

CENTRO UNIVERSITÁRIO CENTRAL PAULISTA – UNICEP

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

LARYSSA DEBORA CALEGARO MARIA

**A VIABILIDADE DA TERAPIA ROBÓTICA COM ÊNFASE NO TORNOZELO
PARA INDIVÍDUOS PORTADORES DA DOENÇA DE PARKINSON**

SÃO CARLOS

2020

LARYSSA DEBORA CALEGARO MARIA

**A VIABILIDADE DA TERAPIA ROBÓTICA COM ÊNFASE NO TORNOZELO
PARA INDIVÍDUOS PORTADORES DA DOENÇA DE PARKINSON**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
como requisito para obtenção de título de
Bacharel em Fisioterapia pelo Centro
Universitário Central Paulista – UNICEP.

Orientadora: Prof^ª Ms. Kelly R. Serafim

Coorientadora: Dra Marcela A. S. Couto

SÃO CARLOS

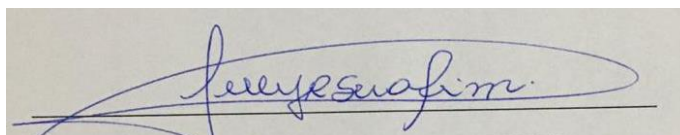
2020

**A VIABILIDADE DA TERAPIA ROBÓTICA COM ÊNFASE NO TORNOZELO
PARA INDIVÍDUOS PORTADORES DA DOENÇA DE PARKINSON**

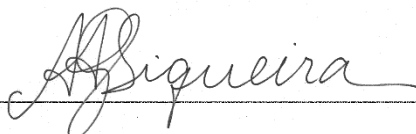
LARYSSA DEBORA CALEGARO MARIA

Aprovada em 08/12/2020

BANCA EXAMINADORA



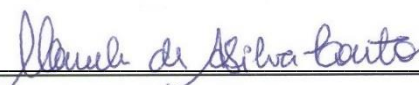
Profª. Ms. Kelly Regina Serafim



Profº Dr Adriano A. Siqueira



Profª Ms. Sandra M. B. Doltrário



Profª Dra Marcela A. Silva Couto

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho a toda a minha família, a quem as bases me deram para chegar até aqui.

”Se, a principio, a ideia não é absurda, então não há esperança para ela”

Albert Einstein (1878-1955)

AGRADECIMENTOS

Com gratidão, dedico este trabalho a Deus, que fez com que os meus objetivos fossem alcançados, por me permitir ultrapassar todos os obstáculos encontrados ao longo dos meus anos de estudo.

Agradeço a minha mãe Vivian, aos meus avós Wilson e Laurinda, ao meu irmão Matheus, ao meu companheiro Gustavo, que me incentivaram nos momentos difíceis, me acolheram com amor e carinho e compreenderam a minha ausência enquanto eu me dedicava à realização deste trabalho. Agradeço ao meu padrasto João Paulo, pelos conselhos dados, pelo apoio, que muito contribuiu neste processo. Ao meu tio Marcelo, pela ajuda e paciência com a qual me guiou em inúmeros momentos deste trabalho.

A minha orientadora Prof^ª Ms. Kelly Serafim, pelo paciente trabalho e dedicação no pouco tempo que lhe coube, pelas suas correções e incentivos.

A minha coorientadora Dra. Marcela A. Silva Couto, e ao Prof^º Dr Adriano A.G. Siqueira pela oportunidade, aplicação e empenho em me ajudar a iniciar a carreira acadêmica no Laboratório de Reabilitação Robótica da Escola de Engenharia da Universidade de São Paulo (EESC-USP) e a FAPESP pela confiança e participação na minha carreira.

A todos os professores que me proporcionaram o conhecimento não apenas racional, mas a manifestação do caráter e afetividade da educação no processo de formação profissional, por tanto que se dedicaram a mim, não somente por terem me ensinado, mas por terem me feito aprender. Terão sempre os meus eternos agradecimentos.

A todos que participaram, direta ou indiretamente do desenvolvimento deste trabalho de pesquisa, enriquecendo o meu processo de aprendizado

SÚMARIO

1 INTRODUÇÃO	13
2 OBJETIVOS	15
2.1 Objetivo Geral	15
2.2 Objetivo Especifico	15
3 HIPOTESE	15
4 METODOS.....	16
4.1 Aspectos Éticos	16
4.2 Participantes	16
4.3 Critérios de inclusão	16
4.4 Critérios de exclusão	16
4.4.1 Procedimentos.....	17
4.4.2 Instrumentos	17
4.4.3 Mini-Exame do estado mental	17
4.4.4 Escala de Hoehn e Yahr modificada.....	17
4.4.5 Escala unificada de avaliação para doença de Parkinson	18
4.4.6 Inventario de depressão de BECK	18
4.5 AVALIAÇÃO FUNCIONAL DA MARCHA.....	18
4.5.1 Escala de congelamento da marcha.....	18
4.5.2 Escala de eficiência de Quedas	18
4.5.3 Teste Timed Get Up And Go	19
4.5.4 Teste de caminhada de 10 metros	19
4.5.5 Teste de obstáculos	20
4.5.6 Terapia robótica de tornozelo	20
4.5.7 Jogos computacionais	21
6. INTERVENÇÃO.....	22
7. ANÁLISE ESTATÍSTICA	22

8.RESULTADOS.....	23
9. DISCUSSÃO	31
10. CONCLUSÃO	32

RESUMO

Hipótese: A hipótese do estudo é que o protocolo é viável para ser aplicado para pacientes portadores de Parkinson e que a sessão do protocolo influencia o desempenho funcional da marcha observados pelos testes de 10 metros e o TUG e suas variações. **Desenho:** Estudo piloto transversal descritivo. **Objetivo:** Verificar a viabilidade do uso da terapia robótica com o exoesqueleto Anklebot® em indivíduos portadores da Doença de Parkinson. **Métodos:** Uma amostra de participantes hemiparéticos com diagnóstico de Parkinson com um amostral de 8 pacientes. Foram mensurados o desempenho funcional da marcha por meio de testes e escalas específicos, entre elas o Teste de Caminhada de 10 metros, TUG e suas variações e Teste de Obstáculo, os Escores dos Jogos e os níveis de motivação por meio do questionário de Motivação Intrínseca. Para a análise estatística, foram aplicados Teste T de Student Pareado para comparação das avaliações pré e pós Terapia Robótica. O teste de Pearson foi utilizado para o cálculo das correlações. Foi considerado o nível de significância de 0.05, com um intervalo de confiança (IC) de 95% para todos os testes. **Resultados:** O desempenho satisfatório dos voluntários durante o jogo, sendo a taxa de acertos maior que 70 por cento. Além disso, os pacientes apresentaram níveis de interesse e valor relacionados à terapia robótica. Os domínios interesse/prazer ($p=0,025$; $R=0,82$) e valor/utilidade ($p=0,012$, $R=0,87$) da Escala de Motivação Intrínseca apresentaram fortes correlações com o score do jogo 2. Nossos resultados demonstram que os pacientes estavam mais ágeis durante a marcha, conforme os testes de obstáculo ($p=0,03$; $F=0,2$) e o teste de caminhada de 10 metros ($p=0,02$; $F=0,7$). Em relação as variações do TUG, não houve diferença significativa para o teste simples e para tarefa de cognição, porém o TUG associado a tarefa motora mostrou-se mais sensível que os outros ($p=0,05$; $F=0,06$). **Conclusão:** A terapia robótica do tornozelo associada ao vídeo game mostraram-se viáveis na reabilitação de indivíduos portadores da Doença de Parkinson. Foi possível observar melhora no desempenho durante a marcha, considerando a velocidade e estratégias de equilíbrio ao ultrapassar um obstáculo. Além disso, o jogo mostrou-se adequado para os níveis cognitivos, depressão e interesse dos indivíduos, quando consideramos as porcentagens de acertos durante o jogo. Ainda, o jogo foi capaz de promover motivação.

Palavras chaves: Doença de Parkinson, Fisioterapia Neurológica, Terapia Robótica; Desempenho neuromuscular de tornozelo, desempenho funcional da marcha.

ABSTRACT

Hypothesis: The study's hypothesis establishes that the protocol is feasible to be applied to patients with Parkinson's Disease and the protocol session influences the gait functional performance observed by the 10 m tests, the TUG and its variations.

