

UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA UnB  
FACULDADE DE CEILÂNDIA FCE  
PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS DA  
REABILITAÇÃO

WENDERSON DE SOUZA MORAIS

**EFETIVIDADE DE DIFERENTES SISTEMAS DE  
REALIDADE VIRTUAL NOS ASPECTOS  
COGNITIVOS, PSICOSSOCIAIS E MOTORES EM  
SUJEITOS COM DOENÇA DE PARKINSON: ENSAIO  
CLÍNICO, CEGO E MULTICÊNTRICO**

BRASÍLIA  
2020

WENDERSON DE SOUZA MORAIS

**EFETIVIDADE DE DIFERENTES SISTEMAS DE  
REALIDADE VIRTUAL NOS ASPECTOS  
COGNITIVOS, PSICOSSOCIAIS E MOTORES EM  
SUJEITOS COM DOENÇA DE PARKINSON: ENSAIO  
CLÍNICO, CEGO E MULTICÊNTRICO**

Pesquisa apresentado à Universidade de Brasília – UnB, Faculdade de Ceilândia como requisito para obtenção do título de Mestre do Programa de Pós-Graduação em Ciências da Reabilitação.

ORIENTADOR: PROF. DR. FELIPE AUGUSTO DOS SANTOS MENDES

CO-ORIENTADOR: PROF. DR. JOSEVAN CERQUEIRA LEAL

## **AGRADECIMENTOS**

*Primeiramente agradeço aos meus pais, pilares da formação de quem sou hoje.*

*Ao Prof. Dr. Felipe Augusto dos Santos Mendes e ao Prof. Dr. Josevan Leal, pelas contribuições nesta pesquisa.*

*À banca examinadora: Prof. Wagner Martins, ao Prof. Osmair Gomes e à Profa. Aline Toledo.*

*Aos seguranças Vera Ramalho e Antônio Santos; e à Técnica do Laboratório Dr<sup>a</sup> Sandra da Silva pelas agradáveis conversas nos intervalos.*

*À equipe de pesquisa pelas grandes contribuições realizadas durante todo o percurso.*

*E aos pacientes com a Doença de Parkinson, envolvidos voluntariamente na pesquisa, pela confiança depositada em nós.*

“Na ciência, as descrições devem ser precisas, os processos devem ser completos, os dados devem ser exatos, a lógica deve ser transparente e as conclusões devem ser claramente definidas”

KATZ, Michael Jay. **From research to manuscript: a guide to scientific writing**. Springer Science & Business Media, 2009.

## RESUMO

**Introdução:** O uso da Realidade Virtual por meio de videogames comerciais baseados em movimento possibilita a realização de treinamentos cognitivo-motores. Tais recursos apresentam características como imersão, interatividade, realismo, envolvimento, treino em massa, variabilidade, repetição, demandas motores/cognitivas, feedback simultâneo e maior adesão ao treinamento. Vários sistemas comerciais são investigados, porém são escassas as comparações da efetividade de diferentes sistemas, com níveis de imersão e formas de interação diferentes (Nintendo Wii, Xbox 360° Kinect e Samsung Gear VR) em sujeitos com Doença de Parkinson (DP). **Objetivo:** Comparar o efeito de três sistemas diferentes de Realidade Virtual (RV) comerciais: Nintendo Wii®, Xbox 360 Kinect® e Samsung Gear VR®, sobre aspectos: cognitivos, ansiedade e motores em sujeitos com DP. **Método:** ensaio clínico, controlado, quase-experimental, multicêntrico e simples cego. Participaram 83 pessoas com diagnóstico de DP. Foram avaliadas habilidades cognitivas (Teste de Fluência Semântica; Subteste dos Dígitos; Stroop Test Color); ansiedade (Escala de Ansiedade de BECK) e desempenho na marcha (*Timed up and Go*; marcha de 10 metros; marcha em 30 segundos em tarefa simples e dupla tarefa). O grupo controle não recebeu intervenção. Os 3 grupos experimentais receberam intervenção em 10 sessões de uma hora cada, duas vezes por semana, utilizando quatro jogos do sistema ao qual o grupo foi indicado; avaliação após sete e trinta dias após o final da intervenção. **Resultados:** No grupo *Nintendo Wii* houve diminuição no tempo de execução significativas no TUG (pré x pós e pré x follow up); aumento da velocidade no teste de caminhada de 10 metros (pré x pós e pré x follow up); aumento da distâncias percorrida no Teste de caminhada em 30 segundos em tarefa simples (pré x pós; pré x follow up) e em dupla tarefa (pré x pós). O grupo Xbox 360° Kinect apresentou aumento do número de palavras no teste de fluência verbal semântica (pré x follow up); aumento dos acertos no teste de Dígitos ordem direta (pré x pós e pré x follow up) e ordem inversa (pré x pós e pré x follow up); diminuição na pontuação da Escala de ansiedade de Beck (pré x pós e pré x follow up) e diminuição do tempo de execução do TUG (pré x pós). No grupo Samsung Gear VR houve aumento do número de palavras faladas no teste de fluência verbal semântica (pré x follow up); aumento dos acertos no teste de Dígitos ordem direta (pré x pós; pré x follow up) e ordem inversa (pré x pós e pré x follow up), e diminuição da pontuação na Escala de Ansiedade de Beck (pré x follow up). No grupo controle não ocorreu efeito intra e nem intergrupo. **Conclusão:** o sistema Nintendo Wii foi superior, aos demais sistemas, no treino para melhora na mobilidade funcional e velocidade de marcha. O sistema Xbox Kinect foi efetivo na melhora da performance das memórias, diminuição da ansiedade e do equilíbrio dinâmico. E por fim, o sistema Samsung Gear VR foi efetivo em melhorar a evocação de palavras e diminuição da ansiedade.

**Palavras-chave:** Doença de Parkinson, Realidade Virtual, imersivo, não imersivo.

## ABSTRACT

**Introduction:** The use of Virtual Reality through motion-based commercial video games enables cognitive-motor training. Such features have characteristics such as immersion, interactivity, realism, involvement, mass training, variability, repetition, motor / cognitive demands, simultaneous feedback and greater adherence. Several commercial systems are investigated, but comparisons of the effectiveness of different systems with different immersion levels and forms of interaction (Nintendo Wii, Xbox 360 Kinect and Samsung Gear VR) are scarce in subjects with PD. **Objective:** To compare the effectiveness of three different commercial VR systems: Nintendo Wii®, Xbox 360 Kinect® and Samsung Gear VR®, on aspects: cognitive, anxiety, and motors in subjects with PD. **Method:** clinical trial, controlled, nonrandomized, multicenter and simple blind. Participants were 83 people diagnosed with Parkinson's disease. Cognitive skills (Semantic Fluency Test; Digit Subtest; Stroop Test Color); anxiety (BECK Anxiety Scale) and gait performance (Timed up and Go; 10-meter gait; 30-second gait in single and double-task). The control group received no intervention. The 3 experimental groups received intervention in 10 one-hour sessions twice a week, using four sets of the system to which the group was assigned; evaluation after seven and thirty days after the end of the intervention. **Results:** In the Nintendo Wii group there was a significant decrease in TUG execution time (pre x post and pre x follow up); increased speed in the 10-meter walk test (pre x post and pre x follow up); increase in the distances covered in the 30-second walk test in a single task (pre x post; pre x follow up) and double task (pre x post). The Xbox 360 Kinect group showed increased word count in the semantic verbal fluency test (pre x follow up); increased scores on the direct order (pre x post and pre x follow up) Digits test and reverse order (pre x post and pre x follow up; decrease in Beck Anxiety Scale score (pre x post and pre x follow up) ) and decreased TUG execution time (pre x post) In the Samsung Gear VR group, there was an increase in the number of words spoken in the semantic verbal fluency test (pre x follow up), and an increase in the hits of the direct order Digit test ( pre x post up, pre x follow up) and inverse order (pre x post and pre x follow up), and decreased Beck Anxiety Scale score (pre x follow up) In the control group there was no intra or intergroup effect. **Conclusion:** The Nintendo Wii system was superior to other systems in training to improve functional mobility and walking speed. The Xbox Kinect system was effective in improving memory performance, decreasing anxiety and dynamic balance. And finally, the Samsung Gear VR system was effective in improving word recall and reducing anxiety.

**Keywords:** Parkinson's disease, Virtual Reality, immersive, non-immersive.

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> – Modelo de progressão fisiopatológica da Doença de Parkinson.....	13
<b>Figura 2</b> – Limiar funcional das células nervosas.....	14
<b>Figura 3</b> – Circuito de comunicação Córtico-Baso-Tálamo.....	16
<b>Figura 4</b> – Volume de publicações de <i>exergames</i> na reabilitação .....	33
<b>Figura 5</b> – Nintendo Wii: console e controles .....	34
<b>Figura 6</b> – Wii Balance Board, acessório do videogame Nintendo Wii® .....	35
<b>Figura 7</b> – Xbox 360 Kinect®: console, controle e a câmera.....	36
<b>Figura 8</b> – Samsung Gear VR (Headset) .....	38
<b>Figura 9</b> – Fluxograma do estudo.....	44
<b>Figura 10</b> – Disposição dos sujeitos e equipamentos.....	52
<b>Figura 11</b> – Resultados cognitivos.....	60
<b>Figura 12</b> – Resultado psicossocial.....	61
<b>Figura 13</b> – Resultados motores.....	62
<b>Figura 14</b> – Resultados motores.....	63
<b>Figura 15</b> – Resultados motores.....	64
<b>Figura 16</b> - Curva de desempenho nos Exergames do Nintendo Wii.....	65-66
<b>Figura 17</b> - Análise de desempenho nos Exergames do Kinect.....	67-68
<b>Figura 18</b> - Análise de desempenho nos Exergames do Gear VR.....	69-70

## LISTA DE QUADROS E TABELAS

<b>Quadro 1</b> – Jogos da plataforma Nintendo Wii selecionados e suas descrições.....	50-51
<b>Quadro 2</b> – Jogos da plataforma Xbox 360° Kinect selecionados e suas descrições.....	52-53
<b>Quadro 3</b> – Jogos da plataforma Samsung Gear VR selecionados e suas descrições.....	53-54
<b>Tabela 1</b> – Demandas cognitivas, motoras e elementos facilitadores dos jogos do Nintendo Wii.....	56
<b>Tabela 2</b> – Demandas cognitivas, motoras e elementos facilitadores dos jogos do Xbox 360° Kinect...	57
<b>Tabela 3</b> – Demandas cognitivas, motoras e elementos facilitadores dos jogos do s. Gear VR.....	58
<b>Tabela 4</b> – Pareamento dos jogos de acordo com as tarefas virtuais.....	59
<b>Tabela 5</b> – Características demográficas e clínicas da amostra.....	63



## LISTA DE ABREVIATURAS

ANOVA – Análise de Variância

DP – Doença de Parkinson

GPe – globo Pálido Externo

Gpi – Globo Pálido Interno

H&Y – Hoehn e Yahr

MPTP - 1-metil-4-fenil-1,2,3,6-tetra-hidropiridina)

RM-ANOVA – Análise de Variância de medidas repetidas

RV – Realidade Virtual

RVI – Realidade Virtual Imersiva

STN – Núcleo Subtalâmico

SNC - Substância Negra parte compacta

SNr – Substância Negra reticulada

TUG – Time Up and go Test

UnB – Universidade de Brasília

USP – Universidade de São Paulo

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	<b>10</b>
<b>2 DOENÇA DE PARKINSON</b> .....	<b>12</b>
2.1 Histórico da Doença de Parkinson .....	12
2.2 Fisiopatologia .....	15
2.3 Causas .....	16
2.4 Subtipos da Doença de Parkinson .....	17
2.5 Epidemiologia.....	18
2.5.1 Prevalência.....	18
2.5.2 Mortalidade.....	18
2.6 Fatores .....	19
2.6.1 Fatores não modificáveis .....	19
2.6.2 Fatores Modificáveis .....	20
2.7 Diagnóstico Clínico .....	20
2.8 Quadro Clínico .....	20
2.8.1 Sintomas Motores .....	20
2.8.2 Alterações Cognitivas na DP .....	23
2.9 Tratamentos .....	26
2.9.1 Tratamento Medicamentoso .....	26
2.9.2 Tratamento Cirúrgico.....	27
2.9.3 Exercício Físico .....	27
<b>3 REALIDADE VIRTUAL</b> .....	<b>29</b>
3.1 Breve história da Realidade Virtual .....	29
3.2 Características básicas da Realidade Virtual .....	29
3.3 Benefícios no uso da Realidade Virtual na DP .....	30
3.4 Breve histórico dos primeiros <i>Exergames</i> .....	31
3.4.1 <i>Nintendo Wii</i> ®.....	33
3.4.2 <i>Xbox 360° Kinect</i> ®.....	35

3.4.3 Samsung Gear VR®.....	37
<b>4 OBJETIVOS .....</b>	<b>40</b>
4.1 Objetivo Geral .....	40
4.2 Objetivos Específicos.....	40
<b>5 HIPÓTESE .....</b>	<b>41</b>
<b>6 MÉTODO .....</b>	<b>42</b>
6.1 Tipo de Estudo .....	42
6.2 Participantes.....	42
6.3 Local.....	45
6.4 Instrumentos de Triagem .....	45
6.5 Instrumentos de Avaliações.....	45
6.5.1 Avaliação Cognitiva e da Ansiedade .....	46
6.5.2 Avaliação Motora.....	47
6.6 Intervenções.....	48
6.6.1 Jogos do Nintendo Wii .....	50
6.6.2 Jogos Xbox 360° Kinect .....	51
6.6.3 Jogos Samsung Gear VR .....	53
6.7 Análise dos dados.....	60
6.7.1 Cálculo Amostral .....	60
6.7.2 Estatística Descritiva .....	60
6.7.3 Estatística Inferencial .....	60
<b>7 RESULTADOS .....</b>	<b>62</b>
7.1 Cognição .....	62
7.2 Avaliação da ansiedade.....	64
7.3 Motor .....	65
<b>8 DISCUSSÃO.....</b>	<b>69</b>
<b>9 CONCLUSÃO.....</b>	<b>75</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>76</b>

## 1 INTRODUÇÃO

O uso da Realidade Virtual (RV), por meio de videogames comerciais baseados em movimento, pode ser uma alternativa para a intervenção em pessoas com Doença de Parkinson (DP), pois pode fornecer demandas cognitivo-motoras. Os *Exergames*, jogos virtuais que utilizam movimento corporal, auxiliam no aumento do nível de atividade física (LIEBERMAN et al., 2011); melhoram habilidades cognitivas (CHA et al., 2012; LATHAM; PATSTON; TIPPETT, 2013), trazem benefícios psicossociais (STRAND et al., 2014; WOLLERSHEIM et al., 2010) e apresentam maiores taxas de aderência ao tratamento quando comparados aos tratamentos convencionais (SKJÆRET et al., 2016).

