Neuroscience Letters*, *283*(3), 173–176.
- Enkelaar, L., Smulders, E., van Schrojenstein Lantman-de Valk, H., Geurts, A. C. H., & Weerdesteyn, V. (2012). A review of balance and gait capacities in relation to falls in persons with intellectual disability. *Research in Developmental Disabilities*, *33*(1), 291–306.
- Enkelaar, L., Smulders, E., van Schrojenstein Lantman-de Valk, H., Weerdesteyn, V., & Geurts, A. C. H. (2013). Clinical measures are feasible and sensitive to assess balance and gait capacities in older persons with mild to moderate Intellectual Disabilities. *Research in Developmental Disabilities*, *34*(1), 276–85.
- Fernando, F. (2014). *Universidade de Aveiro 2014 Escola Superior de Saúde da Universidade de Aveiro*.
- Figueiredo, S., Pires, A., Candeias, M., Miguel, M., Bettencourt, J., & Cotrim, L. (2008). Comportamento parental face à Trissomia 21. *Análise Psicológica*, *26*(2), 355–365.
- Galli, M., Rigoldi, C., Mainardi, L., Tenore, N., Onorati, P., & Albertini, G. (2008). Postural control in patients with Down syndrome. *Disability and Rehabilitation*, *30*(17), 1274–8.
- Glasson, E., Sullivan, S., Hussain, R., Petterson, B., Montgomery, P., & Bittles, A. (2002). The changing survival profile of people with Down's syndrome: implications for genetic counselling. *Clinical Genetics*, *62*(5), 390–393.
- Gomes, M. M., & Barela, J. A. (2007). Postural control in down syndrome: the use of somatosensory and visual information to attenuate body sway. *Motor Control*, *11*, 224–234.
- Gupta, S., Rao, B. K., & S D, K. (2011). Effect of strength and balance training in children with Down's syndrome: a randomized controlled trial. *Clinical Rehabilitation*, *25*(5), 425–32.

- Hassold, T., & Sherman, S. (2001). Down syndrome: genetic recombination and the origin of the extra chromosome 21. *Clinical Genetics*, 57(2), 95–100.
- Hilgenkamp, T. I. M., van Wijck, R., & Evenhuis, H. M. (2010). Physical fitness in older people with ID-Concept and measuring instruments: a review. *Research in Developmental Disabilities*, 31(5), 1027–38.
- Hobeika, C. P. (1999). Equilibrium and balance in the elderly. *Ear, Nose & Throat Journal*, 78(8), 558–62.
- Horak, F. B. (2006). Postural orientation and equilibrium: what do we need to know about neural control of balance to prevent falls? *Age and Ageing*, 35 Suppl 2(suppl\_2), ii7–ii11.
- Hultén, M. A., Patel, S. D., Tankimanova, M., Westgren, M., Papadogiannakis, N., Jonsson, A. M., & Iwarsson, E. (2008). On the origin of trisomy 21 Down syndrome. *Molecular Cytogenetics*, 1, 21.
- Isableu, B., & Vuillerme, N. (2006). Differential integration of kinaesthetic signals to postural control. *Experimental Brain Research*, 174(4), 763–8.
- Jankowicz-Szymanska, A., Mikolajczyk, E., & Wojtanowski, W. (2012). The effect of physical training on static balance in young people with intellectual disability. *Research in Developmental Disabilities*, 33(2), 675–81.
- Jyothy, A., Kumar, K. S., Mallikarjuna, G. N., Babu Rao, V., Uma Devi, B., Sujatha, M., & Reddy, P. P. (2001). Parental age and the origin of extra chromosome 21 in Down syndrome. *Journal of Human Genetics*, 46(6), 347–50.
- Karlsson, A., & Frykberg, G. (2000). Correlations between force plate measures for assessment of balance. *Clinical Biomechanics*, 15(5), 365–369.
- Kleiner, A. F. R., De Camargo Schlittler, D. X., & Del Rosário Sánchez-Arias, M. (2011). O papel dos sistemas visual, vestibular, somatosensorial e auditivo para o controle postural. *Revista Neurociências*, 19, 349–357.
- Kubo, M., & Ulrich, B. D. (2006). Early stage of walking: development of control in mediolateral and anteroposterior directions. *Journal of Motor Behavior*, 38(3), 229–37.
- Lahtinen, U., Rintala, P., & Malin, A. (2007). Physical performance of individuals with intellectual disability: A 30-year follow-up. *Adapted Physical Activity Quarterly*, 24, 125–143.
- Lapa, A., Abraços, F., Furtado, H., Cancela, M., & Torres, T. (2002). Viver com a Trissomia 21: O que é a Trissomia 21. *Lisboa: Edições APPACDM*.
- Lautenslager, P., Vermeer, A., & Helders, P. (1998). Disturbances in the Motor Behaviour of Children with Down's Syndrome: The need for a theoretical framework. *Physiotherapy*, 84(1), 5–13.
- Masani, K., Popovic, M., Nakazawa, K., Kouzaki, M., & Nozaki, D. (2003). Importance of body sway velocity information in controlling ankle extensor activities during quiet stance. *Journal of Neurophysiology*, 90, 3774–3782.
- Moreira, L., El-Hani, C., & Gusmao, F. (2000). A síndrome de Down e sua patogênese: considerações sobre o determinismo genético. *Revista Brasileira de Psiquiatria*, 22(2), 96–9.