Drawing: Transversal descriptive pilot study. **Objective:** verify the viability of the robotic therapy utilization together with the Anklebot exoskeleton in individuals with Parkinson's disease, before and after a protocol training session. The functional performance as well this individual's motivation shall be measured. **Methods:** A hemiparetic participants sample with Parkinson's disease diagnose with a 8 patients sample. **Results:** The present study shows satisfactory performance of the voluntaries during the game. Besides, the motivation questionnaire results revealed the patients presented interest and pleasure to fulfill the task proposed. The interest/pleasure domains ($p=0.025$; $R=0.82$) and value/utility ($p=0.012$; $R=0.87$) of the Motivation Intrinsic Scale presented strong correlations with the game 2 score (watermelon). Considering the second hypothesis, that the protocol session influences gait's functional performance observed by the 10 m, the TUG and its variations can also be accepted. The results demonstrated that the patients presented improved agility during the gait, according to the obstacle tests ($p=0.03$; $F=0.2$) and the 10 m walking test ($p=0.02$; $F=0.7$). In relation to the TUG variations no significative difference for the simple test and the cognitive task were observed, however the TUG associated with the motor task presented more sensitive that the other ($p=0.05$; $F=0.06$). **Conclusion:** It could be observed that robotic therapy of ankle associated with videogame are viable for the individuals with Parkinson's disease rehabilitation. It was possible to observe an improved performance during the gait considering speed and equilibrium strategies when an obstacle was overcome. Besides, the game is adequate for the cognitive levels, depression, and the individual's interest, when the hit percentage during the game is considered. Besides, the game was capable to promote motivation.

Key words: Parkinson's Disease, Neurological Physiotherapy, Robotic Therapy; Neuromuscular performance of ankle, gait kinematics.

1. INTRODUÇÃO

A doença de Parkinson (DP) é uma patologia crônico-degenerativa que afeta pessoas a partir da quinta década de vida, e é atribuída a fatores genéticos e idiopáticos (Alves et al, 2008). O quadro clínico dessa doença é caracterizado com tremor de repouso, rigidez, bradicinesia, instabilidade postural e distúrbios da marcha. (Shullman et al., 2008). Outro sinal comum observado é o “freezing” (congelamento), no início e durante a marcha, que se torna mais evidente nos movimentos de viradas em espaços estreitos. Desta forma, indivíduos com essa patologia perdem progressivamente a flexibilidade e a adaptabilidade em suas funções motoras gerando instabilidade postural e desordens do equilíbrio e da marcha (Jankovic, 2015).

Dentre as principais alterações observadas durante o desempenho da marcha de sujeitos com doença de Parkinson estão: dificuldade da regulação espaço-temporal, reduzido comprimento de passada (CP), maior frequência de passada (FP), maior tempo do duplo apoio dos pés no chão e maior variabilidade dos parâmetros espaços-temporais em relação aos sujeitos saudáveis (Hausdorff et al., 2003; Choet al., 2010; Frazzitta et al., 2013; Kleiner et al., 2015). Apresentam menor velocidade autosselecionada e menor número de passos por minuto quando comparado a indivíduos saudáveis (Morris et al. 2012). A diminuição da velocidade da marcha está diretamente associada à diminuição do comprimento da passada e da cadência, assim como, do aumento na proporção do tempo gasto na fase de duplo apoio. Estas alterações algumas vezes podem influenciar os testes funcionais utilizados na prática clínica.

Estudos focados no músculo tibial anterior, verificaram que pela estimulação da propriocepção em pontos específicos da sola do pé, especificamente a mudança do padrão de ativação deste músculo gera efeitos positivos sobre o controle postural de indivíduos com DP. Considerando que a propriocepção que permite para controle de postura e que esta está diretamente relacionada com o desempenho da marcha, a busca pelo controle e ativação adequada dos dorsiflexores e flexores plantares do tornozelo é especialmente importante (Ryosuke Chibaa,*, Kaoru Takakusaki a, Jun Ota b, Arito Yozuc, Nobuhiko Haga, 2016). A repetição do movimento corretamente executado e guiado com o auxílio de um dispositivo robótico pode ser considerado um estímulo proprioceptivo que pode influenciar o desempenho funcional do indivíduo, além disso, o jogo estimula aspectos da cognição e raciocínio lógico e reações e decisões motoras associadas com a cognição que podem influenciar no desempenho geral do indivíduo.

Os comprometimentos motores acima citados estão relacionados com episódios de quedas, que são os maiores determinantes da diminuição da mobilidade e da expectativa de vida, e, conseqüentemente da piora da qualidade de vida. A taxa de quedas em indivíduos com DP é extremamente alta, ou seja, 60% desses pacientes caem pelo menos uma vez (FAZANO et al., 2017). Além da instabilidade da marcha em solo nivelado, a travessia de obstáculos é uma tarefa que desafia o equilíbrio no dia-a-dia e também pode causar quedas em pessoas com doença de Parkinson (DP). Esta é fundamentalmente uma tarefa locomotora. É razoável esperar que se a capacidade de caminhar melhorar, a travessia de obstáculos também pode melhorar. As pessoas que falham em uma tarefa de passagem de obstáculos, cruzam o obstáculo mais lentamente em comparação com pessoas que passam. O teste envolve integração sensório motoras envolvendo membros inferiores, quadril e tronco (Mollaei et al, 2017).

A facilitação dos movimentos do tornozelo através da terapia robótica pode alterar a relação entre a ativação dos músculos dorsiflexores e flexores plantares e aumentar o controle postural, equilíbrio e velocidade durante a marcha. Todos esses efeitos levariam a melhora do desempenho da marcha (Vieira et al., 2013; Lenhart et al., 2014). Contudo, a terapia robótica com o Anklebot ainda não foi testada na população de indivíduos portadores da doença de Parkinson. O que confere relevância ao estudo por ser inédito.

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

O objetivo deste estudo é verificar a viabilidade do uso da terapia robótica com o exoesqueleto Anklebot® em indivíduos portadores da Doença de Parkinson. Foram coletados testes funcionais, escores dos jogos (erros e acertos) e níveis de motivação intrínseca desses após a sessão de Terapia Robótica.

2.2 Objetivos específicos:

Investigar o efeito imediato do protocolo de terapia robótica sobre o desempenho funcional de indivíduos portadores da doença de Parkinson.

Descrever o efeito do protocolo de terapia robótica com Anklebot® durante o teste de 10 metros e TUG e suas variações (variáveis de desfecho primário);

Descrever o efeito do protocolo de terapia robótica com Anklebot® sobre o desempenho durante o protocolo de terapia robótica (scores dos jogos) variáveis de desfecho secundário);

Comparar os achados com indivíduos considerando os períodos pré e pós-terapia robótica.

Correlacionar as variáveis de score do jogo com variáveis da funcionalidade da marcha.

3. HIPÓTESE

A hipótese do estudo é que o protocolo é viável para ser aplicado em pacientes portadores de Parkinson e que a sessão do protocolo influencia o desempenho funcional da marcha observados pelos testes de 10 metros e o TUG e suas variações

4. MÉTODOS

4.1 Aspectos Éticos

Um estudo transversal descritivo, realizado de acordo com as Diretrizes e Normas Regulamentadoras das Pesquisas Envolvendo Humanos (Resolução 196/1996, do Conselho Nacional de Saúde), e foi submetido ao Comitê de Ética em Pesquisa em Seres Humanos da UNICEP (CAAE: 10294019.7.1001.5380, No. Parecer: 3.489.903). Este estudo não promoveu riscos de acidentes para o paciente. O paciente foi instruído sobre a manobra de valsava durante as contrações. A pressão arterial foi monitorada e durante os testes de marcha, o paciente recebeu apoio do terapeuta ao seu lado durante todas as atividades. Durante o jogo, caso seja necessário um cinto de segurança será utilizado na cintura do paciente. O tempo do teste foi equivalente ao tempo de uma sessão de terapia convencional (1 hora). Após terem concordado em participar, todos assinaram um termo de consentimento livre e esclarecido.

4.2 Participantes

Tivemos acesso a uma lista de espera de pacientes do Centro Universitário Central Paulista (UNICEP), para seleção dos participantes. Considerando os critérios de inclusão do estudo, foram convidados para participar 21 pacientes com diagnóstico de Parkinson. A amostra final ficou constituída por 8 pacientes, destes 2 eram do sexo feminino e 6 do sexo masculino.

4.3 Critérios de Inclusão

Os seguintes critérios foram considerados para a inclusão dos pacientes: Participantes com diagnóstico clínico de Doença de Parkinson, homens ou mulheres com idade entre 40 e 75 anos; estágio 2,5 ou 3 segundo a escala de Hoehn-Yard. Além disso, deverão apresentar pontuação mínima no Mini Exame do Estado Mental de acordo com a escolaridade do voluntário (ENZINGER et al.1975).