A RV pode ser classificada em não imersiva (na qual um monitor é usado para fornecer o *output* visual) ou em imersiva (podendo utilizar *Head Mounted Displays*, sobreposição a visão do ambiente real e são sensíveis a movimentação da cabeça) (LIMA, 1998). Outros benefícios que a RV pode proporcionar, envolvem um ambiente no qual o examinador consegue controlar diversas variáveis, podendo monitorizar as respostas dos indivíduos, quantificá-las e analisá-las. Permite ainda a realização de repetições das tarefas virtuais com retroalimentação, além de mudanças dos níveis de dificuldades, características essas que podem não ser tangíveis nos ambientes reais (POMPEU et al., 2012).

Dentre os sistemas comerciais disponíveis estão: (i) Nintendo Wii: sistema não imersivo, na qual a interação ocorre por meio de controles manuais (Wii Remote e o Nunchuck) e uma plataforma posicionada no solo (Wii Balance Board) que apresenta múltiplos sensores de pressão e validada e confiável como instrumento de medida de equilíbrio, sendo o sistema que apresenta periféricos que utilizam membros superiores e inferiores (CLARK et al., 2010); (II) o Xbox 360 Kinect: sistema não imersivo, sem controles e plataformas (TAYLOR et al., 2011). A interação ocorre por meio do sensor v1 ou V2 Kinect e não apresenta periféricos (CHANG; CHEN; HUANG, 2011) que é sensível aos movimentos de pessoas com DP (ADAMS et al., 2014). Estudos evidenciam retenção da aprendizagem por longos períodos (POMPEU et al., 2012) e estudos atuais admitem o potencial terapêutico em sujeitos com DP (MENDES et al., 2015; POMPEU et al., 2014); (III) O *Samsung Gear VR®* é uma alternativa de RV imersiva que apresenta possível potencial terapêutico em pacientes com DP. É um sistema que não apresenta periféricos e oclui a visão do sujeito do mundo real. Está comercialmente disponível, e tem latência visual mínima (atraso entre o movimento da cabeça e o rastreamento visual) (TASHJIAN et al., 2017).

Entretanto são escassas na literatura atual análises que comparem a efetividade de diferentes sistemas de RV em sujeitos com DP. Apenas um estudo foi encontrado que comparou dois sistemas de RV comerciais (Nintendo Wii e Xbox 360 Kinect), sendo em cada grupo limitado a 9 sujeitos; a intervenção estendeu-se por dez sessões e como resultados

obteve-se diferenças estatisticamente significativas, apenas no grupo Nintendo Wii, nas capacidades cognitivas: memória de curto prazo e operacional, na autopercepção de ansiedade e na fluência verbal semântica. Nos aspectos motores, houve aumento na velocidade de marcha e melhora do desempenho em dupla tarefa cognitivo-motora (ALVES et al., 2018). Outra limitação dessa pesquisa foi o uso exclusivo da RV não imersiva (Nintendo Wii e Xbox Kinect), não explorando os possíveis potenciais terapêuticos da RV imersiva.

Portanto, o objetivo deste estudo é comparar a efetividade de três sistemas de RV Nintendo Wii, Xbox Kinect e Samsung Gear VR em promover modificações nas capacidades cognitivas, ansiedade e motoras em sujeitos com DP e comparar com um grupo sem intervenção.

## 2 DOENÇA DE PARKINSON

"É uma doença degenerativa, progressiva e irreversível. Mas a vida não é muito diferente"

Paulo José – Ator

### 2.1 Histórico da Doença de Parkinson

Na China, encontrou-se descrições sugestivas da DP que datam do ano de 425 a.C. O pesquisador Zihe (1156-1228) foi quem forneceu a primeira descrição de um caso clínico da DP, descrito no livro *Ru Homens Shi Qin*. Há mais de 2.400 anos, já era usado uma “pílula antitremor” para tratamento (ZHANG; DONG; ROMÁN, 2006).

Galeno (138-201 d.C.) foi o primeiro a descrever sobre a “paralisia agitante”, posteriormente na Índia, no ano de 600 d.C., ocorreu o primeiro relato registrado sobre os sintomas da DP por Susruta, descrevendo: acinesia, distúrbios da marcha, instabilidade postural e rigidez. O tratamento da DP era feito com pó de semente de *Mucuna pruriens* que contém 4-6% de Levodopa (OVALLATH; DEEPA, 2013).

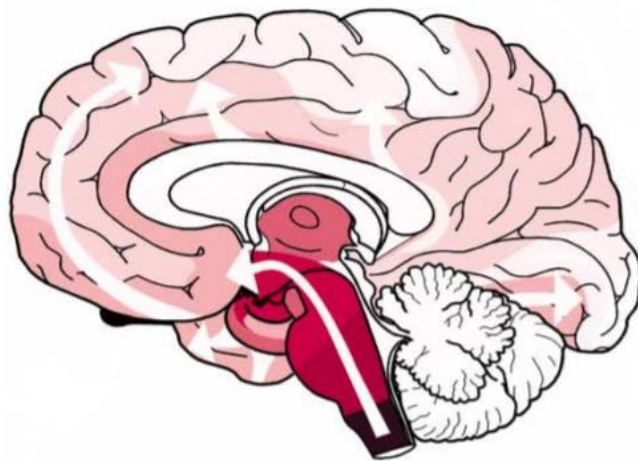
O pesquisador que mais se destacou no estudo dessa doença foi James Parkinson nascido em 1755, médico inglês membro do Colégio Real de Cirurgiões. Publicou muitos artigos científicos na área médica, entre eles um ensaio, em Londres, intitulado “*An Essay on the Shaking Palsy*” que foi a primeira descrição mundial da DP, mas que primeiramente foi chamada por Parkinson como “Paralisia Agitante”. Parkinson caracterizou a doença por: movimentos involuntários tremulantes, diminuição da força muscular, com tendência de inclinação do tronco para frente e alteração da marcha (festinação, marcha acelerada, passos pequenos e tendência à inclinação anterior); porém, sem alterações em habilidades mentais, Vários outros cientistas continuaram estudando a doença, mas foi Charcot quem mais se destacou posteriormente (TEIVE, 1998).

Jean-Martin Charcot nasceu em Paris em 1825, foi considerado pai da neurologia na Província de Morvan, no interior da França. Contribuiu na descrição da esclerose lateral amiotrófica (Doença de Charcot) e doença de Charcot-Merie-tooth. Foi Charcot quem definiu os “quatro sinais cardinais da DP” (TEIVE, 1998). “Paralisia Agitante”, termo que Jean-Martin Charcot adotou por um período, foi posteriormente modificado para “*Maladie de Parkinson*”, em homenagem ao pesquisador Parkinson. Embora o termo em francês “*Maladie*” designe “doença”, no Brasil ela foi traduzida erroneamente como “Mal”, com isso a DP ficou conhecida erroneamente como “Mal de Parkinson”. O termo “Mal” pode fazer alusões erradas sobre a doença e aumentar o estigma social para quem possui essa condição de saúde (MANZARO, 2017).

Lewy descreveu em 1912 as perdas das células nos núcleos lenticulares e nos

caudados. Em 1919 Trétiakoff encontrou lesões na substância negra em pacientes com DP, denominando-os de corpúsculos de Lewy. Em 1953 Greenfield e Bosanquet descreveram as lesões no tronco cerebral na DP. Em 1957, foi descoberta a relação da dopamina com a DP pelo farmacologista Avid Carlsson. George Cotzias, em 1967, relatou o primeiro tratamento efetivo para a DP administrando altas doses de Levodopa (ZIMMERMANN, 2016). Em 2003, Braak e colaboradores dividiram o processo patológico em seis estágios: estágio 1, ocorre degeneração do bulbo olfatório e núcleo olfatório anterior, repercutindo como uma disfunção olfatória; estágio 2, ocorre a progressão para o tronco encefálico inferior, com ocorrência dos sintomas não motores (alteração do olfato, homeostase, ciclo vigília-sono e do sistema nervoso autônomo); estágio 3 e 4, ocorre o comprometimento da substância negra e outros núcleos profundos, acarretando os sinais cardinais da DP e conseqüentemente seu diagnóstico; estágio 5 e 6, presença dos corpos de Lewy nas estruturas límbicas e neocórtex, podendo ocorrer as sintomatologias neuropsiquiátricas (depressão, declínio cognitivo grave e alucinações visuais) (BRAAK et al., 2003; MARINUS et al., 2018).

**Figura 1** – Modelo de progressão fisiopatológica da Doença de Parkinson



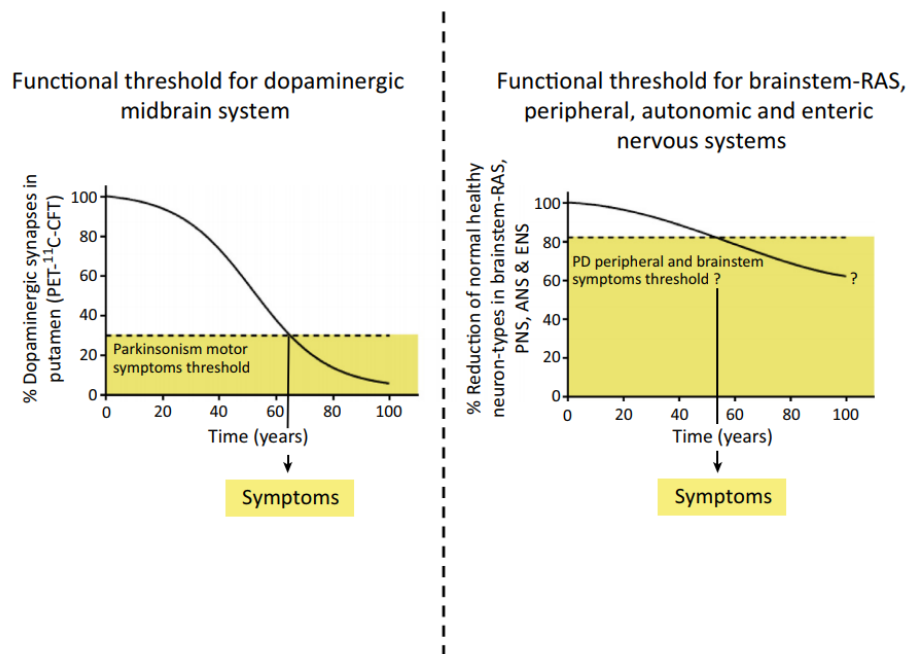
Fonte: BRAAK et al., 2003, adaptado.

Legenda: As lesões ocorrem inicialmente no núcleo motor IX / X dorsal e frequentemente no núcleo olfatório anterior também. Posteriormente, estruturas cerebrais menos suscetíveis se tornam gradualmente envolvidas (ver setas brancas). A patologia no núcleo olfatório anterior expande-se para áreas no tronco encefálico. A patologia do tronco cerebral evolui para o cérebro comprometendo o córtex, começando com o mesocórtex temporal ântero-medial. Com isso o neocórtex sucumbe, começando pela associação sensorial de alta ordem e pelas áreas pré-frontais.

Entretanto, um estudo com 71 cérebros *post-mortem* de pessoas diagnosticadas com DP, mostrou que 47% dos casos analisados não se enquadravam no padrão de comprometimento ascendente proposto por Braak (BRAAK et al., 2003); além disso, em 7% desses casos não houve perdas celulares nos núcleos motores dorsais (um dos primeiros locais a sofrer danos na teoria de Braak (KALAITZAKIS et al., 2008).

Considerando a divergência de evidências, Engelender e colaboradores propuseram a Teoria do Limiar (Threshold Theory) (ENGELENDER; ISACSON, 2017). O acúmulo de alfa-sinucleína (proteína que auxilia na formação dos corpos de Lewy) poderia começar ao mesmo tempo nas células nervosas em todo o corpo, porém diferentes grupos de células nervosas apresentariam limiares diferentes para a manifestação dos sinais clínicos. Células que apresentem limiares altos, como por exemplo na substância negra parte compacta, somente após a morte de uma grande quantidade de células, seria possível surgirem sinais clínicos e vice-versa. (ENGELENDER; ISACSON, 2017) (figura 2).

**Figura 2 – Limiar funcional das células nervosas**



Fonte: ENGELENDER; ISACSON, 2017.

Legenda: à esquerda (células nervosas com alto limiar), o declínio das sinapses dopaminérgicas com o tempo até atingir aproximadamente 70% de comprometimento nas sinapses, manifestando os sinais clínicos da DP. À direita (células nervosas com baixo limiar), com comprometimento de 20% de sinapses, os sinais clínicos já se manifestam.