- Nakamura, E., & Tanaka, S. (1998). Biological ages of adult men and women with Down's syndrome and its changes with aging. *Mechanisms of Ageing and Development*, 105(1-2), 89–103.
- Oppewal, A., Hilgenkamp, T. I. M., van Wijck, R., & Evenhuis, H. M. (2013). Feasibility and outcomes of the Berg Balance Scale in older adults with intellectual disabilities. *Research in Developmental Disabilities*, 34(9), 2743–52.
- Oppewal, A., Hilgenkamp, T. I. M., van Wijck, R., Schoufour, J. D., & Evenhuis, H. M. (2014). The predictive value of physical fitness for falls in older adults with intellectual disabilities. *Research in Developmental Disabilities*, 35(6), 1317–25.
- Park, T. (2014). The Effects of Wobble Board Training on the Eyes Open and Closed Static Balance Ability of Adolescents with Down Syndrome. *Journal of Physical Therapy Science*, 26(4), 625–627.
- Rigoldi, C., Galli, M., & Albertini, G. (2011). Gait development during lifespan in subjects with Down syndrome. *Research in Developmental Disabilities*, 32(1), 158–63.
- Sampedro, M., Blasco, G., & Hernández, M. (1997a). A criança com Síndrome de Down. *Necessidades Educativas Especiais*. Lisboa.
- Sampedro, M., Blasco, G., & Hernández, M. (1997b). A criança com Síndrome de Down. In Dinalivro (Ed.), *Necessidades Educativas Especiais* (pp. 225–248). Lisboa.
- Silva, N., & Dessen, M. (2002). Síndrome de Down: etiologia, caracterização e impacto na família. *Interação Em Psicologia*, 6(2), 167–176.
- Smith, B. A., & Ulrich, B. D. (2008). Early onset of stabilizing strategies for gait and obstacles: older adults with Down syndrome. *Gait & Posture*, 28(3), 448–55.
- Teresa Schapira, I., María Ferrari, A., Aspres, N., Belén Guardiola, A., Inés Antoniutti, A., & Bedacarratz, R. (2007). Down Syndrome: An Assessment of Infant Psychomotor Development and Its Impact on Social and Familial Integration. *International Medical Review on Down Syndrome*, 11(1), 2–8.
- Tsimaras, V. K., & Fotiadou, E. G. (2004). Effect of training on the muscle strength and dynamic balance ability of adults with down syndrome. *Journal of Strength and Conditioning Research / National Strength & Conditioning Association*, 18(2), 343–7.
- Ulrich, B. D., Haehl, V., Buzzi, U. H., Kubo, M., & Holt, K. G. (2004). Modeling dynamic resource utilization in populations with unique constraints: preadolescents with and without Down syndrome. *Human Movement Science*, 23(2), 133–56.
- Ulrich, D. A., Ulrich, B. D., Angulo-Kinzler, R. M., & Yun, J. (2001). Treadmill Training of Infants With Down Syndrome: Evidence-Based Developmental Outcomes. *PEDIATRICS*, 108(5), e84–e84.
- Villarroya, M. A., González-Agüero, A., Moros, T., Gómez-Trullén, E., & Casajús, J. A. (2013). Effects of whole body vibration training on balance in adolescents with and without Down syndrome. *Research in Developmental Disabilities*, 34(10), 3057–65.
- Villarroya, M. A., González-Agüero, A., Moros-García, T., de la Flor Marín, M., Moreno, L. A., & Casajús, J. A. (2012). Static standing balance in adolescents with Down syndrome. *Research in Developmental Disabilities*, 33(4), 1294–300.

- Vinagreiro, M., & Peixoto, L. da C. (2000). A criança com síndrome de Down: características e intervenção educativa. *Braga, Edições APPA*.
- Wang, H.-Y., Long, I.-M., & Liu, M.-F. (2012). Relationships between task-oriented postural control and motor ability in children and adolescents with Down syndrome. *Research in Developmental Disabilities, 33*(6), 1792–8.
- Webber, A., Virji-Babul, N., Edwards, R., & Lesperance, M. (2004). Stiffness and postural stability in adults with Down syndrome. *Experimental Brain Research, 155*(4), 450–8.
- Winter, D. (1995). Human balance and posture control during standing and walking. *Gait & Posture, 3*, 193–214.
- Winter, D. A., Patla, A. E., Ishac, M., & Gage, W. H. (2003). Motor mechanisms of balance during quiet standing. *Journal of Electromyography and Kinesiology, 13*(1), 49–56.

## **Anexo I- Consentimento informado aos participantes**

**CONSENTIMENTO INFORMADO**

Considerando a "Declaração de Helsínquia" da Associação Médica Mundial (Helsínquia 1964; Tóquio 1975; Veneza 1983; Hong Kong 1989; Somerset West 1996 e Edimburgo 2000)

**Por favor responda às questões que se seguem colocando uma cruz na coluna apropriada:**

	Sim	Não
Eu recebi toda a informação adequada sobre este estudo		
Foi-me permitido colocar questões e discutir o estudo		
Eu compreendo que posso desistir do estudo em qualquer altura e sem qualquer penalização		
Eu concordo em participar no estudo de avaliação do equilíbrio		
Eu autorizo que sejam consultados os dados médicos constantes no meu processo institucional		

Nome do participante:

\_\_\_\_\_

Assinatura Nome do participante/responsável legal:

\_\_\_\_\_

Nome do investigador:

\_\_\_\_\_

Assinatura do investigador:

\_\_\_\_\_

Data: \_\_\_\_\_

## **Anexo II- Autorização das Instituições**





**Ofício**  
FR.01

À  
Escola Superior de Saúde da  
Universidade de Aveiro

Sua Referência	Sua Comunicação	Nossa Referência	Data
		029.15.0T	27-01-2015

Assunto: Autorização para a realização de estudo

Ex<sup>o</sup> Senhora

Na sequência da Vossa carta solicitando a realização do estudo "Treino de equilíbrio em pessoas com trissomia 21: Eficácia de um programa utilizando o feedback visual", vimos informar que a APPACDM vem autorizar a sua realização nas Unidades de Centro de Actividades Ocupacionais.