4.4 Critérios de Exclusão

Foram considerados critérios de exclusão: quaisquer sujeitos que apresentaram: discinesia grave; fenômeno on-off; previsão de ajuste do medicamento durante as avaliações; alterações sensoriais nos membros inferiores; doença vestibular; doenças cardiovasculares graves (insuficiência cardíaca, arritmias ou angina pectoris); outras doenças ortopédicas ou neurológicas que comprometam a coleta de dados por meio do teste isocinético e deficiências cognitivas ou de comunicação que impossibilitem a realização dos procedimentos; apresentar a amplitude de movimento menor que 10° para dorsiflexão e 20° para flexão plantar conforme

a goniometria; a participação em programas de reabilitação e a presença de dor durante os procedimentos.

4.4.1 Procedimentos

Os pacientes foram avaliados a partir do MEEM, escala UDRS, HOEHN e YAHR, inventário de BECK, escala FES e FOG-Q e o protocolo de terapia robótica associado a jogos computacionais.

4.4.2 Instrumentos

As avaliações e ferramentas para avaliação de elegibilidade, conforme critérios de inclusão e exclusão:

4.4.3 Mini exame do estado mental (MEEM)

O MEEM é composto por diversas questões, divididas em 7 categorias, cada uma delas com o objetivo de avaliar "funções" cognitivas específicas: orientação para tempo (5 pontos), orientação para local (5 pontos), registro de 3 palavras (3 pontos), atenção e cálculo (5 pontos), lembrança das 3 palavras (3 pontos), linguagem (8 pontos), e capacidade construtiva visual (1 ponto). O escore do MEEM pode variar de um mínimo de 0 até um total máximo de 30 pontos. Devido à conhecida influência do nível de escolaridade sobre os escores totais do MEEM, autores como Bertolucci et al. (1994), Caramelli e Nitrini (2000), Brucki et al. (2003) adotam notas de corte diferentes para pessoas com distintos graus de instrução. Assim, sugerimos a nota de corte proposta por Brucki et al. (2003), ou seja, 20 pontos para analfabetos; 25 pontos para pessoas com escolaridade de 1 a 4 anos; 26,5 para 5 a 8 anos; 28 para aqueles com 9 a 11 anos e 29 para mais de 11 anos, considerando a recomendação de utilização dos escores de cortes mais elevados (NITRINI, et al., 2005). Foram aceitos pacientes com mínimo de 20 pontos desta escala.

4.4.4 Escala de Hoehn e Yahr modificada

Essa escala foi usada para indicar o estado geral do paciente. Em sua forma original, compreende cinco estágios de classificação para avaliar a severidade da DP. Os pacientes classificados nos estágios I, II e III apresentam incapacidade leve a moderada, enquanto os que estão nos estágios IV e V apresentam incapacidade mais grave. Foram aceitos pacientes com níveis de incapacidade leve e moderada.

O membro inferior utilizado na terapia robótica foi identificado conforme a declaração de lado mais afetado, ou mais fraco, identificado pelo próprio paciente e confirmado durante os testes funcionais.

4.4.5 Escala unificada de avaliação para doença de Parkinson (UPDRS)

Essa escala avalia os sinais, sintomas e determinadas atividades dos pacientes por meio do autorrelato e da observação clínica. É composta por 42 itens, divididos em quatro partes: atividade mental, comportamento e humor; atividades de vida diária (AVDs); exploração motora e complicações da terapia medicamentosa. A pontuação em cada item varia de 0 a 4, sendo que o valor máximo (168 pontos) indica maior comprometimento pela doença e o mínimo, normalidade. (Mello; Botelho, 2010).

4.4.6 Inventário de depressão de BECK (BDI)

Para essa escala um valor de 0 a 3 é determinado para cada resposta e o resultado final é comparado a uma chave para determinar a severidade do quadro depressivo. Os valores básicos são: 0-9 indicam que o indivíduo não está deprimido, 10-18 indicam depressão leve a moderada, 19-29 indicam depressão moderada a severa e 30-63 indicam depressão severa. Valores maiores indicam maior severidade dos sintomas depressivos. No estudo seriam excluídos participantes com valores maiores que 29 pontos (depressão moderada) na escala de depressão de BECK.

4.5 Avaliação Funcional da Marcha

Para a avaliação funcional foi considerados os níveis de equilíbrio e queda com os instrumentos:

4.5.1 Escala de Congelamento da marcha (FOG-Q).

Foi utilizada para obtenção do histórico de dados clínicos sugerindo a presença de congelamento. em 6 perguntas e a pontuação total varia de 0 a 24; Pontuações mais altas correspondem ao episódio de congelamento.

4.5.2 Escala da Eficiência de Quedas (FES)

A escala identifica quais são as atividades que o paciente desempenha com a preocupação a respeito da possibilidade de cair. Por favor, responda imaginando como você

normalmente faz a atividade. O relato de quantas quedas ocorreram durante os últimos 12 meses também será registrado (Camargos, FFO *et. al.* 2010).

O questionário contém 16 domínios com diferentes atividades de vida diária com quatro possibilidades de respostas e respectivos escores de um a quatro ("Nem um pouco preocupado" a "Extremamente preocupado"). O escore total pode variar de 16 a 64 (ausência de preocupação a preocupação extrema) em relação às quedas durante a realização das atividades específicas do questionário. Valores ≥ 23 pontos sugerem associação com histórico de queda esporádica e ≥ 31 pontos sugere queda recorrente.

4.5.3 Teste Timed Get Up and Go (TUG)

Em relação ao desempenho da marcha foram realizados o Teste Timed Get Up and Go (TUG) que avalia o equilíbrio sentado, as transferências de sentado para a posição em pé, a estabilidade na deambulação e mudanças do curso da marcha sem utilizar estratégias compensatórias. Consiste em levantar-se de uma cadeira, sem ajuda dos braços, andar a uma distância de três metros, dar a volta e retornar. Este teste será associado à tarefa cognitiva e motora e o tempo de execução dos mesmos é mensurado por meio de um cronômetro. A tarefa cognitiva consistiu em dizer o número máximo de palavras (nome de animais) e a tarefa motora consistiu em carregar um copo semicheio de água. O teste foi realizado em três repetições prevendo um minuto de repouso entre elas. O teste foi realizado uma vez para familiarização. De acordo com a literatura, o valor de corte para o risco de quedas para indivíduos com DP é de 11,5 s (JOE *et al.*, 2013).

4.5.4 Teste de caminhada de 10 metros

O teste de caminhada de 10 m foi o instrumento utilizado com o objetivo de avaliar os atributos cinemáticos espaciais e temporais da marcha. O trecho total percorrido pelo paciente era de 14 metros. Para eliminar o componente de aceleração e desaceleração, solicitou-se aos voluntários que iniciassem a caminhada 2 metros antes do início do percurso e a terminassem 2 metros após os 10 metros de percurso em velocidade usual. Três testes foram realizados, e a média dos três foi utilizada para a análise dos dados. Um único examinador, utilizando cronômetro digital 1/100s (Cronobio SW-2018®, Pastbio, SP, Brasil),

4.5.5 Teste de obstáculos

Uma tarefa será acrescentada no teste de caminhada de 10 metros. Os pacientes realizaram 3 repetições, e a média dos três foi utilizada para a análise dos dados. O participante teve que passar por um obstáculo 40mm de altura com 600mm de comprimento posicionada aproximadamente 5m do começo do início da passarela de 10 metros. O paciente recebeu a instrução para utilizar o membro não envolvido para liderar o passo para ultrapassar o obstáculo (Said, Galea, Lythgo, 2014).

4.5.6 Questionário de motivação intrínseca

A descrição do nível de motivação relacionado com a terapia foi realizada por meio de instrumento multidimensional que identifica a experiência subjetiva dos participantes relacionada a uma atividade alvo em experimentos de laboratório (e.g., Ryan, 1982; Ryan, Mims & Koestner, 1983; Plant & Ryan, 1985; Ryan, Connell, & Plant, 1990; Ryan, Koestner & Deci, 1991; Deci, Eghrari, Patrick, & Leone, 1994). O questionário avalia o interesse e aproveitamento dos participantes, a competência percebida, o esforço, o valor e utilidade, a pressão e a tensão sentidas e a escolha percebida durante a realização de uma determinada atividade, gerando assim seis escores de subescala. A subescala interesse e prazer é considerada a medida de autorrelato da motivação intrínseca. Quanto mais próximo os valores forem de 7 melhor o resultado do teste.