## 2.2 Fisiopatologia

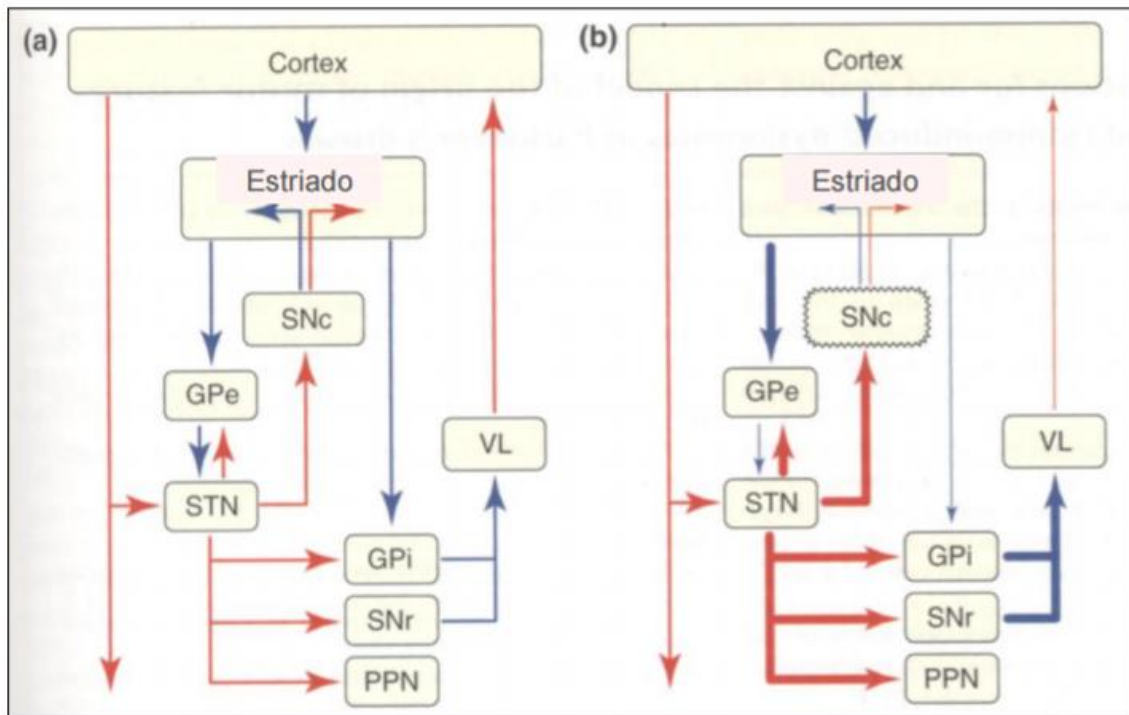
A DP é definida como uma afecção crônica, degenerativa e progressiva do sistema nervoso central. É ocasionada pela neurodegeneração da substância negra parte compacta, que passa a apresentar inclusões intracitoplasmáticas conhecidas como corpúsculos de Lewy, onde suscita déficits dopaminérgicos para o estriado (FEARNLEY; LEES, 1991). Embora as causas sejam pouco elucidadas e comprovadas, as alterações nas vias dos núcleos da base no tronco encefálico, são considerados precursoras dos sintomas típicos da DP (RODRIGUEZ-OROZ et al., 2009). O início dos sintomas motores surgem quando ocorre a morte de aproximadamente 70% dos neurônios da substância negra (LUNDBLAD et al., 2012). O Circuito de comunicação córtico-baso-tálamo-cortical é composto por:

**a) Via direta (figura 1a):** O córtex cerebral envia sinapses excitatória glutaminérgicas para o estriado. A Substância Negra Parte Compacta libera Dopamina no Estriado ativando os receptores D1, liberando neurotransmissores GABA, inibindo o Globo Pálido Interno. GPi provoca a inibição do tálamo, com isso o tálamo, que não está mais inibido, excita mais o córtex cerebral. O córtex cerebral por sua vez envia impulsos eferentes excitatórios para a musculatura esquelética, permitindo o controle fino.

**b) Via indireta:** O córtex cerebral envia sinapses excitatória glutaminérgicas para o estriado. A Substância Negra Parte Compacta libera Dopamina no Estriado ativando os receptores D2, esses desencadeiam uma resposta inibitória gabaérgica no Globo Pálido Externo e conseqüentemente inibindo o Núcleo Subtalâmico. O Núcleo Subtalâmico sem inibição, excita liberando glutamato o Globo Pálido Interno que por sua vez inibe o tálamo. Sem a excitação do tálamo, o córtex cerebral é menos ativado, causando menos contração muscular esquelética.

A diminuição da dopamina tem repercussões na via direta e indireta, gerando uma hiperatividade no núcleo Subtalâmico e do GPi, resultando em menos ativação do tálamo e conseqüente menos ativação do córtex cerebral, gerando os principais sintomas da DP, além de afetar regiões reguladoras de processos cognitivos como as funções executivas (figura 1b). (RODRIGUEZ-OROZ et al., 2009) (KANN et al., 2011).

**Figura 3 – Circuito de comunicação Córtico-Baso-Tálamo**



Fonte: RODRIGUEZ-OROZ et al., 2009

Legenda: Circuito de comunicação córtico-baso-tálamo-cortical. a) normal; b) DP. Setas vermelhas: projeções excitatórias; setas azuis: projeções inibitórias. A espessura das setas indica o grau de ativação de cada projeção. O estriado projeta para o globo pálido interno (GPi) e para a substância negra reticulada (SNr) em uma via direta e para o globo pálido externo (GPe) e núcleo subtalâmico (STN), para depois projetar para GPi e SNr, em uma via indireta. A dopamina inibe a via indireta e excita a via direta. Na DP, a falta de dopamina, da substância negra compacta para o estriado, desinibe a via indireta e inibe a via direta levando à aumentada excitação do GPi e da SNr. Como consequência, há o aumento da inibição das suas conexões com o tálamo (VL) e a diminuição da excitação das áreas motoras corticais, causando os sintomas.

A cognição é comprometida devido à neurodegeneração dopaminérgica na via córtico-nigro-estriatal, que provoca um desequilíbrio neuroquímico entre dopamina e acetilcolina no estriado, afetando o circuito frontoestriatal, responsável pelos processos cognitivos (CALABRESI et al., 2006; MUSLIMOVIĆ et al., 2005; SPEHLMANN; STAHL, 1976; TIRABOSCHI et al., 2000).

### 2.3 Causas

A hipótese central para o desenvolvimento da DP é uma predisposição genética que se soma a fatores ambientais e comportamentais. Pessoas com parentes de primeiro grau que tiveram DP, possuem de duas a três vezes mais chances de desenvolverem a doença.

Gowers, em 1893, observou que 15% de seus pacientes tinham histórico familiar com tremor isolado ou parkinsonismo.

Em 1949, Mjões propôs que a doença poderia ter um traço genético autossômico dominante, após descrever históricos familiares. A Alfa-sinucleína foi o primeiro gene descoberto a causar uma mutação que acarreta a DP (WERNECK, 2010). Os três principais mecanismos mutagênicos causadores da DP são defeitos mitocondriais, anormalidade do estresse oxidativo e falha do sistema proteossoma-ubiquitina (WERNECK, 2010).

Outra hipótese está relacionada com a inflamação localizada de determinada parte do sistema nervoso, já que a morte neuronal dopaminérgica libera neuromelanina para o espaço extracelular, substancia essa que ativa a micróglia, exacerbando a degeneração dopaminérgica, observado em modelos animais (ZHANG et al., 2011). O ferro tem um papel facilitador importante no metabolismo celular. Pacientes com DP apresentam um aumento no teor de ferro nigral, sendo uma característica fisiopatológica envolvida na neurodegeneração nigral. Esse aumento é devido a incapacidade da proteína Ceruplasmina (mutação genética) em oxidar o ferro dentro da célula. Quando a concentração de ferro é alta passa a ser prejudicial para os tecidos cerebrais, pois ocorre a gênese de radicais hidroxilas tóxicas, interferindo no metabolismo neuronal dopaminérgico, causando a morte celular. (JIN et al., 2011).

#### **2.4 Subtipos da Doença de Parkinson**

Foram identificados pelo menos dois subtipos principais da DP: o subtipo tremor, com o tremor em repouso como característica dominante e o subtipo rígido-acinético, relacionado a instabilidade postural e pelo comprometimento na marcha (GOLDMAN, LEE; AUSIELLO, 2013). Pesquisadores tentaram quantificar a perda do transportador de dopamina no estriado e não encontraram diferença entre os dois subtipos. Os resultados sugerem que a perda de dopamina no estriado não está envolvida na determinação do fenótipo motor, em particular o tremor (MARRAS, 2015). O subtipo Instabilidade/marcha associou-se a maior atrofia da substância cinzenta nas áreas: motoras, cognitivas, límbicas e associativas (MARRAS, 2015). Utilizando a Ressonância Magnética Funcional durante uma tarefa de apreensão, encontrou-se reduzida ativação no córtex pré-frontal e no glóbulo pálido no subtipo instabilidade/marcha quando comparados ao subtipo tremor e grupo saudável (PRODOEHL et al., 2013).

A etiologia de ambos os subtipos ainda carece de mais estudos para total elucidação e caracterização (MARRAS, 2015). Apenas um ensaio clínico foi encontrado comparando a efetividade de um programa intensivo de reabilitação (equilíbrio e marcha) nos dois subtipos, resultou em igual efetividade de terapia para ambos os subtipos (FRAZZITTA et al., 2013).

## **2.5 Epidemiologia**

### **2.5.1 Prevalência**

Nos países industrializados a prevalência na população varia de 0,3% a 1% em indivíduos com mais de 60 anos; e atinge 3% em aqueles com 80 anos ou mais, com taxas de incidência variando entre 0,08 e 0,18 por 1.000 pessoas / ano. A prevalência da DP varia amplamente em todo o mundo. Na Europa e nos Estados Unidos a prevalência é maior do que no resto do planeta. A prevalência nos países asiáticos, na América Latina e na África é menor, em especial neste último continente (TYSNES; STORSTEIN, 2017). A Organização Mundial da Saúde determinou em 1% a prevalência de DP em todo o mundo em pessoas acima dos 65 anos.

Em vários estudos epidemiológicos no mundo, a prevalência e a incidência aumentam com a idade. Este fato pode ser devido a várias causas: uma delas é devido ao número baixo de indivíduos muito idosos ou pode ser um fenômeno epidemiológico real (TYSNES; STORSTEIN, 2017). A DP pode acometer ambos os sexos, todas as etnias e independente da classe social. É a segunda doença neurodegenerativa mais comum, em primeiro lugar é a doença de Alzheimer. O distúrbio do movimento mais frequente é o tremor essencial e logo em seguida a DP (JIN et al., 2011; SPENCER et al., 2011).

No Brasil, estudos de prevalência são escassos assim como no resto do mundo (TYSNES; STORSTEIN, 2017). Um dos poucos estudos encontrados é sobre a prevalência, da DP/parkinsonismo e suas causas, em uma coorte de indivíduos com 64 anos ou mais em Bambuí, uma cidade brasileira. Foram pesquisados porta-a-porta 1.186 sujeitos, constatando uma prevalência de DP idiopática de 3,3% (BARBOSA et al., 2006).

### **2.5.2 Mortalidade**

Uma revisão com metanálise que incluiu oitenta e oito estudos, mostrou que a maioria das pesquisas apresentaram uma taxa de mortalidade maior em pacientes com DP se comparados aos grupos controles. Não foram achados indícios de que a mortalidade diminuía após o uso de Levodopa, porém a duração da doença, a presença de demência ou a gravidade dos sintomas motores são as características consideradas mais envolvidas na mortalidade dos pacientes com DP (MACLEOD; TAYLOR; COUNSELL, 2014; TYSNES; STORSTEIN, 2017). Após 20 anos com a DP, 80% dos pacientes desenvolverão demência, aumentando a complexidade do quadro clínico e a carga de cuidados com o paciente; além disso contribuindo para a complexidade na intervenção fisioterapêutica (HELY et al., 2008). Um outro estudo com seguimento de 206 pacientes com DP, mostrou que a mortalidade foi

de 20% em 6 anos de seguimento. Os fatores associados com a mortalidade foram: idade, tempo de doença e fatores socioeconômicos (FERNANDES et al., 2015).

## **2.6 Fatores**

### **2.6.1 Fatores não modificáveis**

A etiologia da DP ainda é desconhecida. No entanto, como na maioria das doenças crônicas, seria a combinação de fatores de risco não modificáveis (o indivíduo não pode alterar), como: envelhecimento, sexo, etnia e fatores genéticos. E fatores modificáveis (comportamento ou ambiente que o sujeito pode mudar) que não é tão esclarecido na literatura e os resultados em muitos dos estudos têm sido contraditórios.

O envelhecimento é o fator mais importante na DP, pois existe uma relação com o aumento da idade nos estudos. Este fato apoia-se em uma plausibilidade fisiopatológica clara, devido ao aumento da morte neuronal na substância negra parte compacta com o avanço da idade (TYSNES; STORSTEIN, 2017).

Em relação ao sexo, tanto as prevalências quanto as incidências são maiores em homens na maioria dos estudos. Entretanto, ocorrem algumas diferenças entre os sexos em relação à prevalência de alguns sintomas não motores. Os homens apresentaram maior incapacidade motora, enquanto as mulheres desenvolveram mais discinesias. Homens descreveram maiores problemas de escrita, destreza, marcha, rigidez, fala, salivação e déficit na iniciação dos movimentos (MARTINEZ-MARTIN et al., 2012).