Com os melhores cumprimentos

A Diretora Técnica

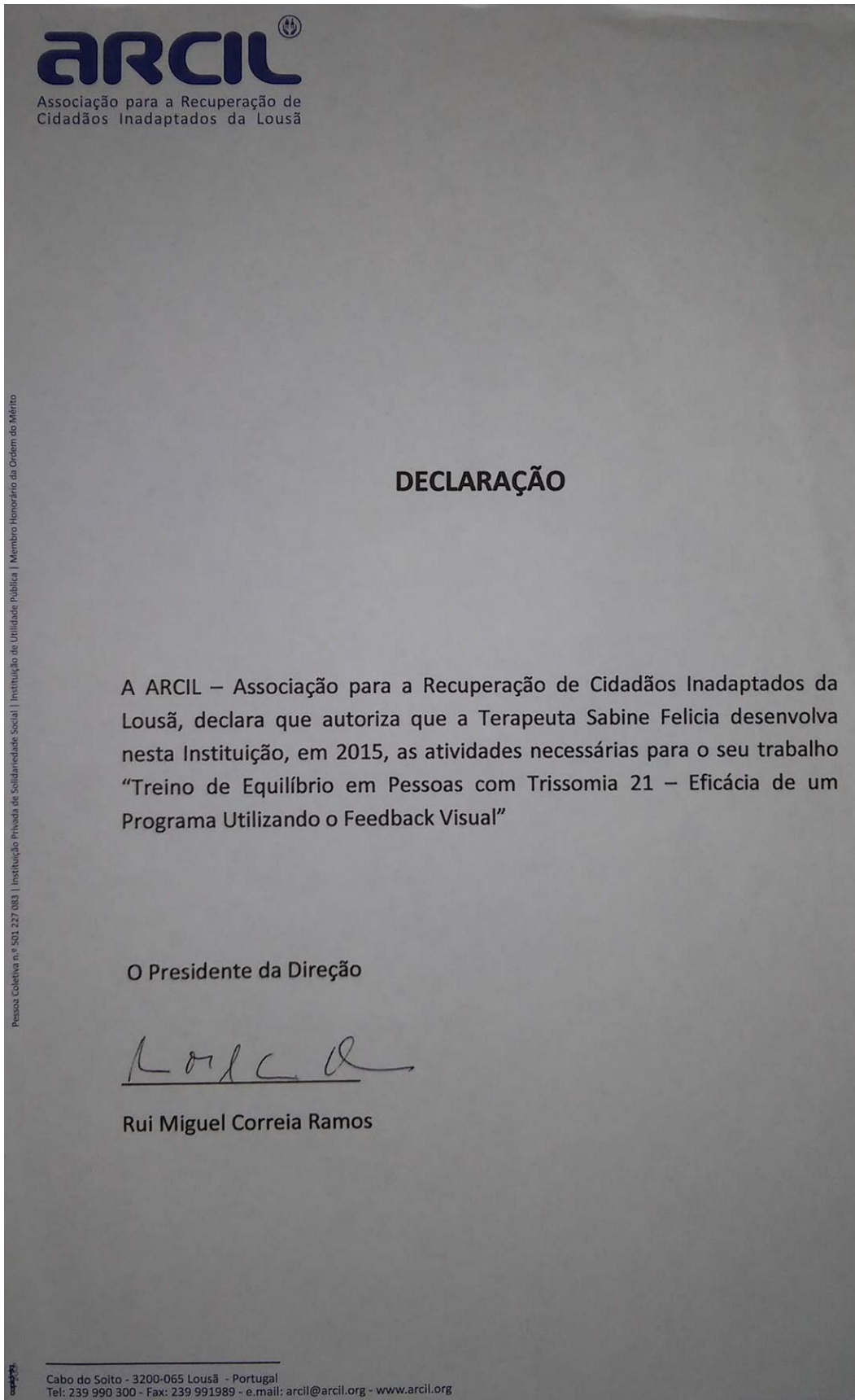


(Ana Isabel Violante da Cruz, Dr.ª)

Associação Portuguesa de Pais e Amigos do Cidadão Deficiente Mental de Coimbra

Rua Vicente Pinheiro, nº 18  
3090-030 COIMBRA  
[www.appacdm.coimbra.pt](http://www.appacdm.coimbra.pt)

Telefone: 239 706370  
Fax: 239 704130  
[geral\\_appacdm@vodafone.pt](mailto:geral_appacdm@vodafone.pt)





## **Anexo III- Escala de Equilíbrio de Berg**

**1. Posição sentada para posição em pé**

*Instruções:* Por favor, levante-se. Tente não usar as suas mãos como suporte

- ( 4 ) capaz de se levantar sem utilizar as mãos e estabilizar-se de forma independente
- ( 3 ) capaz de se levantar de forma independente utilizando as mãos
- ( 2 ) capaz de se levantar utilizando as mãos após diversas tentativas
- ( 1 ) necessita de ajuda mínima para se levantar ou estabilizar
- ( 0 ) necessita de ajuda moderada ou máxima para se levantar

**2. Permanecer em pé sem apoio**

*Instruções:* Por favor, fique em pé, durante 2 minutos sem se apoiar.

- ( 4 ) capaz de permanecer em pé com segurança por 2 minutos
- ( 3 ) capaz de permanecer em pé por 2 minutos com supervisão
- ( 2 ) capaz de permanecer em pé por 30 segundos sem apoio
- ( 1 ) necessita de várias tentativas para permanecer em pé por 30 segundos sem apoio
- ( 0 ) incapaz de permanecer em pé por 30 segundos sem apoio

Se for capaz de permanecer em pé por 2 minutos sem apoio, registe o número total de pontos no item número 3 e continue com o item número 4.

**3. Permanecer sentado sem apoio nas costas, mas com os pés apoiados no chão ou num banquinho**

*Instruções:* Por favor, fique sentado sem apoiar as costas com os braços cruzados por 2 minutos.

- ( 4 ) capaz de permanecer sentado com segurança e com firmeza por 2 minutos
- ( 3 ) capaz de permanecer sentado por 2 minutos sob supervisão
- ( 2 ) capaz de permanecer sentado por 30 segundos
- ( 1 ) capaz de permanecer sentado por 10 segundos
- ( 0 ) incapaz de permanecer sentado sem apoio durante 10 segundos

**4. Posição em pé para posição sentada**

*Instruções:* Por favor, sente-se.

- ( 4 ) senta-se com segurança com uso mínimo das mãos
- ( 3 ) controla a descida utilizando as mãos
- ( 2 ) utiliza a parte posterior das pernas contra a cadeira para controlar a descida
- ( 1 ) senta-se de forma independente, mas tem descida sem controle
- ( 0 ) necessita de ajuda para sentar-se

\_\_\_\_\_ total parcial

### 5. Transferências

*Instruções:* Arrume as cadeiras perpendicularmente ou uma de frente para a outra para uma transferência em pivô.

Por favor, transferir-se de uma cadeira com apoio de braço para uma cadeira sem apoio de braço, e vice-versa

- ( 4 ) capaz de se transferir com segurança com uso mínimo das mãos
- ( 3 ) capaz de se transferir com segurança com o uso das mãos
- ( 2 ) capaz de se transferir seguindo orientações verbais com/ou supervisão
- ( 1 ) necessita de uma pessoa para ajudar
- ( 0 ) necessita de duas pessoas para ajudar ou supervisionar para realizar a tarefa com segurança

### 6. Permanecer em pé sem apoio com os olhos fechados

*Instruções:* Por favor, fique em pé e feche os olhos por 10 segundos.

- ( 4 ) capaz de permanecer em pé por 10 segundos com segurança
- ( 3 ) capaz de permanecer em pé por 10 segundos com supervisão
- ( 2 ) capaz de permanecer em pé por 3 segundos
- ( 1 ) incapaz de permanecer com os olhos fechados durante 3 segundos, mas mantém-se em pé
- ( 0 ) necessita de ajuda para não cair

### 7. Permanecer em pé sem apoio com os pés juntos

*Instruções:* Por favor, junte os seus pés e fique em pé sem se apoiar.

- ( 4 ) capaz de posicionar os pés juntos de forma independente e permanecer por 1 minuto com segurança
- ( 3 ) capaz de posicionar os pés juntos de forma independente e permanecer por 1 minuto com supervisão
- ( 2 ) capaz de posicionar os pés juntos de forma independente e permanecer por 30 segundos
- ( 1 ) necessita de ajuda para se posicionar, mas é capaz de permanecer com os pés juntos durante 15 segundos
- ( 0 ) necessita de ajuda para se posicionar e é incapaz de permanecer nessa posição por 15 segundos

### 8. Alcançar à frente com o braço estendido permanecendo em pé

*Instruções:* Levante o braço a 90°. Estique os dedos e tente alcançar a frente o mais longe possível.

(O examinador posiciona a régua no fim da ponta dos dedos. A medida registada é a distância que os dedos conseguem alcançar na inclinação).

Por Favor, se possível, use ambos os braços de forma a evitar rotação do tronco.