4.5.7 Terapia robótica de tornozelo (Anklebot)

A utilização do Anklebot® para reabilitação é descrita em detalhes previamente (ROY et al., 2009). Em relação ao posicionamento do paciente, uma joelheira ortopédica foi utilizada pela fixação proximal do Anklebot®. As peças de fixação distais foram presas a um sapato ortopédico adaptado. Para os testes, os indivíduos foram posicionados em posição sentada (quadril fletido a 90°). Foi utilizada uma cadeira de "barbeiro", com o joelho preso a uma placa para suporte e imobilização do joelho. Um cinto de segurança foi posicionado ao redor da pelve para limitar o movimento proximal de quadril. O joelho foi fixado em flexão de 45° sobre um suporte almofadado e o calcanhar foi colocado sobre uma base, para proporcionar um ponto de articulação, isolando assim o pé, de modo que pode mover-se livremente sobre o tornozelo (ROY et al., 2013; Fig 1)

4.5.8 Jogos computacionais (Video game)

Os movimentos de dorsiflexão e flexão plantar foram visualmente motivados e conduzidos (movimento iniciado conforme feedback visual) por objetivos apresentados em jogos de computador.



Figura 1: O exoesqueleto Anklebot®.

Jogo 1- O paciente utilizou o controle do tornozelo durante os 200 movimentos (100 dorsiflexão e 100 flexão plantar intercalados) para desviar dos alvos que foram alocados ora em parte superior da tela, ora em parte inferior, conforme o arco de movimento da articulação do tornozelo de cada indivíduo. No caso em que o paciente acertou o alvo a ser desviado, foi registrado o erro. (Fig 2A).

Jogo 2 - O jogo consistiu em uma sequência de alvos que apareceram alternadamente em dois níveis verticais da tela e os indivíduos foram convidados a apontar e manter esta posição até a aparência do próximo alvo (Fig 2B). Como parte do feedback dado ao paciente, uma pontuação acumulada foi exibida na tela: 20 pontos foram recebidos para cada sucesso, 10 pontos para permanecer no local e -10 para a falha no alvo. Foram realizadas uma sequência de 3 blocos contendo 48 movimentos alternados e assistidos (24 dorsiflexões e 24 flexões plantares).

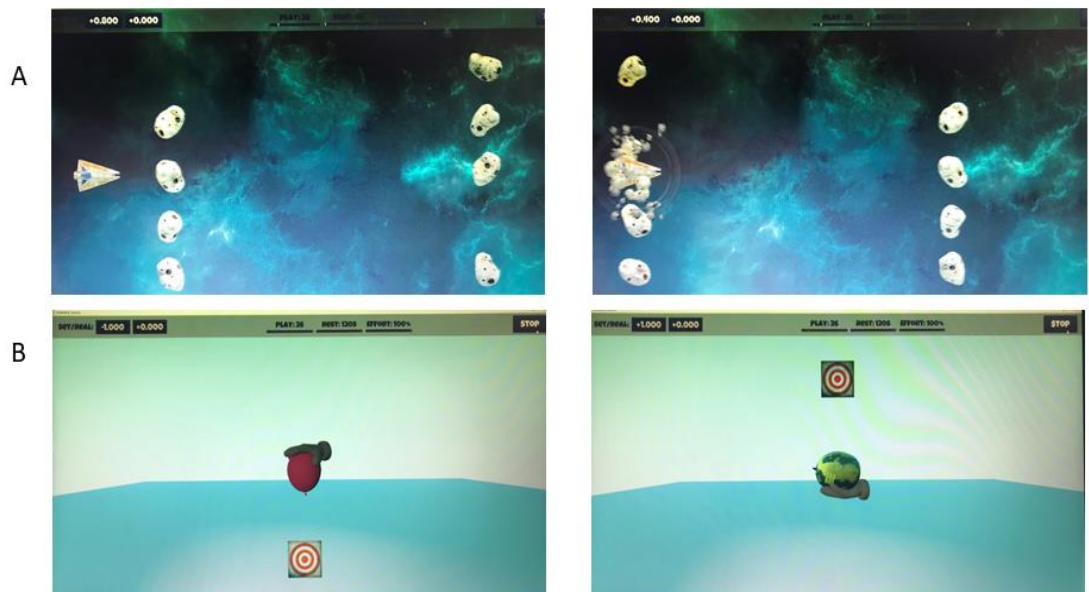


Figura 2: Jogos

A) Jogo 1 e B) jogo2

6. Intervenção Fisioterapêutica

As avaliações foram realizadas da seguinte forma: no primeiro dia, a triagem foi realizada para aplicar os critérios de elegibilidade para participantes (avaliação clínica).

Após a avaliação clínica, os pacientes realizaram uma familiarização com o equipamento Anklebot e os jogos utilizados no protocolo de terapia.

Uma semana após a triagem, foi feita a intervenção, que consistiu em sessões de aproximadamente 40 minutos de terapia robótica com exoesqueleto Anklebot®, e ao final da terapia foram reaplicados os testes para avaliação da funcionalidade da marcha, TUG e suas variações, Teste de 10 metros e Teste de Obstáculo. Este programa foi conduzido por fisioterapeutas experientes.

7. Processamento de Dados e Análise Estatística

Os dados do score do jogo foram processados utilizando o software Matlab (The MathWorks, Natick, Massachusetts).

Para a análise estatística, foram aplicados os testes de normalidade (teste de Shapiro Wilk's) e homogeneidade (teste de Levene). As variáveis apresentaram distribuição

considerada normal e homogênea, assim aplicado Teste T de Student Pareado. Para as correlações o teste de Pearson foi utilizado. Foi considerado o nível de significância de 0.05, com um intervalo de confiança (IC) de 95% para todos os testes estatísticos, que serão realizadas no programa SPSS (versão 10.0).

8. Resultados

Detalhes recrutamento e caracterização dos indivíduos

De acordo com o processo de recrutamento e os critérios de elegibilidade do estudo, um fluxograma dos participantes é apresentado na Figura 1. Tivemos acesso a uma lista de espera de pacientes do Centro Universitário Central Paulista (UNICEP). Dez desses pacientes não atenderam a chamada telefônica e um paciente se recusou a participar da pesquisa. Outros dez aceitaram o convite para o voluntariado, sendo que dois não atenderam os critérios de inclusão. Assim, 8 pacientes foram incluídos. Os grupos eram semelhantes de acordo com a variação demográfica. Nenhum grupo apresentou deficiências cognitivas, visuais que impediram a participação do estudo.

Em relação a incapacidades, de acordo com escala Escala de Hoehn e Yahr modificada, três pacientes pontuaram valor 1 e dois pacientes pontuaram valor 1.5, assim os pacientes estão classificados com nível leve de incapacidades. De acordo com a escala UPDRS (Tabela 2), os pacientes apresentaram pontuação mínima, enquadrando-se próximo a normalidade. Observamos 3 domínios da escala unificada para avaliação da doença de Parkinson - UPDRS. No estado mental e comportamento emocional a média foi de 2,5 pontos, sendo a pontuação máxima de 16 pontos. Atividade de vida diária a média foi de 7,4 sendo a pontuação máxima 56 pontos. E no domínio exame motor obtivemos uma média de 6,6 pontos, sendo a pontuação máxima de 108. Nesse questionário o valor máximo indica maior comprometimento pela doença e o valor mínimo indica tendência à normalidade. Todos foram identificados como independentes durante as atividades de vivência diária.

Em relação aos aspectos cognitivos e emocionais (tabela 1), podemos observar a pontuação média do Questionário MEEM foi de 25,25 indicando desempenho cognitivo suficiente para compreensão dos jogos e dos testes. Já a escala de depressão de BECK, que avalia a intensidade da depressão dos pacientes foi de 11,63 pontos em média, indicando depressão que a amostra apresenta depressão leve a moderada.

Características demográficas dos indivíduos

Ainda na tabela 1, foram apresentadas as características demográficas dos indivíduos. A maioria dos pacientes eram do sexo masculino, sendo apenas dois do sexo feminino, com média de idade de 59 anos, altura de 1,68 e IMC de 27,03.

Ocorrências de quedas e funcionalidade da marcha

Como também, na tabela 1, o questionário FOG-Q que descreve informações sobre o Congelamento da Marcha demonstrou que nossos pacientes apresentam tendência mínima para apresentar episódios de congelamentos durante a marcha. Os pacientes apresentaram a pontuação média 3,87 pontos. De acordo com a Escala FES os pacientes apresentam propensões a quedas esporádicas com mínima preocupação de ocorrências de quedas durante a realização das atividades de vida diária.

Na tabela 3 foram identificadas diferenças significativas nas comparações pré e pós terapia do teste de 10 metros ($p=0,02$; $F=0,7$) e do Teste de obstáculos ($p=0,03$; $F=0,2$). Em relação as variações do TUG Test não houve diferença significativa para o teste simples e para tarefa a tarefa de cognição, porém o TUG associado a tarefa motora mostrou-se mais sensível que os outros ($p=0,05$; $F=0,06$).