A idade de início nos homens é de 2,1 anos mais tarde do que nas mulheres (53,4 anos nos homens e 51,3 anos nas mulheres). Em geral, as mulheres apresentam um fenótipo relativamente benigno, com uma taxa de deterioração dos sintomas motores mais lenta e oscilante. Em estudos com animais, observou-se que os estrogênios poderiam desempenhar um papel neuroprotetor que reduziria a morte de células dopaminérgicas (GILLIES; MCARTHUR, 2010).

O papel da etnia é mais controverso. Existem menores mortalidades em pessoas com DP negros do que em brancos, embora mais estudos de prevalências e incidências tenham sido publicados na Europa e nos Estados Unidos do que no continente Africano. Mais estudos são necessários para confirmar ou descartar a hipótese que a etnia desempenha um fator de risco no desenvolvimento da DP (TYSNES; STORSTEIN, 2017).

A herança genética representa cerca de 5% dos casos, seu estudo é fundamental para o entendimento da doença. Assim, vários genes e locus associados com formas familiares foram identificados, ambos com padrões de herança autossômica dominante e recessiva (TYSNES; STORSTEIN, 2017).

## **2.6.2 Fatores Modificáveis**

Verificou-se nos anos setenta que a MPTP (1-metil-4-fenil-1,2,3,6-tetra-hidropiridina), um contaminante de opiáceos sintéticos, produziu casos de Parkinsonismo. O mecanismo pelo qual os pesticidas aumentariam o risco de DP é desconhecido, embora possa estar associado a uma modificação de vários genes que foram relacionados à patogênese dessa doença (TYSNES; STORSTEIN, 2017).

## **2.7 Diagnóstico Clínico**

O diagnóstico da DP é baseado em critérios clínicos. Não existem testes definitivos para diagnosticar a DP, não há testes laboratoriais, marcadores biológicos ou avaliações a partir de exames de imagem que diagnostiquem a DP (RIZZO et al., 2016). Portanto, algumas informações semiológicas devem ser observadas como: a história clínica do paciente, sinais clínicos, sintomas e respostas ao medicamento.

Para o diagnóstico são necessários dois sinais dos quatro sinais cardinais da DP. A *United Kingdom Parkinson's Disease Society* estabeleceu alguns critérios considerados padrão ouro para o diagnóstico da DP, são eles: primeiro, identificação dos sinais e sintomas necessários para diagnosticar um parkinsonismo; segundo, identificação de sinais e sintomas para excluir um diagnóstico de DP (história de AVE de repetição, trauma craniano, remissão espontânea dos sintomas, sinais cerebelares, resposta negativa a altas doses de Levodopa); terceiro, identificar critérios que embasem o diagnóstico de DP (início unilateral, presença de tremor de repouso, doença progressiva, boa resposta a Levodopa (LYONS; PAHWA, 2011).

Avaliou-se por meio da necropsia de 100 cérebros de pacientes diagnosticados com DP, 75% possuíam confirmação anatomopatológica (HUGHES et al., 1992). Porém quando o diagnóstico clínico e patológico são revisados por especialistas o valor de precisão no diagnóstico aumentou para 98,6% (HUGHES et al., 2002).

## **2.8 Quadro Clínico**

### **2.8.1 Sintomas Motores**

Muitos dos sintomas motores da DP idiopática são devidos à degeneração dos neurônios dopaminérgicos na substância negra, que começam assimetricamente. A explicação ainda é pouco clara na literatura, embora algumas hipóteses incluam variações inatas no número de neurônios dopaminérgicos nigrais em cada hemisfério, diferenças na suscetibilidade de cada substância negra à degeneração e a possibilidade de que a doença comece em um lado antes de comprometer o outro (MILLER-PATTERSON et al., 2018).

Como resultado, os sintomas motores, incluindo bradicinesia, rigidez e tremor, tipicamente começam unilateralmente no início da doença (DJALDETTI; ZIV; MELAMED, 2006).

A visão tradicional tem sido que, enquanto ambos os lados progridem patológica e clinicamente, os sintomas motores, no lado inicialmente mais afetado, permanece maior. E esse grau de assimetria não muda ao longo da doença, sendo uma assimetria retida (LEE et al., 1995). Dentre os sintomas motores explanados, os que se classificam como Cardinais da DP são: bradicinesia, instabilidade postural, tremor de repouso e rigidez muscular; sinais esses que surgem após a perda de aproximadamente 60% dos neurônios da substância negra (LEWEK et al., 2010).

Bradicinesia é caracterizada como baixa velocidade na iniciação e execução dos movimentos ativos, além de afetar os ajustes posturais, deixando-os mais lentos. Acinesia é caracterizada como incapacidade na iniciação do movimento. A hipocinesia, uma subclassificação da acinesia (RODRIGUEZ-OROZ et al., 2009), é caracterizado por uma diminuição da frequência e na amplitude dos movimentos voluntários.

A instabilidade postural é decorrente das perdas dos reflexos posturais do corpo, gerando prejuízos no equilíbrio decorrentes dos ajustes posturais compensatórios e antecipatórios. O tronco fica em postura fletida e com inclinação lateral, ipsilateral ao hemicorpo mais comprometido (GOUVÊA; OLIVEIRA, 2015). A predominância dos sinais motores em um hemicorpo é devido a desnervação assimétrica da substância dopaminérgica nigro-estriatal (LEWEK et al., 2010). Para se caracterizar como instabilidade postural, ela não pode ser causada por deficiências visuais, vestibulopatias, cerebelopatias ou disfunções proprioceptivas (LYONS; PAHWA, 2011).

O tremor de repouso é uma atividade fásica muscular, sintoma inicial em cerca de 50% dos pacientes com DP. Oscila em uma frequência de 4 – 6 hz, tem predomínio em regiões distais dos membros e na mandíbula, acentuando-se durante a marcha, stress emocional e esforço mental. O tremor desaparece ao movimento ativo do segmento e é ausente durante o sono (GOUVÊA; OLIVEIRA, 2015). O tremor é menos frequente na musculatura do abdômen, das costas e do quadril (RODRIGUEZ-OROZ et al., 2009).

Rigidez muscular é caracterizada por tônus muscular aumentado à palpação da musculatura em repouso (RODRIGUEZ-OROZ et al., 2009). A resistência muscular ao movimento passivo é igual durante toda a amplitude de movimento e não varia de acordo com a velocidade tanto em músculos agonistas quanto em antagonistas (GOUVÊA; OLIVEIRA, 2015).

A postura em flexão é comumente caracterizada por iniciar nos braços e dissemina-se até atingir todo o corpo, facilitando encurtamentos musculares (RODRIGUEZ-OROZ et al., 2009). A cervical fica em flexão; tronco flexiona-se adquirindo a posição hipercifótica e

possivelmente comprometendo a expansão torácica; os braços anteriorizam-se ficando à frente do corpo e cotovelos; quadril e joelhos semifletidos; desvio ulnar dos punhos, inversão dos pés e inclinação lateral do corpo para o lado mais acometido. Estudos realizados com biofotogrametria computadorizada comprovou que existe correlação positiva significativa entre o grau de projeção anterior do corpo e o tempo de evolução da DP, sendo após 60 anos o maior grau de projeção anterior (GOUVÊA; OLIVEIRA, 2015) (MOREIRA et al., 2007).

Nos estágios iniciais da DP, 87% dos pacientes apresentam alterações na marcha, acarretando uma redução na qualidade de vida. A marcha é lenta, com passos mais curtos, maior cadência e com tendência em arrastar os pés (CREABY; COLE, 2018). A oscilação dos braços são menores durante a marcha ou desaparecem, sendo um indicador para o maior risco de quedas (LEWEK et al., 2010).

O fenômeno de congelamento (*freezing*) é uma incapacidade transitória de executar movimentos ativos que pode durar alguns segundos. É mais comum ao iniciar a marcha (hesitação da marcha), durante a troca de direção enquanto deambula, aproxima-se de um destino, percursos com barreiras percebidas ou atividades com tempo limitado (GOUVÊA; OLIVEIRA, 2015; MOREIRA et al., 2007).

A complexidade do ambiente externo aumenta a limitação da marcha nesses pacientes, além da necessidade da divisão de atenção. Alterações essas que podem ser explicadas pela falta de automatização da marcha na DP. A automatização é a capacidade de realizar movimentos com demanda da atenção mínima, até mesmo movimentos complexos após uma extensa repetição. A fisiopatologia dos distúrbios da marcha não é bem compreendida, contudo pesquisas recentes apresentam que a região locomotora mesencefálica do tronco cerebral está relacionado ao controle da marcha e equilíbrio em mamíferos (TAKAKUSAKI et al., 2003) e da locomoção em humanos (KARACHI et al., 2010).

Estudos que usaram a neuroimagem evidenciaram que pacientes com congelamento da marcha apresentaram maior atividade da região locomotora mesencefálica durante a imagética da marcha, quando comparados com pacientes com DP sem congelamento (SNIJDERS et al., 2012).

As quedas representam um grande problema para as pessoas que têm DP, sendo que 60% deles caem por ano. As consequências dessas quedas podem acarretar hospitalização, fraturas, diminuição da qualidade de vida e aumentando o risco de mortalidade. O risco de queda é maior quando eles estão deambulando, porém é controverso se a velocidade tem alguma influência no risco queda, ou realizando dupla tarefa (CREABY; COLE, 2018). O comprometimento cognitivo, os transtornos de atenção e a disfunção executiva também estão correlacionados com quedas na DP. Além disso, distúrbios do humor, como depressão e ansiedade, podem estar correlacionados com quedas em pessoas



com DP avançada (AVANZINO et al., 2018).

## **2.8.2 Alterações Cognitivas na DP**

Cognição compreende todos os processos mentais envolvidos para a realização de uma tarefa (GRIEVE; GNANASEKARAN, 2011). As alterações cognitivas na DP foram negligenciadas por muito tempo, porém, a DP está associada a vários declínios cognitivos que tem significativo impacto na vida do paciente. Esses déficits cognitivos iniciam-se ainda em fases iniciais e podem alterar a qualidade de vida do paciente (MELO, 2006). Estima-se a prevalência do comprometimento cognitivo leve, em 20 a 55% dos pacientes com DP, além disso o comprometimento leve é preditivo de demência - a demência pode afetar 80% dos pacientes com DP (KLETZEL et al., 2017).

Esse comprometimento leve está presente também na maioria dos pacientes recém diagnosticados, sendo proeminente nos domínios da memória e funções executivas (PSYCHIATRY, 2006). Em torno de 50% dos indivíduos com DP sem demência apresentam alguma alteração cognitiva; desses, 20% tem alteração predominantemente de déficit de memória; 30% têm disfunções executivas e 50% possuem um desempenho cognitivo globalmente prejudicado.

As alterações cognitivas nos estágios iniciais da DP são caracterizadas por disfunção executiva, enquanto déficits cognitivos nas fases mais avançadas, começam a se sobrepor com os de demências corticais (JANVIN et al., 2003; MUSLIMOVIĆ et al., 2005).

Função Executiva (FE) é definida como um conjunto de habilidades cognitivas necessárias para atingir um determinado objetivo, segundo o dicionário da International Neuropsychological Society (LORING, 2015). A FE é definida ainda como um conjunto de habilidades cognitivas relacionadas ao planejamento, iniciação, seguimento e monitoramento de comportamentos complexos com a meta de cumprir um objetivo (HAMDAN; PAULA; PEREIRA, 2002).

O córtex pré-frontal dorsolateral e o córtex cingulado anterior, têm relação com os aspectos cognitivos das funções executivas e com a atenção. Áreas anteriores do lobo frontal estão responsáveis por aspectos de auto regulação como a inibição e autoconsciência. A área dorsal está responsável por processos de raciocínio e atenção (BATISTELA, 2012). Em pacientes com DP, o declínio cognitivo ocorre em todos os estágios da doença devido a degeneração de neurônios dopaminérgicos na via córtico-nigro-estriatal, gerando um desequilíbrio neuroquímico entre dopamina e acetilcolina no estriado, comprometendo o circuito frontoestriatal responsável pelos processos cognitivos (BATISTELA, 2012).

A atenção é uma função mental complexa referindo-se à aptidão do sujeito em focalizar sua mente em um ou vários estímulos do meio ambiente ou do seu conteúdo interno,

sendo necessário para a execução de um determinado objetivo. A seletividade da atenção é influenciada pela importância e interesse para uma determinada tarefa. Existem várias subclassificações de atenção, como por exemplo: a atenção sustentada, sendo a capacidade de manter a atenção por um longo tempo; atenção dividida que consiste em manter a atenção em diversos estímulos simultaneamente; atenção alternada, capacidade de alternar a atenção em tarefas diferentes; e atenção seletiva, mantendo a atenção enquanto ocorrem estímulos distratores (RUEDA, 2007).

Uma tarefa rotineira requer baixos níveis de atenção enquanto as tarefas não rotineiras requerem um nível de atenção maior. A atenção ajuda a manter as informações na memória operacional além de ajudar também no processo de evocação e na inibição de estímulos distratores.

Controle Inibitório é a capacidade de inibir respostas prepotentes (para as quais o indivíduo apresenta uma forte tendência) ou respostas a algum estímulo distrator que cause uma interrupção em uma determinada ação, ou ainda interrupção de respostas que estejam em curso. Para o controle inibitório funcionar corretamente, necessita de outras funções executivas como por exemplo a atenção e memória de trabalho (COSTA; ZIMMER, 2012).

Memória é o processo de aquisição, formação, conservação e evocação das informações (IZQUIERDO, 1989, 2015). Pode ainda ser classificada de acordo com a duração, função e conteúdo. Na classificação relacionada a duração, as memórias se subdividem em memória de curto prazo, mantendo-se por minutos e memórias de longo prazo permanecendo por dias, semanas e até por uma vida inteira. Relacionado a função, o tipo de memória mais prejudicada na DP é a memória de trabalho ou também chamada de memória operacional (PANEGYRES, 2004).