- ( 4 ) pode avançar à frente mais que 25 cm com segurança
- ( 3 ) pode avançar à frente mais que 12,5 cm com segurança
- ( 2 ) pode avançar à frente mais que 5 cm com segurança
- ( 1 ) pode avançar à frente, mas necessita de supervisão
- ( 0 ) perde o equilíbrio na tentativa, ou necessita de apoio externo

\_\_\_\_\_ total parcial

**9. Pegar um objecto do chão a partir de uma posição em pé**

*Instruções:* Por favor, pegue o objeto que está na frente dos seus pés.

- ( 4 ) capaz de pegar o sapato/chinelo com facilidade e segurança
- ( 3 ) capaz de pegar o sapato/chinelo, mas necessita de supervisão
- ( 2 ) incapaz de pegá-lo, mas se estica até ficar a 2-5 cm do chinelo e mantém o equilíbrio de forma independente
- ( 1 ) incapaz de pegá-lo, necessitando de supervisão enquanto está tentando
- ( 0 ) incapaz de fazer, ou necessita de ajuda para não perder o equilíbrio ou cair

**10. Virar-se e olhar para trás por cima dos ombros direito e esquerdo enquanto permanece em pé**

*Instruções:* Por favor, vire-se para olhar diretamente atrás de você por cima, do seu ombro esquerdo sem tirar os pés do chão. Faça o mesmo por cima do ombro direito.

- ( 4 ) olha para trás de ambos os lados com uma boa distribuição do peso
- ( 3 ) olha para trás somente de um lado; o lado contrário demonstra menor distribuição do peso
- ( 2 ) vira somente para os lados, mas mantém o equilíbrio
- ( 1 ) necessita de supervisão para virar
- ( 0 ) necessita de ajuda para não perder o equilíbrio ou cair

**11. Girar 360 graus**

*Instruções:* Por favor, gire sobre si mesmo.

Faça uma pausa. Gire em sentido contrário.

- ( 4 ) capaz de girar 360 graus com segurança em 4 segundos ou menos
- ( 3 ) capaz de girar 360 graus com segurança somente para um lado em 4 segundos ou menos
- ( 2 ) capaz de girar 360 graus com segurança, mas lentamente
- ( 1 ) necessita de supervisão próxima ou orientações verbais
- ( 0 ) necessita de ajuda enquanto gira

**12. Posicionar os pés alternadamente no degrau/banquinho enquanto permanece em pé sem apoio**

*Instruções:* Por favor, toque cada pé alternadamente no degrau/banquinho.

Continue até que cada pé tenha tocado o degrau/banquinho quatro vezes..

- ( 4 ) capaz de permanecer em pé de forma independente e com segurança, completando 8 movimentos em 20 segundos
- ( 3 ) capaz de permanecer em pé de forma independente e completar 8 movimentos em mais que 20 segundos
- ( 2 ) capaz de completar 4 movimentos sem ajuda
- ( 1 ) capaz de completar mais que 2 movimentos com o mínimo de ajuda
- ( 0 ) incapaz de fazer, ou necessita de ajuda para não cair

\_\_\_\_\_ total parcial



**13. Permanecer em pé sem apoio com um pé à frente**

*Instruções:* Coloque um pé directamente à frente do outro na mesma linha. Se achar, que não irá conseguir, coloque o pé um pouco mais à frente do outro e levemente para o lado.

- ( 4 ) capaz de colocar um pé imediatamente à frente do outro de forma independente, e permanecer por 30 segundos
- ( 3 ) capaz de colocar um pé um pouco mais à frente do outro e levemente para o lado de forma independente, e permanecer por 30 segundos
- ( 2 ) capaz de dar um pequeno passo de forma independente e permanecer por 30 segundos
- ( 1 ) necessita de ajuda para dar o passo, porém permanece por 15 segundos
- ( 0 ) perde o equilíbrio ao tentar dar um passo ou ficar de pé

**14. Permanecer em pé sobre uma perna**

*Instruções:* Fique em pé sobre uma perna o máximo que puder sem se segurar.

- ( 4 ) capaz de levantar uma perna de forma independente e permanecer por mais que 10 segundos
- ( 3 ) capaz de levantar uma perna de forma independente e permanecer por 5-10 segundos
- ( 2 ) capaz de levantar uma perna de forma independente e permanecer por 3-4 segundos
- ( 1 ) tenta levantar uma perna, mas é incapaz de permanecer por 3 segundos, embora permaneça em pé de forma independente
- ( 0 ) incapaz de fazer, ou necessita de ajuda para não cair

**Resultado Total (Máximo = 56)**

Entre 41 e 56 pontos – baixo risco de queda  
Entre 21 e 40 pontos – médio risco de queda  
Entre 0 e 20 pontos – elevado risco de queda





## **Apêndice I- Protocolo de aquisição de dados**

## **PROTOCOLO DE AQUISIÇÃO DE DADOS**

### **1. Questões éticas**

- a. Toda a recolha de dados deverá ser precedida pela obtenção do consentimento informado do representante legal.
- b. A recolha não deverá prosseguir na eventualidade do participante manifestar qualquer reação adversa ou caso se recuse a colaborar.

### **2. Local do estudo**

- a. Deverá ser familiar ao participante.
- b. Deverá ter condições adequadas de iluminação, temperatura e ruído.
- c. Deverá possibilitar a presença apenas do Fisioterapeuta e participante.

### **3. Participantes**

#### **Critérios de inclusão**

- Pessoas com trissomia 21;
- Maiores de 18 anos;
- Desempenho da atividade de andar com duração igual ou superior a 10m.

#### **Critérios de exclusão**

- Indivíduos com epilepsia não controlada.
- Indivíduos com baixa visão.
- Utilizadores de auxiliares de marcha.

### **4. Material necessário**

- Equipamento Physiosensing
- Plataforma de forças Bertec
- Fita métrica
- Degrau
- Bloco de notas e caneta
- Balança

## 5. Estratégia de recolha

- O questionário sociodemográfico e clínico deverá ser preenchido previamente às sessões de treino e recolha de dados.
- Todos os participantes do grupo experimental deverão ser avaliados pela escala

de equilíbrio de Berg (EEB) e pela Plataforma Bertec no início do estudo (T0) e no final das 6 semanas (T1).

- Todos os participantes deverão ter uma sessão prévia de treino com o Physiosensing.
- Os participantes do grupo experimental realizarão os exercícios selecionados para a avaliação no Physiosensing com uma margem de tolerância de 5%. Cada exercício tem a duração de 15 segundos e serão realizados apenas uma vez. Os participantes irão realizar todos os exercícios no plano sagital, ântero-posterior, global, membros inferiores, levantar/sentar e exercícios de lateralidade (exercícios de alinhamento do centro de massa e transferência de carga). Não é permitido em nenhum exercício o apoio lateral dos braços, nos apoios da cadeira.
- Na avaliação pela plataforma Bertec os indivíduos devem estar sobre a plataforma e o posicionamento dos pés durante as avaliações deve ser confortável para os participantes desde que a base de sustentação não exceda a largura dos ombros. Os participantes devem manter a posição estática durante 15 segundos ao mesmo tempo que olham para um quadro que se situa a 1,5m.