Scores dos jogos de vídeo game

Na tabela 4 podemos observar os scores dos jogos de vídeo game, no Jogo 1 (Asteroides) a média foi de 172,29 pontos com 86% de acertos sendo que a pontuação máxima é de 200 pontos, e o Jogo 2 (Melancia) podemos observar uma média de 33,20 pontos com 73,40% de acertos, sendo que quanto maior a pontuação melhor o desempenho e o controle do tornozelo durante os movimentos de dorsiflexão e flexão plantar.

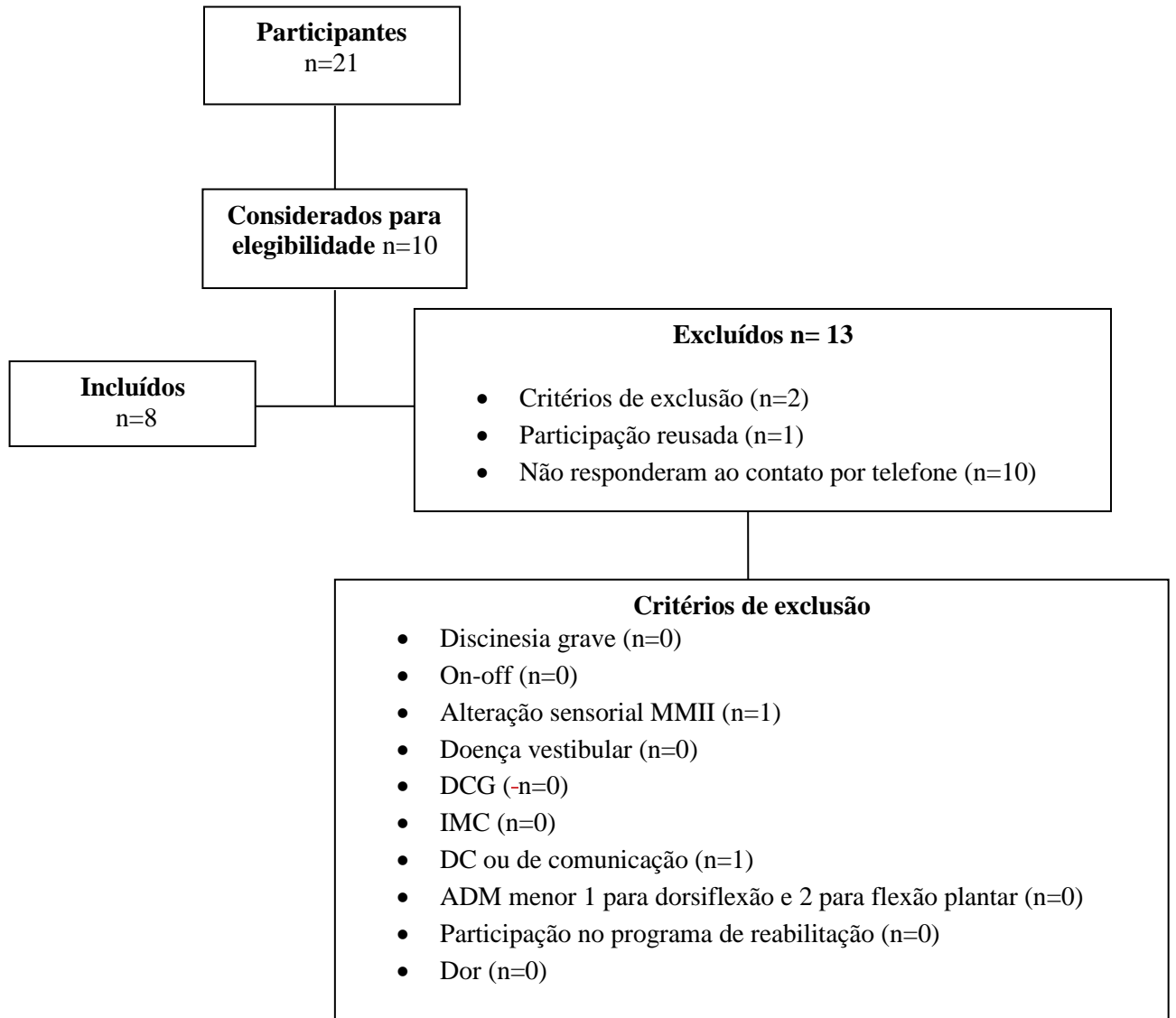
Escala de Motivação Intrínseca

Na tabela 5 podemos observar a experiência subjetiva dos pacientes em relação ao jogo, no domínio interesse/prazer a média foi de 6,5 pontos, competência percebida a media foi de 6,7 pontos, esforço/importância 6,3 pontos, pressão/tensão 6,8 pontos, escolha percebida 7 pontos, valor/utilidade 7 pontos. Quanto mais perto do valor 7, melhor o resultado.

Correlações Scores dos jogos com Índices de Motivação e Testes Funcionais

Os domínios interesse/prazer ($p=0,025$; $R=0,82$) e valor/utilidade ($p=0,012$, $R=0,87$) da Escala de Motivação Intrínseca apresentaram fortes correlações com o score do jogo 2 (melancia). Não foi possível identificar correlações significativas entre os scores do jogo e os testes funcionais.

Seguem abaixo a Figura 1 e as Tabelas 1, 2, 3, 4 e 5:



DCG: doenças cardíacas graves

IMC: índice de massa corporal

DC: deficiência cognitiva

ADM: amplitude de movimento

Figura 1 – Fluxograma com número de voluntários (n) recrutados, incluindo a perda amostral.

Tabela 1 – Perfil amplo dos pacientes Portadores da Doença de Parkinson

Nº Pacientes (n = 8)	Sexo	Idade	Peso (kg)	Altura (m)	IMC	TED	Lado Afetado	MEEM	BDI	FOG-Q	FES
1	M	69	72	1,65	26,45	4 anos	D	30	5	1	20
2	M	66	93	1,73	31,10	2 anos	D	27	4	0	16
3	M	62	98	1,75	32	6 anos	E	28	13	0	16
4	M	65	52	1,69	18,20	1 ano	D	20	22	0	19
5	F	42	51	1,50	22,70	2 anos	E	24	14	4	19
6	M	64	105	1,75	34,30	9 anos	D	24	9	17	34
7	F	43	58	1,60	26,60	4 anos	D	20	19	9	28
8	M	61	77	1,76	24,85	10 anos	E	29	7	0	16
Média	-	59	77	1,68	27,03	-	-	25,25	11,63	3,87	21
DP	-	9,80	19	0,09	4,95	-	-	24,66	12,45	3,17	21,13

Fonte: Dados do pesquisador, 2020

Dados expressos em média (mínimo e máximo).

M: masculino; F: feminino; IMC: índice massa corpórea

IMC: índice de Massa corporal

TED: tempo de evolução da doença

MEEM: Mini exame do estado mental

FOG-Q: Escala de congelamento da marcha

FES: escala de eficácia em quedas

Tabela 2 – Escala unificada para avaliação da doença de Parkinson (UPDRS)

Nº Pacientes	Estado mental/ Comportamento/ Emocional*	Atividade de vida diária**	Exame motor***
1	3	5	9
2	2	3	6
3	1	13	12
4	4	2	8
5	3	9	10
6	2	10	5
7	1	12	4
8	4	5	7
Média	2,5	7,4	6,6
DP	1,1	3,9	2,4

Fonte: Dados do pesquisador, 2020

Domínios: Cognitivo/comportamental; Atividades de vida diária; Exame motor

* Pontuação máxima 16

** Pontuação máxima 56

*** Pontuação máxima 108

Tabela 3 – Desempenho funcional da marcha

Nº Pacientes	Pré-terapia					Pós-terapia				
	TUG Simples	TUG Cognitivo	TUG motor	Obstáculo	TC 10 m	TUG simples	TUG cognitivo	TUG motor	Obstáculo	TC 10 m
1	4,53	9,53	9,51	4,82	4,55	4,25	8,65	9,51	4,47	4,37
2	7,07	7,07	7,28	8,01	7,62	9,71	10,08	7,68	7,29	7,68
3	9,37	11,71	10,13	8,11	7,72	8,22	10,10	7,97	6,39	6,74
4	12,15	17,35	11,38	10,91	8,74	10,85	12,50	9,99	9,65	7,39
5	11,61	13,69	16,58	13,89	10,97	9,70	11,50	11,28	8,44	8,55
6	13,66	14,88	15,16	7,03	7,75	10,17	12,59	10,63	6,83	-
7	14,49	16,23	16,54	10,61	9,02	10,86	15,48	13,18	9,69	-
8	7,57	7,85	8,26	-	6,08	7,35	7,01	8,03	6,14	5,34
Média	10,06	12,29	11,86	9,05*	7,81*	8,89	10,99	10,03	7,36*	6,68*
DP	3,27	3,62	3,50	2,76	1,80	2,09	2,45	1,65	1,69	1,42

Fonte: Dados do pesquisador, 2020

*Diferença estatística análise pré e pós ($p \geq 0.05$)

TC10m: Teste de caminhada de 10 metros

A ausência de resultados deve-se a problemas com o registro e armazenamento dos dados coletados manualmente. Futuramente poderão ser identificados pelos arquivos do equipamento que foi utilizado durante a coleta.