A memória de trabalho é um sistema temporário de armazenamento de informações, permitindo o monitoramento e manejo desta. Cálculos, resoluções de problemas, interpretação de linguagem e praticamente toda atividade cognitiva necessita desse sistema. É um componente da FE, responsável por manter ativado uma quantidade de informações durante uma curta janela de tempo. Na classificação relacionada ao conteúdo, as memórias se dividem em: Memórias Declarativas (explícitas) e estas se subdividindo em memória semântica (referem-se aos fatos e aos conhecimentos adquiridos em especial de conceitos) e memória episódica (referindo à episódios, experiências pessoais). Memórias Procedurais (não declarativa/implícita) relacionado com a aprendizagem de hábitos e atividades motoras. Estudos de ressonância magnética funcional detectaram um maior fluxo sanguíneo no lobo frontal (predominantemente anterolateral, supraorbitária e a medial) quando demandava essa memória; além disso, sujeitos com lesões nessa área cortical apresentam prejuízos no desempenho dessa memória (IZQUIERDO, 2011).

As estruturas responsáveis pelas memórias declarativas (episódica e semânticas) são duas áreas que são intercomunicadas pelo lobo temporal: o hipocampo e o córtex entorrinal, ambas trabalhando em conjunto e gerando comunicações com o córtex cingulado e o córtex parietal, núcleo basal e lateral da amígdala (IZQUIERDO, 2011). Estrutura de armazenamento da memória motora ocorrem no córtex cerebelar, quando essa memória motora apresenta características mais automáticas (menos erros na execução da tarefa, necessita de menos atenção para realização) estudos mostram que existe menos ativação na região cortical cerebelar e maior ativação nos núcleos cerebelares (KELLY; SHANLEY, 2016).

Pacientes com DP exibem prejuízo no desempenho de testes lógicos, inibição de resposta, de retenção de informações, memória implícita, manipulação de informações e planejamento que necessitam da memória operacional. Os déficits cognitivos em pacientes com DP se assemelham com pacientes com lesões no lobo frontal. Essa disfunção no lobo frontal na DP está associada ao baixo nível de dopamina nas projeções do córtex frontal (KENSINGER et al., 2003; PAVÃO, 2007).

O declínio da memória na DP pode ter relação com o déficit colinérgico em relação ao déficit dopaminérgico nas vias diretas e indiretas nos núcleos da base em específico nos interneurônios colinérgicos através da integração com a dopamina. Ambos, dopamina e acetilcolina, devem agir em harmonia para que ocorra o equilíbrio na ação motora e cognitiva. Memória operacional e memória episódica são as mais acometidas (CALABRESI et al., 2006).

A partir da diminuição da dopamina no estriado ocorre o comprometimento dessa estrutura, sendo uma área essencial para o funcionamento dos circuitos motores, aprendizado e execução de programas implícitos. Uma falha no sistema da memória pode acarretar em dificuldade na execução automática de planos motores previamente aprendidos (PAVÃO, 2007). Os declínios nos constructos cognitivos podem ser influenciados por habilidades psicossociais como por exemplo a ansiedade (AVANZINO et al., 2018).

Ansiedade é uma manifestação neuropsiquiátrica comum na DP. A prevalência de ansiedade varia entre 12% e 57% (aproximadamente o dobro da população geral 15%) e apesar da alta ocorrência de ansiedade na DP, ela é subdiagnosticada e subtratada (DISSANAYAKA; TORBEY; PACHANA, 2015). Com a progressão da DP, a ansiedade também pode comprometer o bem-estar e a qualidade de vida (AVANZINO et al., 2018). Além disso existe a probabilidade de elevação do risco e medo da queda, com isso pode ocorrer redução da atividade. Por exemplo: "sair quando está escorregadio" e "ir a um lugar com multidões" são duas atividades comumente evitadas, associadas à DP (AVANZINO et al.,

2018). Além disso pode também exacerbar outros sintomas motores (marcha e freezing) e contribuir para o aumento dos sintomas cognitivos.

## **2.9 Tratamentos**

O tratamento para a DP se baseia em três pilares atualmente: medicamentoso, cirúrgico e o exercício físico.

### **2.9.1 Tratamento Medicamentoso**

Estima-se que o custo medicamentoso antiparkinsonianos mundial anual é de aproximadamente 11 bilhões de dólares, sendo de 3 a 4 vezes mais caro para pacientes em estágios mais avançados da doença. Na década de 60 surgiu o primeiro tratamento medicamentoso com sucesso por meio do Levodopa. Porém, a longo prazo, apareceram efeitos adversos como a flutuação motora, discinesias e complicações neuropsiquiátricas (BRASIL, 2010).

A taxa de morte neuronal na substância negra é estimada em torno de 10% ao ano, com o tempo a sintomatologia da DP piora e a resposta ao medicamento decresce. A prevenção primária, ou seja, antes do surgimento da doença, não é viável, já que a DP não apresenta marcadores biológicos. Porém a prevenção secundária, quando a doença foi diagnosticada, o objetivo é reduzir ao máximo os comprometimentos, diminuir a velocidade de progressão da doença, produzindo o mínimo de efeitos adversos e sem induzirem o surgimento de futuras complicações (BRASIL, 2010).

O tratamento é baseado em drogas que potencializam a neurotransmissão de dopamina, estimulação do receptor de dopamina e inibição das enzimas responsáveis pela degradação da dopamina (JULIUS; LONGFELLOW, 2016). Os mais usados são: a Levodopa, os agonistas dopaminérgicos, os inibidores da monoamina oxidase B e anticolinérgicos nas fases iniciais; já nas fases tardias usam-se inibidores da catecol-o-metiltransferase, apomorfina e amantadina.

A Levodopa é o medicamento mais usado nesses pacientes e o mais efetivo no controle dos sintomas em especial na rigidez e bradicinesia. Mostrou ser mais eficaz no controle dos sintomas motores do que os medicamentos antagonistas dopaminérgicos. A Levodopa aumenta o fluxo sanguíneo no lobo pré-frontal e dorsolateral direito, trazendo benefícios na cognição (COOLS et al., 2002). Após uso do medicamento, o paciente entra em período ativo (*TON*) e no período inativo (*TOFF*), quando o medicamento perde o efeito.

### **2.9.2 Tratamento Cirúrgico**

O principal tratamento cirúrgico iniciou em 1994 através da Estimulação Cerebral Profunda, feita sobre o núcleo Subtalâmico e parte ventrolateral do globo pálido interno dos pacientes com DP, resultando em sucesso no controle dos sinais cardinais da DP. É uma implantação cirúrgica uni ou bilateral de três componentes: eletrodo cerebral quadripolar, cabo extensor subcutâneo e gerador de impulsos interno posicionado na região subclavicular (CRUZ et al., 2016).

O efeito desse procedimento não é totalmente esclarecido, contudo é sabido que ele gera uma estimulação neuronal por meio de geradores de alta frequência que interagem com os neurônios patológicos. É indicado para pacientes nas fases mais avançadas da DP quando ocorrem tremores severos e refratários à terapia e complicações de longo prazo relacionadas ao uso de Levodopa. (LYONS; PAHWA, 2011).

Espera-se redução do período *OFF*, aumento do período *ON*, redução das discinesias, supressão do tremor refratário ao tratamento medicamentoso, melhora do desempenho das atividades da vida diária e aumento da qualidade de vida (CRUZ et al., 2016). Os riscos na cirurgia envolvem hemorragia intracraniana, acidente vascular encefálico e infecção podendo acarretar na morte do paciente (GAZEWOOD; RICHARDS; CLEBAK, 2013). Entretanto, apenas os tratamentos medicamentoso ou cirúrgico não são suficientes para retardar o avanço dos sintomas motores e não motores da DP.

### **2.9.3 Exercício Físico**

Com o passar dos anos pesquisas vêm buscando maximizar os ganhos na reabilitação de pacientes com a DP. A fisioterapia somada à terapia farmacológica é significativamente útil no manejo das alterações motoras funcionais dos pacientes (GOODWIN et al., 2008). Com esse propósito, a fisioterapia convencional vem mostrando resultados benéficos como a melhora na flexibilidade, força e resistência muscular esquelética, melhora do equilíbrio estático e dinâmico, coordenação motora e melhora nos padrões de movimentos. Além disso as pistas como: pistas sonoras rítmica, pistas visuais e feedback auditivo e tátil contribuem para um maior efeito na intervenção (GOODWIN et al., 2008).

Alguns fatores no tratamento convencional diminuem a adesão ao tratamento fisioterapêutico convencional como: baixa expectativa de resultados dos exercícios e falta de tempo para se exercitar. Intervenções de mudança de comportamento visando a autoeficácia, por exemplo: criar metas, evolução do exercício, apoio social e monitoramento do progresso. Essas demonstraram aumentar a atividade física em pessoas com deficiências crônicas e

são promissoras como possíveis intervenções efetivas em pessoas com DP (ELLIS et al., 2013). Alternativas que são pouco usadas são as escalas *Goal Attainment Scalling (GAS)* na qual busca criar metas junto ao paciente e familiares e a escala SMART, baseada em cinco atributos: S (específico), M (mensurável), A (atingível), R (relevante) e T (temporal). Esses instrumentos ajudam a motivar o sujeito e traçar metas para a progressão do tratamento, além de fornecer o feedback do progresso (BOVEND'EERDT; BOTELL; WADE, 2009). Esses atributos podem fornecer uma taxa de adesão maior para que a intervenção a longo prazo não seja comprometida. A DP até o presente momento não tem cura, pacientes com essa enfermidade terão um déficit contínuo nas habilidades mentais e motoras com o passar dos anos, com isso o tratamento deve combinar demandas físicas e mentais contínuas.

Neste sentido, A RV que é considerada uma tecnologia baseada no uso de computador, gera um ambiente multissensorial envolvendo simulação, em tempo real, com o qual o indivíduo pode interagir (LEVIN, 2011). A RV Promove um ambiente estimulador e desafiador, exigindo que o paciente utilize habilidades cognitivas como o planejamento, atenção e memória (LEVIN, 2011), inclusive podendo ser tão eficiente quanto o tratamento fisioterapêutico convencional (POMPEU et al., 2012). É possível estabelecer metas diárias (similares aos instrumentos SMART e GAS) específicos para os movimentos terapêuticos em cada jogo; o sujeito pode acompanhar a evolução monitorando a pontuação nos jogos e monitorar o progresso pelo *Ranking* de cada jogo e praticar com familiares e amigos, tendo auxílio social; um jogo tende a ser menos complexo e com isso mais fácil para o sujeito realizar, sendo atingível; e o progresso pode ser observado em um curto espaço de tempo. Os vídeo games comerciais são alternativas viáveis, portáteis, podendo ser usados em espaços menores (domiciliares), que utilizam *exergames* (interação do jogador com o jogo por meio de exercícios) como recurso de intervenção (CAMEIRAO et al., 2010).

### 3 REALIDADE VIRTUAL

"O desejo de fazer as coisas de que realmente gosto, vence quaisquer sintomas de Parkinson"  
Paulo José - Ator

#### 3.1 Breve história da Realidade Virtual

RV é uma tecnologia avançada que pode ser considerada o resultado da evolução das interfaces computacionais existentes e em vários níveis de imersão. O objetivo é recriar a experiência do ambiente real na RV ao máximo. Para isso, a interação ocorre em tempo real por meio da conexão dos dispositivos de entrada de dados (*inputs*), processamento e saída de dados (*outputs*) (LIMA, 1998).

Os primeiros vestígios da concepção e idealização da RV vieram da literatura de ficção científica. O conto de Stanley G. Weinbaum, de 1934, "Pygmalion's Spectacles" (Os Óculos de Pigmaleão, em tradução leiga) é reconhecido como uma das primeiras obras de ficção científica que explora a RV nos moldes como é conhecida atualmente. Ele descreve um sistema de RV baseado em óculos com gravação holográfica de experiências ficcionais, incluindo cheiro e toque (DURLACH, 2000).

Antonin Artaud, em 1938, descreveu a natureza ilusória de personagens e objetos no teatro em uma coleção de ensaios intituladas *The Theatre and its Double*, sendo o registro mais antigo a utilizar o termo "Realidade Virtual". O termo "Realidade Artificial", cunhada por Myron Krueger, está em uso desde a década de 1970; atualmente, esse termo é considerado sinônimo do termo RV.

Em seu uso moderno, a RV foi popularizada por Jaron Lanier em 1980, desenvolvendo os primeiros jogos dentro desse conceito (DURLACH, 2000). Na mídia de massa foi difundido por filmes como *Brainstorm* e *The Lawnmower Man*. O aumento exponencial em pesquisa envolvendo a RV nos anos 90 foi acompanhado pelo livro de não ficção *Virtual Reality* (1991) de Howard Rheingold. Essa obra serviu para desmistificar o assunto, tornando-o mais acessível para pesquisadores e entusiastas por apresentar uma linguagem menos técnica.

#### 3.2 Características básicas da Realidade Virtual

As Realidades Virtuais criam artificialmente experiências sensoriais, que podem incluir visão, tato, audição e olfato (DURLACH, 2000; PARSONS et al., 2017). Algumas características presentes são: **imersão** relacionada com a sensação de estar inserido no ambiente virtual, por meio dos *inputs* que são as informações enviadas pelos hardwares que o jogador utiliza (controles, plataformas, sensores) e dos *outputs* (imagens, sons, tato). Outra característica é a **interatividade** de um sistema, ou seja, a capacidade de receber os *inputs*

e remodelar o sistema e seus objetos virtuais. O **realismo** de um ambiente virtual, moldado graficamente para se assemelhar ao mundo real ou ficcional, incluindo as leis da física no ambiente. E por último, o **envolvimento** em que fornece um sistema de recompensas, utilidade da simulação virtual e a motivação desenvolvida no jogador.