## 6. Procedimento de recolha no Physiosensing

- a. Registo da altura do participante.
- b. Registo do participante no software Physiosensing.
- c. Os participantes deverão estar descalços (com meias).
- d. Pesagem do participante na posição de pé.

e. Posicionamento inicial da posição de sentado:

- i. Centro do corpo alinhado com a posição intermédia da cadeira em todos os exercícios.
- ii. Garantir que 70% do peso está suportado pela cadeira (ferramenta de pesagem livre).
- iii. Os maléolos externos deverão coincidir com a divisão ântero-posterior da plataforma Hércules.
- iv. A distância dos pés aos bordos laterais da plataforma deverá ser semelhante.
- v. A face anterior do ombro deverá estar alinhada com a aresta frontal do assento da cadeira Mégara.
- vi. Garantir que 70% do peso esta suportado pela cadeira (ferramenta de pesagem livre).
- vii. Iniciar o treino predefinido.

f. Plano de intervenção:

- i. Os participantes irão realizar todos os exercícios no plano sagital, ântero-posterior, membros inferiores e lateralidades. Cada exercício tem a duração de 15 segundos, com 3 repetições cada. Serão realizados duas vezes por semana ao longo de 6 semanas. Os exercícios selecionados serão realizados com uma margem de tolerância de 5%.
- g. Deverão ser registados em bloco de notas todos os eventos adversos ao procedimento delineado.

## Exercícios a realizar no Physiosensing

### Exercícios de Equilíbrio

#### Plano sagital 1

Visualizar a distribuição de carga no plano sagital e atingir a posição de equilíbrio o maior tempo possível na cadeira mégara.

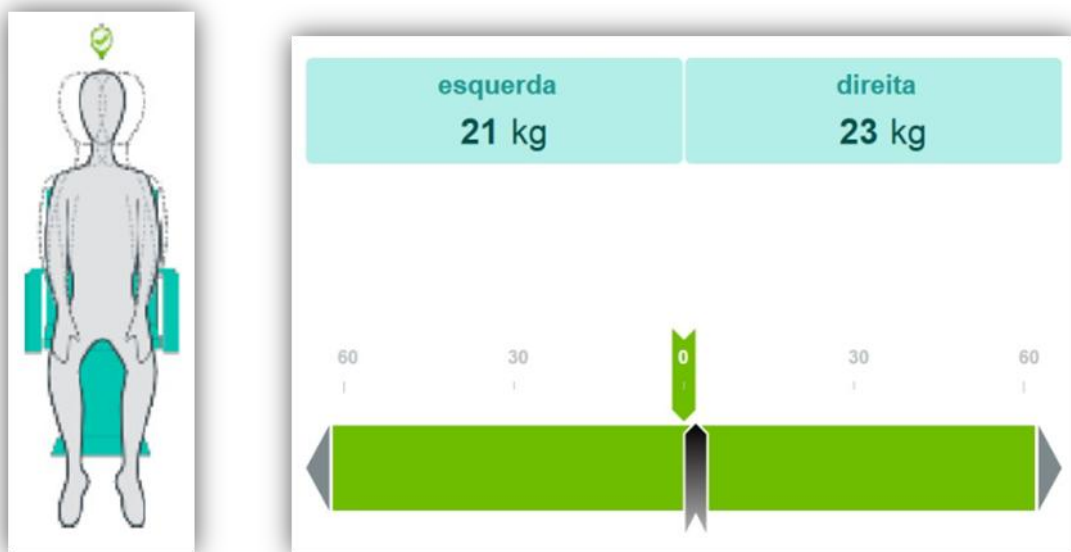


Figura 1- Ilustração do exercício para avaliação da distribuição da carga no plano sagital 1 e representação da interface visual

### Plano Sagital 2

Visualizar a distribuição de carga no plano sagital e atingir a posição de equilíbrio o maior tempo possível contabilizando os efeitos medidos com a cadeira mégara e a plataforma hércules.

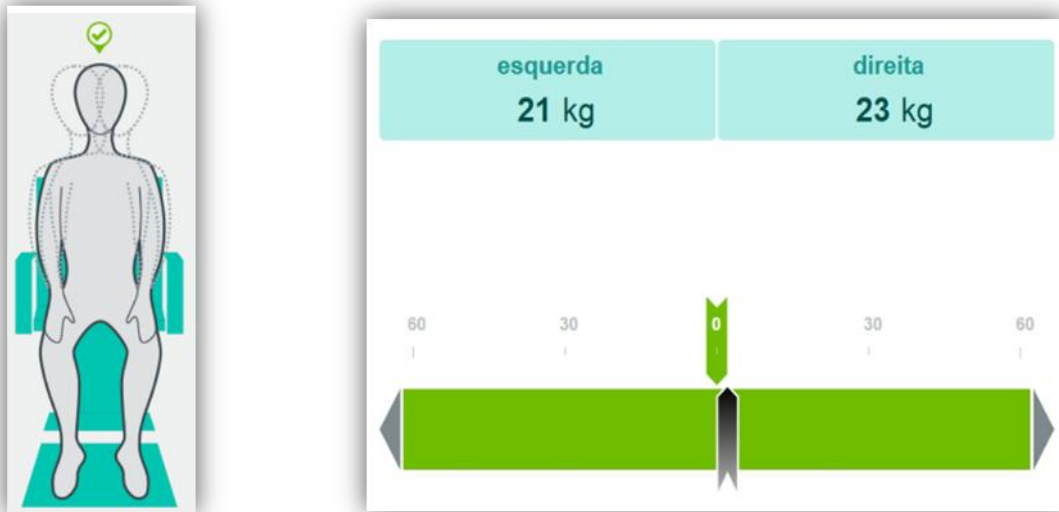


Figura 2- Ilustração do exercício para avaliação da distribuição da carga no plano sagital 2 e representação da interface visual

### Plano Sagital 3

Visualizar a distribuição de carga no plano sagital e atingir a posição de equilíbrio o maior tempo possível na plataforma hércules.



Figura 3- Ilustração do exercício para avaliação da distribuição da carga no plano sagital 3 e representação da interface visual

### Plano Ântero-Posterior

Visualizar a distribuição da carga no plano Antero- posterior e atingir a posição de equilíbrio o maior tempo possível na plataforma héracles.