Tabela 4 - Scores dos jogos de vídeo game

Nº Pacientes	SCORES DOS JOGOS			
	ASTEROIDES Pontuação máxima 200	PORCENTAGEM (%)	MELANCIA Pontuação máxima 48	PORCENTAGEM (%)
1	185	92,5	10	22
2	180	90	-	-
3	174	87	-	-
4	134	67	31	68
5	184	92	41	91
6	163	81	42	93
7	-	-	-	-
8	186	93	42	93
Média	172,29	86	33,20	73,40
DP	17,33	0,09	12,32	27,38

Fonte: Dados do pesquisador, 2020

Os dados não apresentados podem ser registrados por erro do sistema no momento de registro do arquivo computacional.

Tabela 5 – Escala de motivação intrínseca.

Nº Pacientes	Interesse/ Prazer	Competência Percebida	Esforço/ Importância	Pressão/ Tensão	Escolha Percebida	Valor/ Utilidade
1	4,8	6,8	6,2	6,6	7	6,5
2	6,7	7	6	7	7	7
3	7	7	6,4	7	6,8	7
4	-	-	-	-	-	-
5	6,6	6,5	7	6,6	7	7
6	6,7	7	6	6,4	7	7
7	7	6	6,6	6,8	7	7
Média	6,5	6,7	6,3	6,7	6	6,9
DP	0,7	0,3	0,4	0,2	0,05	0,2

Fonte: Dados do pesquisador 2020

9. DISCUSSÃO

Conforme as hipóteses do estudo é possível afirmar que o protocolo é viável para ser aplicado a pacientes portadores de Parkinson. Esta pôde ser aceita com base na observação dos dados de desempenho satisfatório dos voluntários durante o jogo. Além dos voluntários terem executado o manejo do equipamento Anklebot sem dificuldades. Também, o nível de dificuldade dos jogos terem sido adequados considerando a variável erros e acertos (Score do Jogo). Além disso, os resultados do questionário de motivação que revelou que os pacientes apresentaram interesse, prazer e esmero para cumprir a tarefa proposta. Assim, foi possível aceitar a hipótese e afirmar que o protocolo foi adequado para a população incluída no estudo. Considerando a segunda hipótese, que a sessão do protocolo influencia o desempenho funcional da marcha observados pelos testes de 10 metros e o TUG e suas variações também podem ser aceitas. Nossos resultados demonstram que os pacientes estavam mais ágeis durante a marcha, conforme os testes de obstáculo e o teste de caminhada de 10 metros.

Em relação aos testes da marcha, foi identificada diferença significativa nas comparações pré e pós terapia no teste de 10 metros ($p=0,02$; $F=0,7$). Os pacientes se mostraram mais ágeis, com maior velocidade após a sessão de TR. O estudo de Roy e colaboradores (2011) demonstrou que é possível transferir ganhos relacionados a tarefa isolada do tornozelo para a tarefa funcional da marcha de hemiparéticos. Além disso, foi possível verificar nestes estudos que esta aprendizagem pode ser retida nos pacientes pós-AVC (FORRESTER et al., 2011; FORRESTER et al., 2016; ROY et al., 2011).

Considerando o Teste de Obstáculos, revela que não só a marcha em uma passarela pode ser mais ágil, como também a capacidade de se ajustar diante de um desnível enquanto caminha numa calçada por exemplo. Não temos análises suficientes para afirmar que tipo de estratégias e ajustes motores estão melhorados, porém é possível apresentar a hipótese de que possivelmente há melhora da integração sensório motora, maior sincronia na ativação dos dorsiflexões/plantiflexores, e maior controle postural. Tais ajustes possam ter influenciado na velocidade e melhor qualidade do teste. Estudos com análises mais robustas devem ser pensados para responder essas possíveis mudanças.

Sobre o TUG Test e suas variações, os resultados demonstram que não houve diferença significativa para o teste simples e para tarefa a tarefa de cognição, porém o TUG associado a tarefa motora mostrou-se mais sensível que os outros. Este resultado deverá ser confirmado futuramente devido ao poder estatístico fraco. Entretanto, se considerarmos a interpretação clínica, nossos resultados corroboram aqueles obtidos por Candido et al (2012), que

demonstraram a diminuição de 1 segundo na realização do TUG em pacientes com DP, após uma intervenção utilizando dupla tarefa. Dados obtidos da literatura indicam que cada 1 segundo de aumento no tempo para realizar o TUG está relacionado com 2,3% de aumento da probabilidade de quedas em pacientes com DP (JOE et al., 2013). Portanto, nossos resultados sugerem uma tendência para a diminuição do risco de quedas após a TR robótica.

Considerando os escores dos jogos, a frequência de acertos foi alta. Este dado é muito importante pois se o jogo está muito fácil, pode promover o tédio e a diligência e se o jogo apresentar altos níveis de dificuldade, o protocolo pode promover frustração aos pacientes (Levin, Weiss e Keshner, 2014; Lohse, 2014). No atual estudo, os dados apontam que os participantes se mantiveram envolvidos com os jogos até os últimos movimentos evocados pelos jogos. Esta constatação pode ser afirmada pelos resultados estatísticos que demonstraram que fatores relacionados a motivação foram correlacionados com o score do jogo. Níveis altos de acertos associados com dados de motivação satisfatórios (Prazer/Satisfação e Valor/Utilidade) nos indicam que temos uma proposta interessante para ser explorada na prática clínica.

10. CONCLUSÃO

O protocolo proposto, ou seja, a terapia robótica do tornozelo associada a vídeo games mostraram-se viáveis na reabilitação de indivíduos portadores da Doença de Parkinson. Foi possível observar melhora no desempenho durante a marcha, considerando velocidade e estratégias de equilíbrio ao ultrapassar um obstáculo. Além disso, o jogo mostrou-se adequado para os níveis cognitivos, depressão e interesse dos indivíduos, quando consideramos as porcentagens de acertos durante o jogo. Ainda, o jogo foi capaz de promover motivação.

BIBLIOGRAFIA

KATO, E.; VIEILLEVOYE, S.; BALESTRA, C.; GUISSARD, N.; DUCHATEAU, J. **Acute effect of muscle stretching on the steadiness of sustained submaximal contractions of the plantar flexor muscles**, J Appl Physiol 2011;110: 407– 415.

SILVA-COUTO, M.A. **Adaptações sensório-motoras em curto prazo após uma única sessão de terapia robótica associada ao videogame**, Tese de doutorado. Universidade Federal de São Carlos. Fevereiro, 2017.