Os tipos mais comuns de RV são: primeiro, a RV não imersiva, na qual um monitor é usado para fornecer o *output* visual; é considerado um sistema com baixo nível de imersão quando comparado aos demais. Em segundo, a RV imersiva, podendo utilizar os *Head Mounted Displays*, periféricos usados na cabeça sobrepondo a visão do ambiente real e sensíveis a movimentação da cabeça; ou utilizando as projeções na parede, de um determinado console, em um ambiente calmo. E por último, a RV aumentada, a projeção virtual usa o cenário do mundo real, por exemplo celulares ou *Head Mounted Displays* utilizam as próprias câmeras para fornecer a imagem do mundo real e simultaneamente mostram objetivos virtuais (LIMA, 1998). O jogo que mais se popularizou, utilizando essa tecnologia atualmente, foi o Pokémon Go (NI et al., 2018).

### **3.3 Benefícios no uso da Realidade Virtual na DP**

Com a progressão da doença torna-se mais difícil a realização de movimentos ativos e automatizados, como por exemplo a marcha. A DP faz com que haja menor ativação da área motora suplementar, córtex cingulado anterior, córtex pré-frontal dorsolateral e putâmen, quando esses são comparados a sujeitos saudáveis em uma situação de movimento auto iniciado, porém não quando são estimulados externamente. (JAHANSHAHI et al., 1995).

Pacientes com DP apresentam taxas de aprendizado mais lentas. Estudos de imagem cerebral destacaram a maior atividade cerebral necessária para esse fim e que diferentes redes neurais são recrutadas, sugerindo uma eficiência reduzida da aprendizagem. A RV apresenta características que podem facilitar a aprendizagem nesses sujeitos, pois o examinador pode controlar diversas variáveis, podendo monitorizar as respostas dos indivíduos, quantificando-as e avaliando-as. Permite a possibilidade de repetições em ambiente de multitarefas, variabilidade e com controle do nível de dificuldade dos objetivos virtuais que seriam mais difíceis no mundo real (ARIAS et al., 2012; LEVIN, 2011). Algumas evidências sugerem que as características de repetição, treino cognitivo e motor simultaneamente e pistas visuais e sonoras, potencializam o treino para sujeitos com DP (STANMORE et al., 2017).

A prática na RV cria condições facilitadoras na reorganização funcional dos sistemas motores e pré-motores, causando o recrutamento de áreas motoras não lesadas e redes neuronais alternativas (CAMEIRAO et al., 2010).



As pistas externas virtuais, como por exemplo as auditivas e visuais fornecidas pelos *exergames*, podem fazer com que aumente a demanda da atenção durante a marcha melhorando o desempenho nessa tarefa (GRIFFIN et al., 2011; NIEUWBOER, 2008).

A utilidade da RV para aprendizagem motora é ligada também à observação do movimento e às terapias de imitação (SAPOSNIK et al., 2010). Os jogos podem apresentar um avatar digital similar à imagem corporal humana que reproduz os movimentos do jogador, sendo uma retroalimentação visual relevante para o paciente, pois facilita a movimentação devido à ativação dos neurônios espelhos (PELOSIN et al., 2010), esses neurônios que estão localizados em áreas corticais fronto-parietais (LAMEIRA; GAWRYSZEWSKI; PEREIRA JÚNIOR, 2006), disparam quando o jogador observa a realização de um movimento, facilitando assim o *output* motor, facilitando o movimento (PELOSIN et al., 2010).

Outro benefício é a segurança dessa técnica terapêutica e as motivações que podem ser fornecidas tanto pela RV quanto as fornecidas pelo terapeuta. A motivação para a continuidade do treinamento é proporcionada pela observação, da evolução das pontuações obtidas pelos jogadores que somadas geram a retroalimentação e potencializando o treino (BUCCINO et al., 2011). Algumas pesquisas mostram uma maior aderência à terapia por RV do que a terapia convencional (SKJÆRET et al., 2016). São estratégias que podem aumentar o engajamento e motivação do indivíduo, podendo resultar em maior aderência ao tratamento e contribuir para maior efetividade da intervenção (BUTLER; WILLETT, 2010).

A RV pode potencializar transferências da aprendizagem da tarefa virtual para a tarefa real, devido a variabilidade, complexidade, multitarefas cognitivas/motores e prática sistemática. (BAVELIER et al., 2012).

O paciente com DP é capaz de aprender, reter e transferir para a vida real o aprendizado de algumas habilidades adquiridas por meio do treinamento na RV dentro das limitações motoras na DP (MENDES et al., 2012). Essas vantagens enriquecem o arsenal de recursos que o profissional pode usar obtendo benefícios nos princípios do aprendizado motor e da plasticidade neural, além de permitir que o paciente realize tarefas ricas em estímulos auditivos, visuais e táteis (ambiente multissensorial) (ARIAS et al., 2012; LEVIN, 2011).

### **3.4 Breve histórico dos primeiros *Exergames***

Os primeiros jogos de vídeo games apresentavam pobreza de captura de movimentos corporais até o surgimento dos consoles que utilizam os *exergames*. Um dos primeiros jogos que passaram a usar movimentos do corpo e que foi relatado na literatura científica foi o *Dance Dance Revolution*. Lançado em 1998 pela empresa *Konami Corporation's Bemani*, teve várias versões para diversas plataformas, tonando-se uma tendência no mercado de jogos na época. Os periféricos para esse jogo foram surgindo tornando-o mais domésticos e

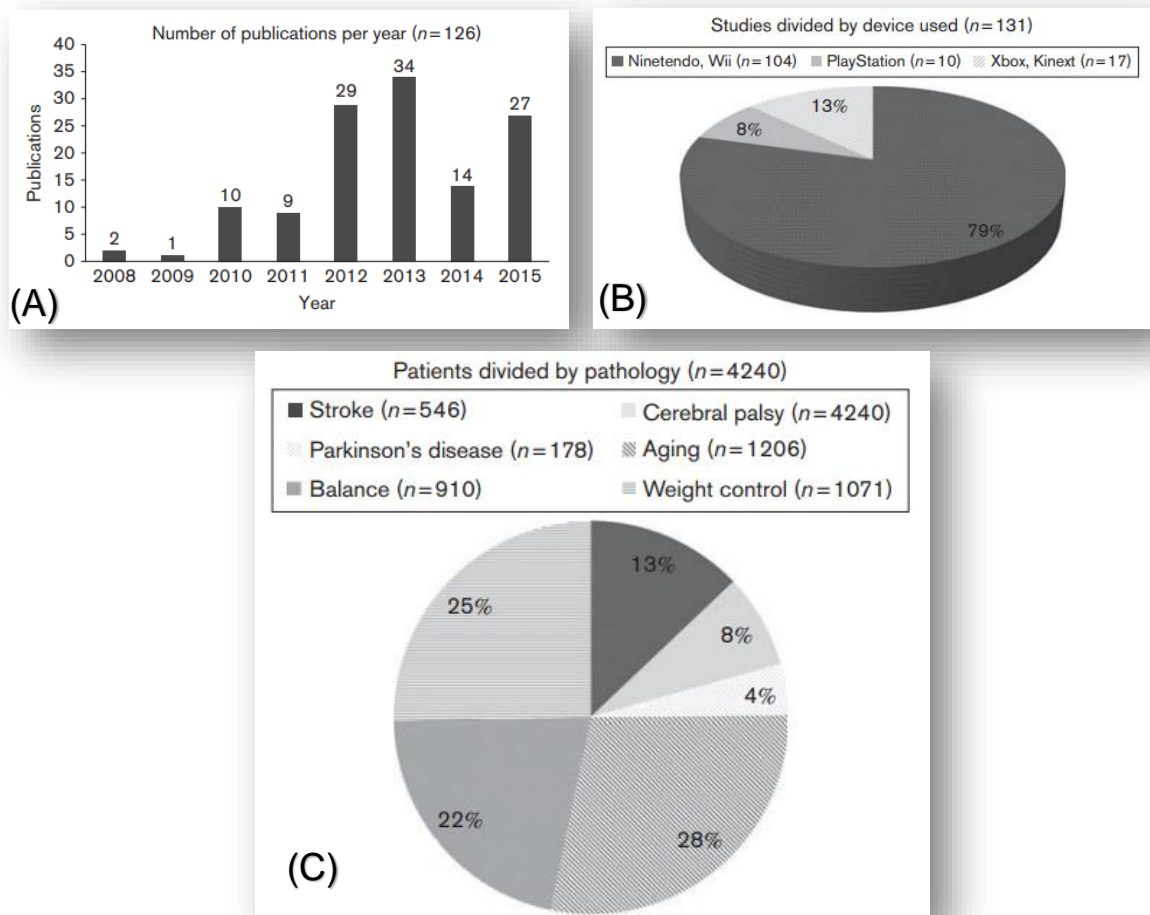
acessíveis. Essa nova tendência atraiu considerável atenção da mídia, com isso relatos de mercado sugerem que os consumidores estavam comprando consoles como o Playstation, periféricos de dance *pad* e cópias de títulos de *Dance Dance Revolution* unicamente para fins de exercício físico. Esta nova tendência foi rapidamente rotulada “*exergaming*” pela mídia: a “combinação de exercícios e videogames”(BOGOST; ST, 2005).

*Exergame* ou *Exargaming* é definido como um jogo de *vídeo game* no qual a interação ocorre por exercício físico do jogador. As câmeras, sensores de movimento e *joysticks* são as ferramentas que captam os movimentos do paciente para a interação com o *game* (LIEBERMAN et al., 2011). Os *exergames* são uma opção no mercado em relação aos jogos convencionais estáticos, pois uma das desvantagens dos jogos que não utilizam movimentos do corpo é a associação à inatividade física (BOGOST; ST, 2005).

Os *exergames* podem auxiliar em aumentar o nível de atividade física (LIEBERMAN et al., 2011); melhoras nas habilidades cognitivas (CHA et al., 2012; LATHAM; PATSTON; TIPPETT, 2013); benefícios psicossociais (STRAND et al., 2014; WOLLERSHEIM et al., 2010) e apresentam maiores taxas de aderência ao tratamento quando comparado ao tratamento convencional fisioterapêutico (SKJÆRET et al., 2016).

Devido à popularidade do *Dance Dance Revolution*, várias empresas de jogos tentaram seguir o mesmo caminho. Novos dispositivos e jogos estimulavam os jogadores a usar todo o corpo, tendência no ano 2000. Os conceitos destes vários dispositivos foram inventivos, porém sem sucesso em comparação a popularidade do *Dance Dance Revolution* (BOGOST; ST, 2005).

**Figura 4 – Volume de publicações de exergames na reabilitação**



Fonte: BONNECHÈRE et al., 2016

Legenda: (A) Número de publicações nos últimos anos no campo da reabilitação. (B) Porcentagem de sistemas utilizados. O *Nintendo Wii* foi lançado em 2006 (*Wii Balance Board*, 2007); *Xbox Kinect* em 2010; *Sony PlayStation Eye* final de 2007; *PlayStation Move* em setembro de 2010; e *Samsung Gear VR* em 2015. (C) Volume de publicações divididos por patologia, sendo que na *Doença de Parkinson* apresentou o menor volume.

### 3.4.1 *Nintendo Wii*®

O vídeo game *Nintendo Wii* foi desenvolvido em 2001, sendo comercialmente lançado nos Estados Unidos, Japão e Inglaterra em 2006. Tornou-se revolucionário pela forma de interação jogador-máquina. Atualmente é a plataforma de *exergame* mais conhecida, devido ao baixo custo e sua simplicidade (BUTLER; WILLETT, 2010).

Para a interação com os jogos, o sujeito precisa realizar movimentos com partes do corpo ou todo o corpo. Os principais componentes do *Nintendo Wii* são: o *Wii Remote* ou *Wiimote*, sendo o controle remoto sem fio com tecnologia contendo sensor de aceleração e giroscópios tridimensionais. Além disso possui a característica de gerar pequenas vibrações

permitindo um *feedback* sensorial e uma pequena caixa de som acoplada ao controle que reproduz alguns sons dos jogos, fornecendo *feedback* auditivo, aumentando o grau de realismo; destinado para os membros superiores. Tem tamanho similar ao controle remoto de uma televisão e com *design* que permite a ambidestrela. Na extremidade anterior do controle existe a emissão de sinais infravermelhos que são captados por um sensor (*sensor bar*), sendo transmitido posteriormente para o console. O controle secundário, *Nunchuck* é outro controle manual que pode ser requerido em alguns jogos dessa plataforma. Apresenta acelerômetros e giroscópios tridimensionais, porém não contém autofalantes e vibração como no *Remote*. O *Nunchuck* é conectado ao *Remote* por um cabo fino quando necessário (SAPOSNIK et al., 2010)

**Figura 5 – Nintendo Wii: console e controles**



Fonte: Disponível em: <<https://www.nintendo.com>>. Acessado em 05 março 2020

No entanto, o movimento do corpo inteiro não foi necessário para todos os jogos que o Wii tinha para oferecer. A *Nintendo* criou então um novo periférico chamado *Wii Balance Board*, que foi usado com o pacote de jogos chamado *Wii Fit*. O *Wii Balance Board* é uma plataforma usada no chão, na qual o jogador pode interagir com os jogos por meio dela; destinado para os membros inferiores. É um periférico retangular, relativamente pequeno e leve. Ela apresenta múltiplos sensores de pressão, gerando o centro de pressão do jogador instantaneamente; além de calcular a distribuição de força dos membros inferiores na posição ortostática durante as práticas. As conexões de ambos os periféricos acontecem por *Bluetooth* e podem ser utilizados de forma separada ou simultaneamente. O *Wii Balance Board* é um instrumento clínico válido e de alta confiabilidade quando é comparado com a plataforma de força e que apresenta menor custo (CLARK; KRAEMER, 2009).