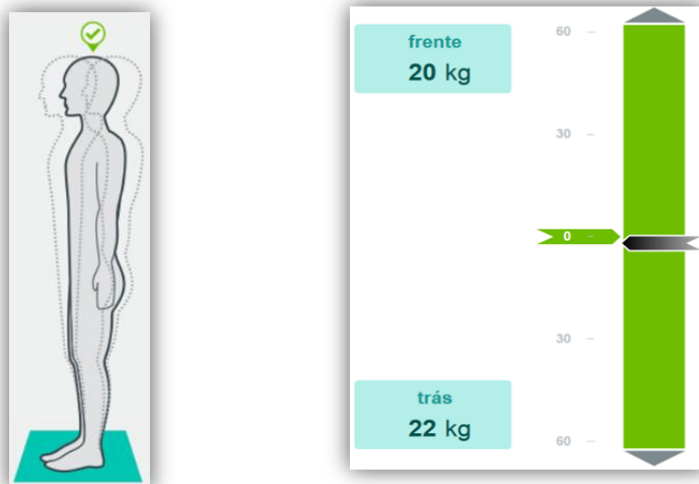


Figura 4- Ilustração do exercício para avaliação da distribuição da carga no plano antero-posterior e representação da interface visual

### Plano Global

Visualizar a distribuição da carga nos planos Antero- posterior e sagital em simultâneo e atingir a posição de equilíbrio o maior tempo possível na plataforma héracles.

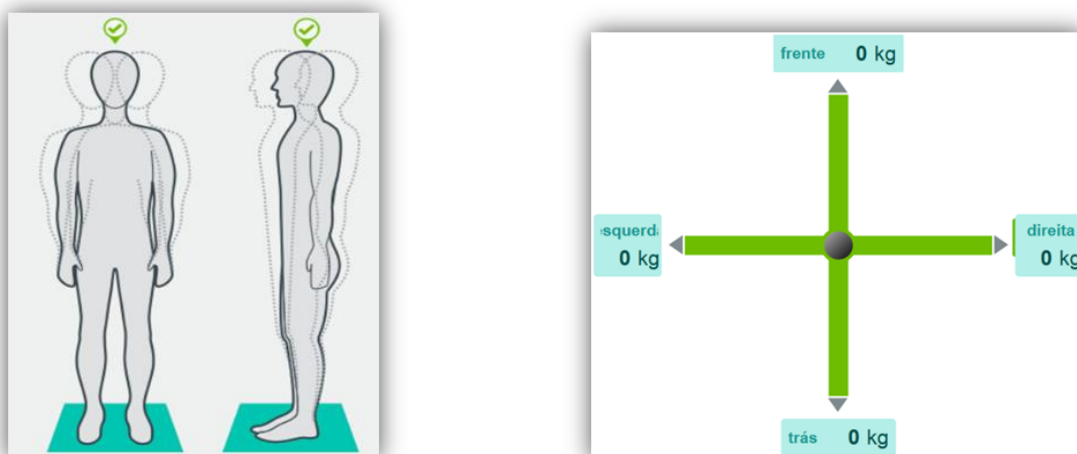


Figura 5- Ilustração do exercício para avaliação da distribuição da carga no plano antero-posterior e sagital e representação da interface visual



## Exercícios de transferência de carga

### Lateralidade 1

Estar sentado na cadeira Mégara e promover a transferência do seu peso no plano sagital. Registrar os máximos alcançados e tentar superar-se.

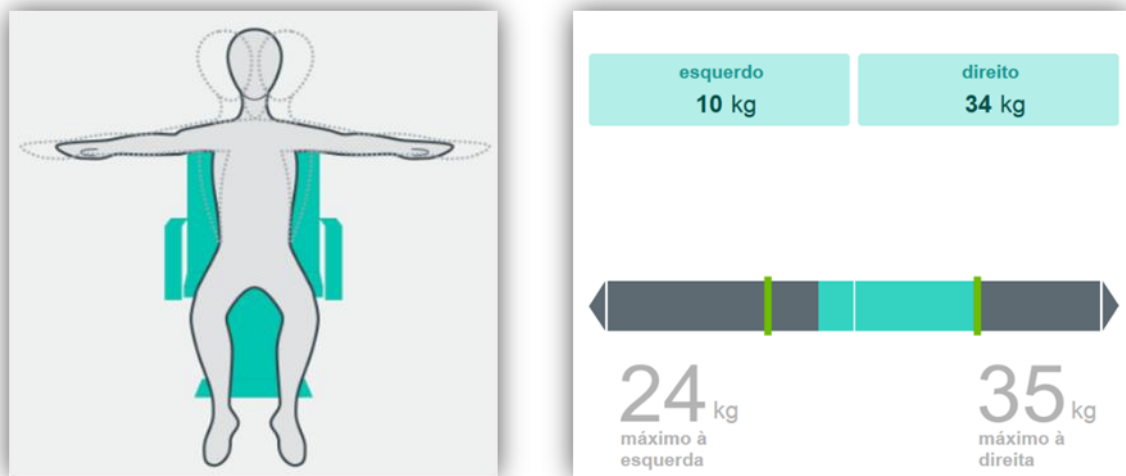


Figura 6- Ilustração do exercício de transferência de carga no plano sagital

## Lateralidade 2

Estar sentado na cadeira Mégara com os membros inferiores assentes na plataforma héracles e promover a transferência do seu peso no plano sagital. Registrar os máximos alcançados e tentar superar-se.

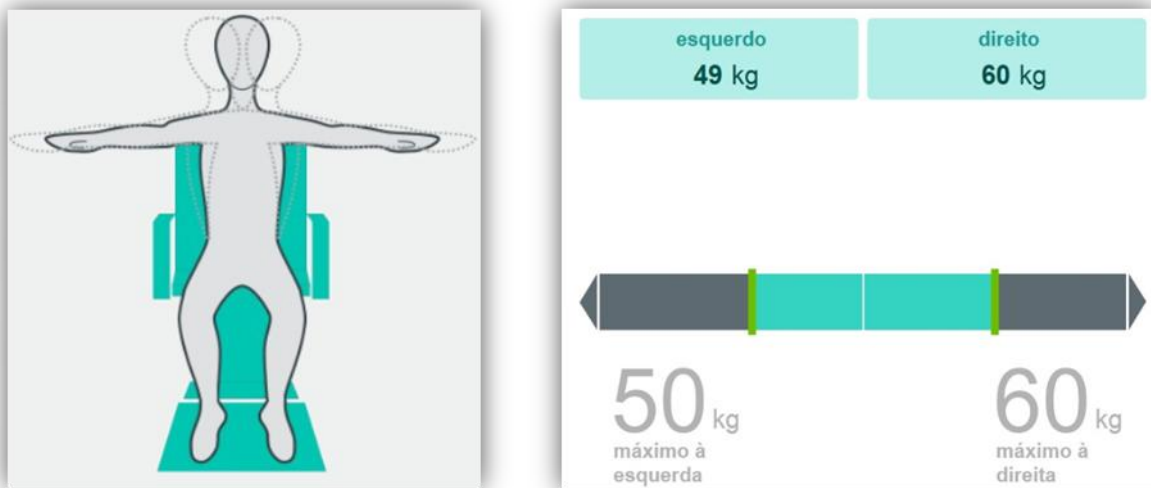


Figura 7- Ilustração do exercício de transferência de carga no plano sagital com os membros inferiores apoiados na plataforma héracles

### Lateralidade 3

Estar em pé sobre a plataforma héracles e promover a transferência do seu peso no plano sagital. Registrar os máximos alcançados e tentar superar-se.