PEREZ-IBARRA J.C. **Adaptive impedance control applied to robot-aided rehabilitation of the ankle**, 10.11606/D.18.2014.tde-03072015-120612. Dissertação de Mestrado. Catálogo

- USP 2015. <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/18/18149/tde-03072015-120612/pt-br.php>
- KITNER, S.; LLOYD-JONES, D.; MCDERMOTT, M.; MEIGS, J.; MOY, C.; NICHOL, G.; O'DONNELL, C.; ROGER, V.; SORLIE, P.; STEINBERGER, J.; THOM, T.; WILSON, M.; HONG, Y. **American Heart Association Statistics Committee and Stroke Statistics Subcommittee. Circulation. 2008**, Jan 29;117(4):e25-146.
- GO, A.S.; ROGER, V.L.; BENJAMIN, E.J.; BERRY, J.D.; BORDEN, W.B.; BRAVATA, B.M. **American Heart Association Statistics Committee and Stroke Statistics Subcommittee. Heart disease and stroke statistics-2013 update: a report from the American Heart Association, Circulation. 2013**;127:e6-e245.
- FORRESTER, L.W.; ROY, A.; KREBS, H.I.; MACKO, R.F. **Ankle training with a robotic device improves hemiparetic gait after a stroke**, Neurorehabil Neural Repair. 2011;25(4):369-77.
- KNARR, B.A.; KESAR, T.M.; REISMAN, D.S.; BINDER-MACLEOD, S.A.; HIGGINSON, J.S. **Changes in the activation and function of the ankle plantar flexor muscles due to gait retraining in chronic stroke survivors**. J Neuroeng Rehabil. 2013.
- FORRESTER, L.W.; ROY, A.; GOODMAN, R.N.; RIETSCHER, J.; BARTON, J.E.; KREBS, H.I.; MACKO, R.F. **Clinical application of a modular ankle robot for stroke rehabilitation. NeuroRehabilitation**, 2013;33(1):85-97.
- MELLO, M.P.B.; BOTELHO, A.C.G. **Correlação das escalas de avaliação utilizadas na doença de Parkinson com aplicabilidade na fisioterapia**, Fisioter. mov. 2010, v.23, n.1, pp.121-127.
- CAMARGOS, F.F.O.; DIAS, R.C.; DIAS, J.M.D.; FREIRE, M.T.F. **Cross-cultural adaptation and evaluation of the psychometric properties of the Falls Efficacy Scale – International Among Elderly Brazilians (FES-I-BRAZIL)**, Rev Bras Fisioter, São Carlos, v. 14, n. 3, p. 237-43, maio/jun. 2010.
- MOLLAEI, Nafiseh; BICHO, Estela; SOUZA, Nuno; GAGO, Miguel Fernandes. **Different protocols for analyzing behavior and adaptability in obstacle crossing in Parkinson's disease**, Clin Interv Aging. 2017; 12: 1843–1857. Published online 2017 Nov 7. doi: 10.2147/CIA.S147428
- HSIEH, Y.W.; LIN, J.H.; WANG, C.H.; SHEU, C.F.; HSUEH, I.P.; HSIEH, C.L. **Discriminative, predictive and evaluative properties of the simplified stroke rehabilitation assessment of movement instrument in patients with stroke**, J Rehabil Med. 2007;39(6):454-60.
- KWAKKEL, G.; KOLLEN, B.J.; KREBS, H.I. **Effects of robot-assisted therapy on upper limb recovery after stroke: a systematic review**, Neurorehabil Neural Repair. 2008;22(2):111-21.
- FARIA, C.D.; TEIXEIRA-SALMELA, L.F.; NADEAU, S. **Effects of the direction of turning on the timed up & go test with stroke subjects**, Top Stroke Rehabil. 2009;16(3):196-206.

MEHRHOLZ, J.; HADRICH, A.; PLATZ, T.; KUGLER, J.; POHL, M. **Electromechanical and robot-assisted arm training for improving generic activities of daily living, arm function, and arm muscle strength after stroke**, *Cochrane Database SystRev* 2012; 6:CD006876.

MEHRHOLZ, J.; ELSNER, B.; WERNER, C.; KUGLER, J.; POHL, M. **Electromechanical-assisted training for walking after stroke: updated evidence**, *Stroke*. 2013;44(10):e127-8

LEVIN M.F., WEISS P.L., KESHNER A.E. **Emergence of Virtual Reality as a Tool for Upper Limb Rehabilitation: Incorporation of Motor Control and Motor Learning Principles**, Published online 2014 Sep 11.

SONG, R.; TONG, K.Y.J. **EMG and kinematic analysis of sensorimotor control for patients after stroke using cyclic voluntary movement with visual feedback**, *Neuroeng Rehabil*. 2013 Feb 8;10:18. doi: 10.1186/1743-0003-10-18.

LENHART, R.L.; FRANCIS, C.A.; LENZ, A.L.; THELEN, D.G. **Empirical evaluation of gastrocnemius and soleus function during walking**, *J Biomech* 2014 47:2969–2974.

Portal Brasil Saúde, 2012 **Em 10 anos, País reduz em 32% mortes por AVC** Publicado em 11/10/2012 [última modificação 11/10/2012; horário:13:18]. *Disponível em:* www.brasil.gov.br.

ALVES, G.; FORSAA, E.B.; PEDERSEN, K.F.; DREETZ GJERSTAD, M.; LARSEN J.P. **Epidemiology of Parkinson's disease**, *J Neurol*. 2008;255(Suppl. 5):18–32. <https://doi.org/10.1007/s00415-008-5004-3>.

MAKI, T.; QUAGLIATO, E.M.A.B.; CACHO, E.W.A.; PAZ, L.P.S.; NASCIMENTO, N.H.; INOUE, M.M.E.A.; VIANA, M.A. **Estudo De Confiabilidade Da Aplicação Da Escala De Fugl-Meyer No Brasil**, *Rev. bras.fisioter.* 2006;10 (2) 177-183.

Fazano, A. **Falls in parkinson's disease: a complex and evolving picture**, *Movement Disorders*, Vol. 32, No. 11, 2017

DE GROOT, M.H.; PHILLIPS, S.J.; Eskes, G.A. **Fatigue associated with stroke and neurologic conditions: implications for stroke rehabilitation**, *Arch Phys Med Rehabil* 2003;84:1714-20.

ANTONSSON, E.K.; MANN, R.W. **The frequency content of gait**, *Journal of Biomechanics*, vol. 18, no. 1, pp. 39–47, 1985.

ROSAMOND, W.; FLEGAL, K.; FURIE, K.; GO, A.; GREENLUND, K.; HAASE, N.; HAILPERN, S.M.; HO, M.; HOWARD, V.; KISSELLA, B.; KINSELLA, S.; MORAN, K. **Gait pattern categorization of stroke participants with equinus deformity of the foot**. *Gait Posture*, v. 27, n. 1, p. 144-51, 2008.

WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO), **Guidelines Approved by the Guidelines Review Committee. Prevention and Control of Noncommunicable Diseases: Guidelines for Primary Health Care in Low Resource Settings**. Source, Geneva: 2012

SMITH, L.R.; LEE, K.S.; WARD, S.R.; **Hamstring contractures in children with spastic cerebral palsy result from a stiffer extracellular matrix and increased in vivo sarcomere length**, *J Physiol* 2011; 589:2625-2639.

TAIAN, M.M.; VIEIRA, A.B.; MINETTO, M.A.; HODSON-TOLE, E.F.; BOTTER, A. **How much does the human medial gastrocnemius muscle contribute to ankle torques outside the sagittal plane?** *Human Movement Science* 32 (2013) 753–767.

HANSEN, A.H.; CHILDRESS, D.S.; MIFF, S.C.; GARD, S.A.; MESPLAY, K.P. **The human ankle during walking: implications for design of biomimetic ankle prostheses**, *J Biomech.*2004;37(10):1467–74.

CHIBA, R.; TAKAKUSAKI, K.; OTA, J.; YOZUC, A.; HAGAC, N. **Human upright posture control models based on multisensory inputs; in fast and slow dynamics**, *Neuroscience Research* 104 (2016) 96–104.

Dietz, V.; Colombo, G. **Influence of body load on the gait pattern in Parkinson’s disease**, *Mov Disord* 1998, 13:255e61.

SON, S. M. **Influence of Isokinetic Strength Training of Unilateral Ankle on Ipsilateral One-legged Standing Balance of Adults**, *J Phys Ther Sci*, v. 25, n. 10, p. 1313-1315, 2013.

DOMBOVY, M.H.S.A. **Maximizing Recovery From Stroke: New Advances in Rehabilitation**, *Current Neurology and Neuroscience Reports* 2009, 9:41–45.

WADE, D.T. **Measurement in neurological rehabilitation**. *Curr Opin Neurol Neurosurg*, 1992;5(5):682-6. Review

ROY, A.; KREBS, H.I.; BEVER, C.T.; FORRESTER, L.W.; MACKO, R.F.; HOGAN, N. **Measurement of passive ankle stiffness in subjects with chronic hemiparesis using a novel ankle robot**, *J Neurophysiol* 105: 2132–2149, 2011

GILES, M.F.; ROTHWELL, P.M. **Measuring the prevalence of stroke**, *Neuroepidemiology*. 2008; 30(4):205-6.

FLORINDO, A.A.; LATORRE, M.R.D.O.; JAIME, P.C.; TANAKA, T.; ZERBINI, C.A. **Metodologia para avaliação da atividade física habitual em homens com 50 anos ou mais**, *Rev Saúde Públ.* 2004, 38:307-14.

ENZINGER, C.M.D.; JOHANSEN-BERG, H.; DAWES, H.; BOGDANOVIC, M.; COLLETT, J.; GUY, C. Folstein, M.F.; Folstein, S.E.; Mchugh, P.R. **Mini-mental state: A practical method for grading the cognitive state of patients for the clinician**, *J Psychiatr Res.* 1975;12(3):189-198.