Quando introduzido no mercado de jogos, o *Wii Fit* tornou-se popular e vendeu 22,5 milhões de cópias em todo o mundo. Após o aumento da popularidade do *exergaming* e do *Wii* em particular, em 2007, o termo “exergaming” tornou-se parte do *Collins English Dictionary* (BOGOST; ST, 2005).

**Figura 6** – Wii Balance Board, acessório do videogame Nintendo Wii®



Fonte: Disponível em: <<https://www.nintendo.com>>. Acessado em 05 março 2020

A literatura embasa o uso do *Nintendo Wii®*, pois resultados de ensaios clínicos exibem melhoras nos desfechos funcionais (equilíbrio, mobilidade, desempenho motor e independência) e diminuição dos riscos de quedas (BONNECHÈRE et al., 2016; BRAZ et al., 2018). Outra revisão enfatiza a melhora no equilíbrio e mobilidade (FERRAZ et al., 2017); além de mostrar resultados similares à terapia convencional, podendo ser usada coadjuvante a outras intervenções (BONNECHÈRE et al., 2016).

#### **3.4.2 Xbox 360° Kinect®**

O videogame *Xbox 360 Kinect®* da *Microsoft®* apresenta uma tecnologia avançada, oferecendo grande repertório de jogos com demandas motoras e cognitivas ao jogador. A interação do participante com os jogos são feitas por um conjunto de sensores sensíveis aos movimentos em tempo real e em três dimensões (CHANG; CHEN; HUANG, 2011). Não é utilizado nenhum controle ou plataforma física, por meio dos quais o jogador pode mover um avatar de forma natural com os seus próprios movimentos, potencializando o processo terapêutico (TAYLOR et al., 2011). A retenção da aprendizagem pode ocorrer por longos períodos (POMPEU et al., 2012) e estudos atuais admitem o potencial terapêutico nesses pacientes (MENDES et al., 2015; POMPEU et al., 2014).

O *Microsoft 360° Kinect v1* é um acessório de videogame comercialmente disponível que é comumente usado para rastrear o movimento do jogador e permitir a sua interação

(ELTOUKHY et al., 2017). O *Kinect* (v1) rastreia a posição dos membros e do corpo sem a necessidade de controladores manuais ou plataformas de força. O uso de um sensor de profundidade também permite que o *Kinect* capture padrões de movimento tridimensionais (ADAMS et al., 2014). A câmera do tipo RGB grava quadros de imagens de vídeo com uma frequência de 30 frames por segundo. O sensor de profundidade consiste em um projetor infravermelho e uma câmera infravermelha. Tanto a câmera RGB quanto os sensores de profundidade armazenam informações em matrizes de elementos 640 x 480 (CAO et al., 2017; ĀUPA et al., 2015).

O *Kinect* pode medir com precisão o tempo e as características espaciais grosseiras de movimentos clinicamente relevantes, mas não com a mesma precisão espacial para movimentos menores, como a movimentação dos dedos, quando comparado a um sistema de análise de movimento tridimensional *Vicon* (padrão ouro). Porém tais limitações não interferem na prática dos jogos, pois as demandas motoras não envolvem esses movimentos finos (ADAMS et al., 2014).

Um estudo demonstrou melhoras na marcha, equilíbrio, condicionamento cardiorrespiratório e na qualidade de vida, porém não investigou a cognição (POMPEU et al., 2014); outro, um estudo de caso com um sujeito, avaliou a cognição por meio do *STROOP* test (VALLABHAJOSULA; MCMILLION; FREUND, 2017) e por último um estudo com amostra pequena comparando dois sistemas (ALVES et al., 2018).

Alguns estudos usaram o *Kinect* para o desenvolvimento de jogos, revelando melhora focada nos distúrbios da marcha e do equilíbrio (NUIC et al., 2018). Porém poucos investigaram as modificações cognitivas.

**Figura 7** – Xbox 360 Kinect®: console, controle e a câmera.



Fonte: Disponível em: < <https://www.xbox.com/pt-BR/>>. Acessado em 05 março 2020

### 3.4.3 Samsung Gear VR®

A primavera de 2016 contou com o lançamento da primeira geração de plataformas de Realidade Virtual Imersiva (RVI) direcionadas aos consumidores, desenvolvida por algumas das maiores empresas de tecnologia da informação do mundo. Essas plataformas de RVI destinadas ao mercado consumidor se enquadram em duas categorias principais: RVI estacionários, monitores e sensores que se conectam a um computador ou vídeo game. Já as plataformas de RVI móveis que contam com um sistema mais simples (*Headset* com lentes) combinado com um smartphone, atuando como a central de processamento por meio de *input* e *output* de dados, por exemplo, o *Samsung Gear VR*. As plataformas VR estacionárias custam mais e também exigem conexão física com um computador com tecnologia avançada. As plataformas de RV móveis são portáteis e relativamente baratas, o que as torna adequadas para o consumidor caseiro/terapeuta (LINDNER et al., 2017).

Em essência, a tecnologia de RVI cria a experiência de estar presente em um ambiente virtual, apresentando uma experiência visual/auditiva imersiva e simulada, permitindo a interatividade do usuário. Comumente é obtido através do uso de um monitor acoplado na cabeça, cobrindo os olhos com lentes ópticas de dois monitores separados. Ao apresentar visões ligeiramente diferentes em cada olho, a ilusão de profundidade estereoscópica é criada. Os sensores rastreiam o movimento da cabeça e os transmitem para a unidade de computação, que atualiza a imagem nas telas correspondentes ao movimento do usuário (LINDNER et al., 2017).

Após essa popularização comercial dessa tecnologia, buscaram-se os possíveis benefícios clínicos nas aplicações dessas tecnologias. Encontrou-se na literatura o uso da RVI como ferramenta de terapia de exposição para transtornos de ansiedade (LINDNER et al., 2017); para reabilitação cardíaca (OGOURTSOVA et al., 2017); para a reabilitação na negligência corporal (OGOURTSOVA et al., 2017) e para a redução da dor (MALLOY; MILLING, 2010).

Até o presente momento nenhuma pesquisa utilizou os óculos de RV como intervenção em pessoas com DP.

**Figura 8 – Samsung Gear VR (Headset)**



Fonte: Disponível em: < <https://www.samsung.com> >. Acessado em 05 março 2020

O *Samsung Gear VR*® é uma alternativa de RVI móvel que apresenta potencial terapêutico em pacientes com DP. Selecionou-se o *Samsung Gear*, pois ele está comercialmente disponível, é amplamente utilizado e tem latência visual mínima (atraso entre o movimento da cabeça e o rastreamento visual) (TASHJIAN et al., 2017). Esse dispositivo é compatível com vários *smartphones* da fabricante, como *Galaxy Note 5*, *Galaxy S6 Edge Plus*, *Galaxy S6 Edge*, *Galaxy S6*, *Galaxy S7* e *Galaxy S7 Edge*. Sendo que esses possuem sensores de proximidade, giroscópios e acelerômetros. O *Samsung Gear VR* possui dimensões de 92.6 x 201.9 x 116.4 mm (Altura x Largura x Profundidade); peso de 318g; campo de visão de 96° e tamanho da tela de 5,7 polegadas (Samsung Website; Óculos Website, 2018).

É sabido que os treinamentos exclusivamente cognitivos têm efeitos positivos sobre a cognição de pessoas com DP (NOCERA et al., 2010; STANMORE et al., 2017; TABAK; AQUIJE; FISHER, 2013). Uma intervenção que combine demandas cognitivas e motoras, simultaneamente, pode ser mais vantajosa do que apenas treinamentos unicamente motores, pois proporciona, além dos efeitos cognitivos, também os efeitos motores. Os Exergames mostraram respostas superiores à intervenções exclusivamente aeróbicas sem demanda cognitiva, além disso os efeitos foram maiores na intervenção com Exergames quando comparados à intervenção exclusivamente cognitiva (STANMORE et al., 2017). Com isso, existe uma lacuna na ciência em buscar qual sistema comercial apresenta maiores vantagens para sujeitos com DP, quando combinados aos seus respectivos Exergames. Apenas um estudo foi encontrado em que comparou dois sistemas de RV comerciais (Nintendo Wii e Xbox 360° Kinect), sendo em cada grupo limitado a 9 sujeitos. Outra limitação dessa pesquisa foi o uso exclusivo da RV não imersiva (Nintendo Wii e Xbox Kinect), não explorando os



possíveis potenciais terapêuticos da RV imersiva. Com isso, buscamos comparar a efetividade, aqui compreendida como a magnitude do efeito da intervenção sobre o contexto real do paciente,( EL DIB; ATALLAH, 2006) de três sistemas de Realidade Virtual (Nintendo Wii, Xbox Kinect e Samsung Gear VR), com níveis de imersão diferentes, combinado com seus respectivos Exergames, na promoção de efeitos cognitivos, psicossociais e motores em sujeitos com DP.

## 4 OBJETIVOS

### 4.1 Objetivo Geral

Identificar o efeito de cada sistema comercial de Realidade Virtual na promoção da melhora da cognição, ansiedade e melhoras motoras em sujeitos com Doença de Parkinson idiopática e comparar com um grupo controle sem treinamento.

### 4.2 Objetivos Específicos

- a) Analisar os efeitos de três sistemas de Realidade Virtual, (*Nintendo Wii®*, *Xbox 360 Kinect®* e *Samsung Gear VR®*), na promoção de efeitos cognitivos (memória, atenção e funções executivas) e ansiedade, após sete e 30 dias após o fim do treinamento, em sujeitos com Doença de Parkinson idiopática, quando comparados a um grupo sem treinamento;
  
- b) Analisar os efeitos três sistemas de Realidade Virtual, (*Nintendo Wii®*, *Xbox 360 Kinect®* e *Samsung Gear VR®*), na promoção de efeitos motores (mobilidade funcional e velocidade da marcha em tarefa simples e dupla tarefa) após sete e 30 dias após o fim do treinamento, em sujeitos com Doença de Parkinson idiopática, quando comparados a um grupo sem treinamento;

## 5 HIPÓTESE

Os aspectos Cognitivos, psicossociais e Motores avaliados, seriam significativamente melhorados nos grupos experimentais, quando comparados a um grupo controle sem treinamento. Baseado na literatura científica, o grupo Nintendo Wii poderia ter maiores efeitos motores em relação ao Kinect e ao Gear VR. Secundariamente o Kinect, por ser um sistema sem periféricos poderia promover maior liberdade funcional para o paciente gerando maiores demandas do controle postural, favorecendo a performance, gerando mais autoconfiança e diminuição da ansiedade e melhora em testes de marcha. E que o Gear VR por necessitar de oclusão do mundo real, poderia favorecer o ganho em testes de mobilidade funcional e cognição devido ao foco maior em tarefas cognitivas virtuais.

## 6 MÉTODO

A ciência será sempre uma busca, jamais uma descoberta.  
É uma viagem, nunca uma chegada.

**Karl Popper**

### 6.1 Tipo de Estudo

O presente estudo caracterizou-se como: Ensaio Clínico, controlado, quase-experimental, multicêntrico e simples cego, sendo cegos os avaliadores. O fluxograma (Figura 9) esclarece o delineamento metodológico. O presente estudo e seus termos foram aprovados pelo Comitê de Ética e Pesquisa da Faculdade de Ciências da Saúde da Universidade de Brasília (UnB) sob Número do parecer: 2.109.826 (Anexo 7).

### 6.2 Participantes

Após divulgação das propostas do estudo na comunidade local e acadêmica e em associações de assistência à pacientes com DP por meio de folhetos impressos, palestras e redes sociais, os interessados entraram em contato com a equipe de pesquisa que, nesse momento, registrou as primeiras informações gerais acerca da identificação e perfil clínico dos mesmos. Os sujeitos foram diagnosticados por um neurologista e seu perfil clínico foi verificado por um fisioterapeuta antes da alocação nos grupos de estudo.

Realizou-se a amostragem não aleatória em Brasília e nas cidades do entorno<sup>1</sup> e na cidade de São Paulo nas dependências do laboratório de aprendizagem sensoriomotora do curso de fisioterapia da faculdade de medicina da Universidade de São Paulo (USP). Para que o estudo multicêntrico seguisse boas práticas de pesquisa, a amostragem, triagem, avaliações e intervenções foram padronizadas por meio de um protocolo disponibilizado online para todos os envolvidos na pesquisa. Além disso quaisquer dúvidas eram tiradas por correio eletrônico ou vídeo conferência.

Os critérios de inclusão foram: apresentar quatro ou mais anos de estudo formal; pontuação mínima de 24 pontos no Mini Exame do Estado Mental; não apresentar déficit auditivo ou visual que comprometesse a coleta das informações e/ou a participação dos protocolos de treinamento; pontuação de 1 a 3 na Escala de Hoehn e Yahr; pontuação abaixo de 7 pontos na Escala de Depressão Geriátrica; e assinar o Termo de Consentimento Livre Esclarecido que permite o anonimato e confidencialidade.