Figura 8- Ilustração do exercício de transferência de carga no plano sagital em cima da plataforma héracles

### Ântero-posterior transferência de carga

Estar sobre a plataforma héracles e promover a transferência do seu peso no plano ântero-posterior. Registrar os máximos alcançados e tentar superar-se.



Figura 9- Ilustração do exercício de transferência de carga no plano antero-posterior em cima da plataforma héracles

## Membros inferiores

Estar sentado e transferir o peso que se está a exercer na cadeira mégara o mais possível para os seus membros inferiores assentos que estão sobre a plataforma héracles sem se levantar. Registrar o peso máximo alcançado e tentar superar-se.

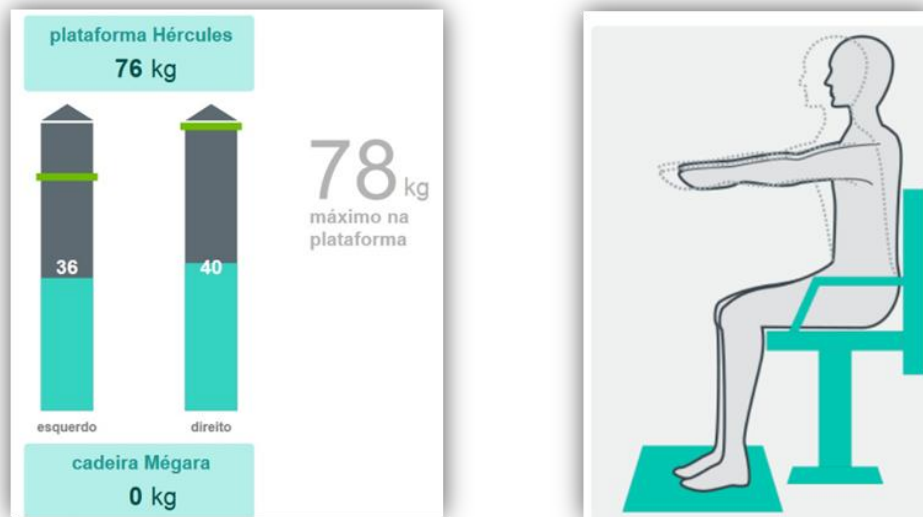


Figura 10- Ilustração do exercício de transferência do peso para os membros inferiores assentes na plataforma héracles

## Distribuição de carga

Analisar o seu padrão de movimento na ação de levantar e sentar analisando de que forma distribui o seu peso nos seus membros inferiores em tempo real. Quantificar a diferença entre eles.

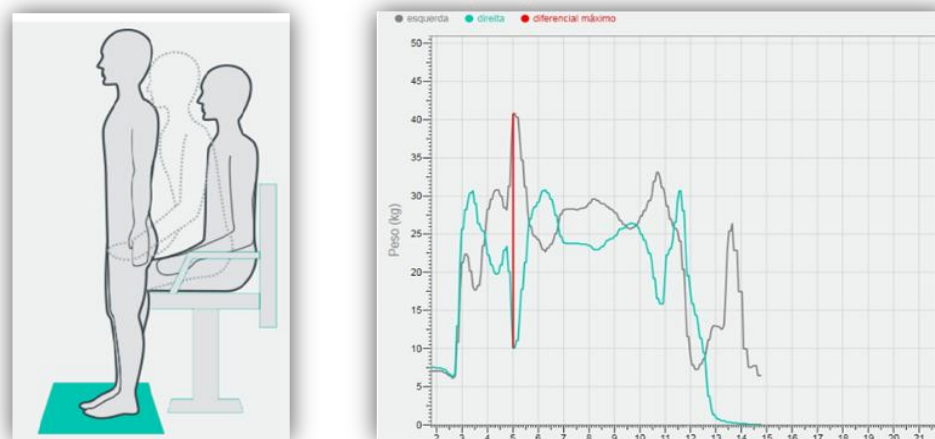


Figura 11- Ilustração do exercício de levantar e sentar

## **Apêndice II- Carta informativa aos representantes legais**



Exmo (a) Senhor (a),

No âmbito do plano de estudos do Mestrado em Fisioterapia da Escola Superior de Saúde de Aveiro com início em 2013, encontro-me nesta fase a realizar um estudo com o dispositivo Physiosensing (figura ilustrativa em baixo).

Este trabalho de investigação pretende avaliar a eficácia de um programa de treino do equilíbrio utilizando o feedback visual em pessoas com trissomia 21.

Para poder iniciar esta investigação, a qual foi autorizada pela Direção Técnica da APPACDM Coimbra, solicito a sua autorização para poder iniciar o estudo visando no final do estudo uma melhoria no equilíbrio dos participantes do estudo, promovendo a diminuição do risco de quedas e melhorando a sua qualidade de vida relacionada com a saúde.

A colaboração será **voluntária** e o treino será realizado ao longo de 6 semanas, com duas sessões semanais. Cada sessão terá a duração de cerca de 30 minutos. Em cada sessão serão realizados exercícios simples na posição de sentado e de pé avaliados e registados pelo dispositivo e por um fisioterapeuta. O participante pode desistir a qualquer momento sem qualquer penalização.

Comprometemo-nos a salvaguardar os interesses do seu educando, assegurando uma rigorosa confidencialidade da informação recolhida e colocando-nos totalmente disponíveis para qualquer informação ou intervenção considerada útil. No final do trabalho faremos chegar informação sobre os resultados obtidos.

Antecipadamente, grata pela vossa disponibilidade para com este trabalho, em caso de autorizarem, solicito que devolva com a maior brevidade possível o **consentimento informado** para a participação do seu educando neste estudo pelo mesmo meio que lhe tenha sido entregue.

A Investigadora,

---

(Sabine Felícia)

Contactos:

Sabine Felícia

Unidade Funcional de São Silvestre

Tlf: 916945576



Physiosensing – Cadeira, Plataforma e Display  
([www.sensingfuture.pt](http://www.sensingfuture.pt))



Exmo (a) Senhor (a),

No âmbito do plano de estudos do Mestrado em Fisioterapia da Escola Superior de Saúde de Aveiro com início em 2013, encontro-me nesta fase a realizar um estudo com o dispositivo Physiosensing (figura ilustrativa em baixo).

Este trabalho de investigação pretende avaliar a eficácia de um programa de treino do equilíbrio utilizando o feedback visual em pessoas com trissomia 21.