MARIGOLD, D.S.; ENG, J.J.; TIMOTHY INGLIS, J. **Modulation of ankle muscle postural reflexes in stroke: influence of weight-bearing load**, *Clin Neurophysiol.* 2004;115(12):2789-97.

PEREZ, M.A.; LUNGHOLT, B.K.; NYBORG, K.; NIELSEN, J.B. **Motor skill training induces changes in the excitability of the leg cortical area in healthy humans**, *Exp Brain Res*. 2004;159(2):197–205.

PRADO-MEDEIROS, C.L.; SILVA, M.P.; LESSI, G.C.; SALVINI, T. **Muscle atrophy and functional deficits of knee extensors and flexors in people with chronic stroke**, *Phys Ther*. 2012; 92:429–439.

FIMLAND, M.S.; MOEN, P.M.; HILL, T.; GJELLESVIK, T.I.; TØRHAUG, T.; HELGERUD, J.; HOFF, J. **Neuromuscular performance of paretic versus non-paretic plantar flexors after stroke**, *Eur J Appl Physiol*. 2011; 111(12):3041-9.

SAID, Catherine M.; GALEA, Mary; LYTHGO, Noel. **Obstacle crossing following stroke improves over one month when the unaffected limb leads, but not when the affected limb leads**, *Gait & Posture* 39 (2014) 213–217.

RAMSAY, J.W.; BARRANCE, P.J.; BUCHANAN, T.S.; HIGGINSON, J.S. **Paretic muscle atrophy and non-contractile tissue content in individual muscles of the post-stroke lower extremity**, *J Biomech*. 2011; 44:2741–2746.

BOOTH, F.W.; LEES, S.J. **Physically active subjects should be the control group**, *Med Sci Sports Exerc*. 2006;38(3):405-6.

BAYS, C.L. **Quality of life of stroke survivors: a research synthesis**, *JNeurosciNurs*. 2001; 33(6):310-6.

FALCONER, K.; WINTER, D.A.; **Quantitative assessment of cocontraction at the ankle joint in walking**, *Electromyogr. Clin. Neurophysiol*. 1985; 25: 135-149.

JONSDOTTIR, J.; CATTANEO, D. **Reliability and validity of the Dynamic Gait Index in persons with chronicstroke**, *Arch Phys Med Rehabil* 2007;88:1410-5.

ENG, J. J.; KIM, C. M.; MACINTYRE, D. L. **Reliability of Lower Extremity Strength Measures In Persons With Chronic Stroke**, *Arch Phys Med Rehabil*. 2002; 83, 3, 322-8.

ROY, K.; WILLIAMS, B.; FORRESTER, L.W.; MACKO, R.M.; HOGAN, N. **Robot-aided neurorehabilitation: A novel robot for ankle rehabilitation**, *IEEETransactions on Robotics*, 2009;25(3):569-581.

LO, A.C.; GUARINO, P.D.; RICHARDS, L.G.; HASELKORN, J.K.; WITTENBERG, G.F.; FEDERMAN, D.G. **Robot-assisted therapy for long-term upper-limb impairment after stroke**, *N Engl J Med* 2010; 362:1772–83. 81.

CASADIO, M.; GIANNONI, P.; MASIA, L.; MORASSO, P.; SANDINI, G.; SANGUINETI, V.; SQUERI, V.; VERGARO, E. **Robot therapy of the upper limb in stroke patients: preliminary experiences for the principle-based use of this technology**, *Funct Neurol*. 2009;24(4):195-202. Review.

HERMENS, H.J.; FRERIKS, B.; MERLETTI, R. **SENIAM 8: European recommendations for surface electromyography**, *Roes Res Dev*, 1999.

BAECKE, J.A.; BUREMA J.; FRIJTERS J.E. **A short questionnaire for the measurement of habitual physical activity in epidemiological studies**, *Am J Clin Nutr* 1982; 36:936-42.

ZHANG, L.Q. **Simultaneous characterizations of reflex and nonreflex dynamic and static changes in spastic hemiparesis**, *J Neurophysiol* 2013;110:418-30.

BILLINGER, S.A.; GUO L.X.; POHL P.S.; KLUDING, P.M. **Single limb exercise: pilot study of physiological and functional responses to forced use of the hemiparetic lower extremity**, *Top Stroke Rehabil.* 2010;17(2):128-392010

ERVILHA, U.F.; GRAVEN-NIELSEN, T.; DUARTE M.A. **Simple test of muscle coactivation estimation using electromyography**, *Braz J Med Biol Res.* 2012;45(10):977-81.

DUNCAN, P.W. **Stroke disability**, *Phys Ther.* 1994;74(5):399-407.

LIEBER, R.L.; STEINMAN, S.; BARASH, I.A.; CHAMBERS, H. **Structural and functional changes in spastic skeletal muscle**, *Muscle Nerve.* 2004 ;29(5):615-27.

OLNEY, S.J.; GRIFFIN, M.P.; MCBRIDE, I.D. **Temporal, kinematic, and kinetic variables related to gait speed in subjects with hemiplegia: a regression approach**, *Phys Ther.* 1994; 74(9):872-85.

HSU, A-L.; TANG, P-F.; JAN, M-H. **Test-retest reliability of isokinetic muscle strength of the lower extremities in patients with stroke**, *Arch Phys Med Rehabil* 2002;83:1130-7.

LANCE, J.W. **The control of muscle tone, reflexes, and movement: Robert Wartenberg lecture**, *Neurology.* 1980; 30:1303–1313.

SHULMAN, L.M.; GRUBER-BALDINI A.L.; ANDERSON K.E. **The evolution of disability in Parkinson disease**, *Mov Disord.* 2008;23(6):790–796. <https://doi.org/10.1002/mds.21879>.

BOHANNON, R.W.; Smith, M.B. **Upper extremity strength deficits in hemiplegic stroke patients: relationship between admission and discharge assessment and time since onset**, *Arch Phys Med Rehabil.* 1987;68(3):155-7.

BLUM, L.; KORNER-BITENSKY, N. **Usefulness of the Berg Balance Scale in stroke rehabilitation: a systematic review**, *Phys Ther.* 2008;88(5):559-66.

JOE, R.; NOCERA, P.H.D.; ELIZABETH, L.; STEGEMO, L.L.E.R., **Using the Timed Up & Go Test in a Clinical Setting to Predict Falling in Parkinson's Disease**. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 94:1300-5: 2013.

GOMES-OLIVEIRA, M.H.; GORENSTEIN, C.; LOTUFO NETO, F.; ANDRADE, L.H.; WANG, Y.P. **Validation of the Brazilian Portuguese version of the Beck Depression Inventory-II in a community sample**, *Rev Bras Psiquiatr.* 2012; 34:389-394.

BOUDARHAM, J. **Variations in kinematics during clinical gait analysis in stroke patients**, *PLoS One*, v. 8, n. 6, p. e66421, 2013. BREWER L, HORGAN F, HICKEY A,

WILLIAMS D. Stroke rehabilitation: recent advances and future therapies. QJM. 2013;106(1):11-25.

YOU, S.H.; JANG, S.H.; KIM, Y.H.; HALLETT, M.; AHN, S.H.; KWON, Y.H.; KIM, J.H.; LEE, M.Y. **Virtual reality-induced cortical reorganization and associated locomotor recovery in chronic stroke: an experimenter-blind randomized study**, Stroke. 2005;36(6):1166-71.

HENDERSON, A.; KORNER-BITENSKY, N.; LEVIN, M. **Virtual Reality in Stroke Rehabilitation: A Systematic Review of its Effectiveness for Upper Limb Motor Recovery**, Top Stroke Rehabil.2007;14(2):52–61

LOHSE K.R., HILDERMAN C.G.E., CHEUNG K.L., TATLA S., VAN DER LOOS H.F.M. **Virtual Reality Therapy for Adults Post-Stroke: A Systematic Review and Meta-Analysis Exploring Virtual Environments and Commercial Games in Therapy**, PLoS ONE (2014); 9(3): e93318. doi:10.1371/journal.pone.0093318.

KLEIN, C.S.; BROOKS, D.; RICHARDSON, D.; MCILROY, W.E.; BAYLEY, M.T. **Voluntary activation failure contributes more to plantar flexor weakness than antagonist coactivation and muscle atrophy in chronic stroke survivors**, J Appl Physiol 2010;109: 1337–1346.

PATTEN, C.; LEXELL, J.; BROWN, H.E. **Weakness and strength training in persons with poststroke hemiplegia: rationale, method, and efficacy**, J Rehab Res Dev. 2004;41:293-312.