Para poder iniciar esta investigação, a qual foi autorizada pela Direção Técnica da Arcil, solicito a sua autorização para poder iniciar o estudo visando no final do estudo uma melhoria no equilíbrio dos participantes do estudo, promovendo a diminuição do risco de quedas e melhorando a sua qualidade de vida relacionada com a saúde.

A colaboração será **voluntária** e o treino será realizado ao longo de 6 semanas, com duas sessões semanais. Cada sessão terá a duração de cerca de 30 minutos. Em cada sessão serão realizados exercícios simples na posição de sentado e de pé avaliados e registados pelo dispositivo e por um fisioterapeuta. O participante pode desistir a qualquer momento sem qualquer penalização.

Comprometemo-nos a salvaguardar os interesses do seu educando, assegurando uma rigorosa confidencialidade da informação recolhida e colocando-nos totalmente disponíveis para qualquer informação ou intervenção considerada útil. No final do trabalho faremos chegar informação sobre os resultados obtidos.

Antecipadamente, grata pela vossa disponibilidade para com este trabalho, em caso de autorizarem, solicito que devolva com a maior brevidade possível **o consentimento informado** para a participação do seu educando neste estudo pelo mesmo meio que lhe tenha sido entregue.

A Investigadora,



Contactos:

Sabine Felícia

Arcil

Tlf: 916945576

---

(Sabine Felícia)



Physiosensing – Cadeira, Plataforma e Display  
([www.sensingfuture.pt](http://www.sensingfuture.pt))

## **Apêndice III- Pedido de autorização às Instituições**



Exmos Senhores da Direção Técnica da APPACDM,

No âmbito do plano de estudos do Mestrado em Fisioterapia da Escola Superior de Saúde de Aveiro com início em 2013, encontro-me nesta fase a realizar um estudo de investigação intitulado “Treino de equilíbrio em pessoas com trissomia 21: Eficácia de um programa utilizando o feedback visual”. Este estudo pretende realizar o treino de equilíbrio em pessoas com trissomia 21, promovendo a diminuição do risco de quedas nesta população, melhorando a sua qualidade de vida relacionada com a saúde. A capacidade de controlar o equilíbrio é um requisito importante para um correto desempenho das atividades funcionais e uma falha nesse controlo pode limitar o desempenho dos indivíduos com trissomia 21 nas atividades da vida diária. Os problemas relacionados com o equilíbrio e marcha são fatores de risco para a ocorrência de quedas. A população com trissomia 21 apresentam uma taxa de quedas elevada e conseqüentemente um risco aumentado de lesões que estão relacionadas com a baixa densidade mineral óssea que eles apresentam. Conseqüentemente torna-se indispensável melhorar o equilíbrio destes indivíduos.

Neste estudo, serão incluídos todos os indivíduos com trissomia 21 de ambos os sexos, com idade superior a 18 anos, com desempenho da atividade de andar com duração igual ou superior a 10 min. O estudo será realizado na APPACDM de Coimbra (respetivas unidades funcionais). A amostra em estudo será dividida em dois grupos, um de controlo, que irá realizar exercícios de treino de equilíbrio em contexto de fisioterapia convencional e o grupo de intervenção que irá realizar exercícios na plataforma de equilíbrio Physiosensing. O projeto terá a duração de 6 semanas, com 2 sessões semanais e não envolverá custos adicionais para os participantes nem para a instituição. Espera-se que no final da intervenção, os participantes tenham melhorado significativamente o equilíbrio.

A colaboração será voluntária, terá cerca de 20 a 25 minutos de duração e consiste na realização de alguns exercícios simples na posição de sentado e de pé avaliados e registados pelo dispositivo e por um fisioterapeuta. Os participantes poderão desistir a qualquer momento sem qualquer penalização.

Comprometo-me a salvaguardar os interesses de todos os participantes, assegurando uma rigorosa confidencialidade da informação recolhida e estando totalmente disponível para qualquer informação ou intervenção considerada útil. No final do

trabalho se assim desejarem, será disponibilizada informação sobre os resultados obtidos.

Assim, para poder iniciar esta investigação na APPACDM de Coimbra, será necessária uma autorização escrita por parte da vossa instituição.

Antecipadamente, agradeço a disponibilidade para com esta investigação.

Com os melhores cumprimentos,

Sabine Felícia

(Sabine Felícia)



Exmos Senhores da Direção Técnica da Arcil,

No âmbito do plano de estudos do Mestrado em Fisioterapia da Escola Superior de Saúde de Aveiro com início em 2013, encontro-me nesta fase a realizar um estudo de investigação intitulado “Treino de equilíbrio em pessoas com trissomia 21: Eficácia de um programa utilizando o feedback visual”. Este estudo pretende realizar o treino de equilíbrio em pessoas com trissomia 21, promovendo a diminuição do risco de quedas nesta população, melhorando a sua qualidade de vida relacionada com a saúde. A capacidade de controlar o equilíbrio é um requisito importante para um correto desempenho das atividades funcionais e uma falha nesse controlo pode limitar o desempenho dos indivíduos com trissomia 21 nas atividades da vida diária. Os problemas relacionados com o equilíbrio e marcha são fatores de risco para a ocorrência de quedas. A população com trissomia 21 apresentam uma taxa de quedas elevada e conseqüentemente um risco aumentado de lesões que estão relacionadas com a baixa densidade mineral óssea que eles apresentam. Conseqüentemente torna-se indispensável melhorar o equilíbrio destes indivíduos.

Neste estudo, serão incluídos todos os indivíduos com trissomia 21 de ambos os sexos, com idade superior a 18 anos, com desempenho da atividade de andar com duração igual ou superior a 10 min. O estudo será realizado na Arcil. A amostra em estudo será dividida em dois grupos, um de controlo, que irá realizar exercícios de treino de equilíbrio em contexto de fisioterapia convencional e o grupo de intervenção que irá realizar exercícios na plataforma de equilíbrio Physiosensing. O projeto terá a duração de 6 semanas, com 2 sessões semanais e não envolverá custos adicionais para os participantes nem para a instituição. Espera-se que no final da intervenção, os participantes tenham melhorado significativamente o equilíbrio.

A colaboração será voluntária, terá cerca de 20 a 25 minutos de duração e consiste na realização de alguns exercícios simples na posição de sentado e de pé avaliados e registados pelo dispositivo e por um fisioterapeuta. Os participantes poderão desistir a qualquer momento sem qualquer penalização.

Comprometo-me a salvaguardar os interesses de todos os participantes, assegurando uma rigorosa confidencialidade da informação recolhida e estando totalmente disponível para qualquer informação ou intervenção considerada útil. No final do

trabalho se assim desejarem, será disponibilizada informação sobre os resultados obtidos.

Assim, para poder iniciar esta investigação na APPACDM de Coimbra, será necessária uma autorização escrita por parte da vossa instituição.

Antecipadamente, agradeço a disponibilidade para com esta investigação.

Com os melhores cumprimentos,

Sabine Felícia

(Sabine Felícia)