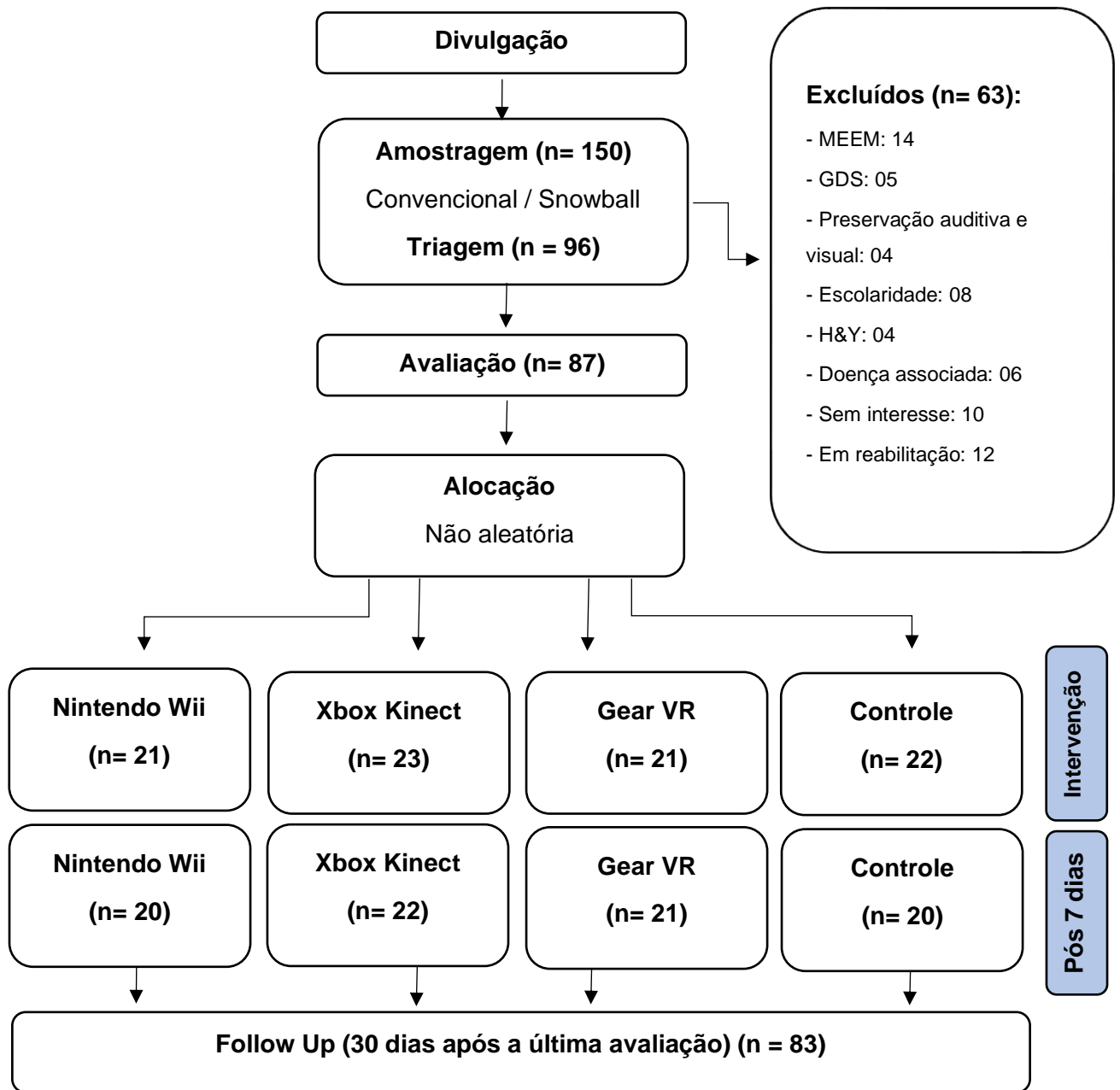
Os critérios de exclusão foram: possuir outras doenças neurológicas ou condições clínicas que atrapalhassem a participação dos voluntários nos treinamentos; apresentar

---

<sup>1</sup> Região Integrada de Desenvolvimento do Distrito Federal e Entorno.

experiências anteriores com os consoles e/ou estivessem frequentando outro programa de reabilitação especializado durante o treinamento; início durante a intervenção de algum tratamento que cause viés nos desfechos analisados; abandono da pesquisa; pacientes com história de enjoo e vertigem; tenha náusea ou vômito ativo; com histórico de convulsões ou epilepsia para limitar o risco teórico de induzir convulsões com a VR.

**Figura 9 – Fluxograma do estudo.**



Fonte: Autor, 2019.

Legenda: N – Número

### 6.3 Local

A triagem, avaliações, treinamento e reavaliações foram executadas nos laboratórios da USP e nos laboratórios da Faculdade de Ceilândia, UnB.

### 6.4 Instrumentos de Triagem

A triagem teve como objetivo determinar quais sujeitos seriam incluídos ou excluídos. Na triagem aplicou-se um questionário inicial (**Apêndice 2**) para coletar os dados pessoais, escolaridade, comorbidades, medicamentos em uso, participação de algum programa de reabilitação e se teve alguma experiência com os jogos usados nessa pesquisa. Posteriormente, os participantes foram avaliados por meio dos seguintes instrumentos:

**1. Mini Exame do Estado Mental (Anexo 1):** é um instrumento de rastreio para o comprometimento cognitivo. Avalia a orientação temporal, orientação espacial, memória imediata e de evocações, cálculos, nomeações, repetição, compreensão, escrita e capacidade construtiva visual. A pontuação varia de 0 a 30, sendo o valor de corte de 24. (BRUCKI et al., 2003; FOLSTEIN; FOLSTEIN; MCHUGH, 1975).

**2. Escala de Depressão Geriátrica de Yesavage (Anexo 1):** usado para o rastreio do estado depressivo em pacientes idosos. Composta por 15 questões, podendo ser marcada entre “sim” e “não”. Quanto maior a pontuação maior o indicativo de depressão. Pontuações abaixo de 7 permitiam a inclusão do paciente. Tem confiabilidade, especificidade adequadas e mostrou ser confiável para o público com DP (PARADELA; LOURENÇO; VERAS, 2005; TORBEY; PACHANA; DISSANAYAKA, 2015).

**3. Escala de Incapacidades de Hoehn e Yahr (Anexo 2):** capaz de indicar o estado geral do paciente a partir dos sinais e sintomas. É composta por cinco estágios para avaliar a gravidade da DP. Nos estágios 1 e 3 apresenta comprometimento leve e moderada, no 4 e 5, grave (GOULART; XAVIER, 2005).

**4. A avaliação da preservação auditiva e visual:** realizou-se durante todo o processo da triagem, observando a necessidade de aumentar o tom de voz, repetir os comandos caso o avaliado não os tenha escutado e se conseguia ler as fichas de avaliação mesmo com óculos.

### 6.5 Instrumentos de Avaliações

A avaliação foi executada por um profissional que não participou das intervenções, avaliador cego. As avaliações ocorriam em sala separada e toda a tabulação dos dados não permitia a identificação da amostra. O avaliador leu as instruções específicas de cada teste e verificou se o participante compreendeu os comandos. O tempo da avaliação foi de

aproximadamente uma hora. Os testes de Fluência Verbal Semântica e Subteste dos Dígitos estavam disponíveis em duas versões. Na avaliação inicial, metade das amostras de cada grupo de intervenção foi submetida às primeiras versões e a outra metade às segundas versões dos testes. O mesmo aconteceu com os indivíduos do grupo controle. Na reavaliação de 7 dias após o término dos treinamentos, os indivíduos que realizaram as primeiras versões, iriam realizar as segundas versões de cada teste e vice-versa. Na reavaliação de 30 dias após o término dos treinamentos, os indivíduos realizariam conforme a primeira etapa que foram submetidos. Esta estratégia foi utilizada a fim de se minimizar a chance de haver efeito de aprendizagem nos testes cognitivos pelos participantes. Os participantes foram alocados para cada um dos quatro grupos de forma não randomizada, sendo a razão entre os grupos de 1:1. Para os grupos experimentais os pacientes foram informados sobre como seria a intervenção. Para o grupo controle, que iriam fazer três momentos de avaliações. Em nenhum momento um grupo soube da existência de outro.

Como desfecho cognitivo principal adotou-se o constructo Função Executiva (Stroop Test) devido a maior prevalência na DP; os desfechos secundários cognitivos/psicossociais foram: memória de curto prazo (Dígitos ordem direta), memória operacional (dígitos ordem inversa), evocação (Fluência Verbal Semântica), controle inibitório (Stroop test) e autopercepção de ansiedade (Escala de Ansiedade de Back). O desfecho motor principal foi o equilíbrio dinâmico (TUG); como desfechos secundários motores: velocidade de marcha (Teste de 10 metros), cadência, marcha em tarefa simples e em dupla tarefa (teste de 30 segundos em tarefa simples e dupla tarefa).

### **6.5.1 Avaliação Cognitiva e da Ansiedade**

Segue imediatamente abaixo as avaliações e em ordem de execução:

**1. Inventário de Ansiedade de Beck (Anexo 3):** Este teste constitui-se de 21 itens, onde o indivíduo deve autorelatar, em uma escala de quatro pontos, o nível de gravidade dos sintomas. As escalas variam de “absolutamente não” (0) a “gravemente” (3). O escore total varia de 0 a 63, e permite a verificação do nível de intensidade da ansiedade. Classifica-se o nível de ansiedade em mínimo (0-7), leve (8-15), moderado (16-25) ou grave (26-63) (BAPTISTA; CARNEIRO, 2011). Verificou-se ser internamente consistente (coeficiente alfa de Cronbach entre 0,83 e 0,92) para uma população idosa (BAPTISTA; CARNEIRO, 2011). A consistência interna do BAI para uso na DP foi satisfatória (Cronbach's = 0,88), assim como a confiabilidade teste-reteste ( $r = 0,77$ ) (DISSANAYAKA; TORBEY; PACHANA, 2015).

**2. Teste de Fluência Verbal Semântica (Anexo 4):** envolve a capacidade de busca e evocação de memórias semântica, funções executivas e linguagem (SILVA et al., 2008). Exige habilidades de organização, autorregulação, inibição de resposta e memória



operacional, podendo ser um indicador das funções executivas. É sensível às dificuldades cognitivas comumente vistas entre pessoas com DP (KOERTS et al., 2013). No teste, o indivíduo deve nomear exemplares de uma determinada categoria semântica (versão 1 – animais / versão 2 - frutas), durante um minuto. Este teste tem recomendação do Departamento Científico de Neurologia Cognitiva e do Envelhecimento, para rastreio de demências (DA SILVA et al., 2011; HENRY; CRAWFORD, 2004).

**3. Subteste dos Dígitos (Anexo 5):** Avalia a amplitude da memória verbal imediata e controle mental. O teste é dividido em duas partes, a ordem direta na qual avalia a capacidade de retenção da memória verbal; e a ordem inversa, na qual avalia a capacidade de retenção da memória imediata, a capacidade de reversibilidade e a memória operacional. Na ordem direta, uma sequência de números é lida ao examinado para que ele posteriormente fale os números ditos na mesma ordem após o avaliador terminar de pronunciá-las. Na segunda etapa, ordem inversa, uma sequência de números é lida ao examinado e ele deve repetir na ordem inversa, depois que o avaliador terminar de pronunciar (LOPES et al., 2012). Validado para sujeitos com DP (BIUNDO et al., 2013) e foi adaptado, validado e padronizado para amostras brasileiras (FIGUEIREDO et al., 1998).

**4. Stroop Test Color (Anexo 6):** mostra-se um cartão com 4 retângulos para o indivíduo, pede-se para ele falar as cores dos retângulos para padronização do reconhecimento de cores (cores padrões azul, verde, marrom e rosa). O teste começa mostrando um cartão por vez. O cartão apresenta diferentes padrões de estímulos cuja cor do retângulo o paciente deverá pronunciar. No primeiro cartão, têm retângulos de diferentes cores; no segundo, palavras comuns coloridas com as cores anteriormente informadas; no terceiro, na qual é mensurado o efeito Stroop, existe nomes de cores impressos com cores diferentes (ex: palavra vermelho impresso na cor azul). O efeito surge na lentificação da pronúncia da cor nessa terceira etapa, ou o erro. O paciente deve pronunciar sempre as cores, na velocidade mais rápida que puder, da esquerda para direita começando da primeira linha e ao fim dela, deve passar para a segunda linha e assim consecutivamente até a última linha (SISCO et al., 2016). O STC avalia a atenção seletiva e a capacidade de inibição (DEMPSTER; VEGAS, 1992; DRAG; BIELIAUSKAS, 2010; NIGG, 2000).

### **6.5.2 Avaliação Motora**

**1. Timed Up and Go Test (TUG) (Apêndice 3):** Teste largamente utilizado para avaliar a mobilidade funcional, com boa confiabilidade intra e inter examinador. Avalia o tempo que o indivíduo leva para se levantar de uma cadeira, caminhar 3 metros, retornar para a mesma cadeira e sentar novamente. O TUG é um teste confiável para avaliar a mobilidade

funcional em pessoas com DP com coeficientes de correlação intraclasse de 0,87, excelente (MORRIS; MORRIS; IANSEK, 2001; PODSIADLO; RICHARDSON, 1991).

**2. Teste de velocidade de marcha de 10 metros (Apêndice 4):** Teste de fácil e rápida aplicação, confiável e válido para medir velocidade de marcha em pessoas com DP. Foi realizado em um corredor com 14 metros, desconsiderando os 2 metros iniciais e finais, que foram utilizados para permitir a aceleração e desaceleração da marcha. A distância percorrida foi demarcada através de fitas coloridas posicionadas no chão. Foram fornecidas instruções para o indivíduo deambular da maneira mais rápida possível, com segurança e sem correr; o teste foi demonstrado previamente pelo examinador (BLOEM et al., 2016; LIM et al., 2005b; PAKER et al., 2015). Coeficientes de correlação intraclasse = 96 (LANG et al., 2016).

**3. Teste de marcha de 30 segundos em tarefa simples e dupla (Apêndice 5):** Teste simples utilizado para avaliar o desempenho do indivíduo durante a marcha, no qual o indivíduo foi instruído a deambular da maneira mais rápida possível, com segurança e sem correr. Para isso, foi solicitado aos sujeitos andar por 30 segundos em condição de tarefa simples (apenas andar) e dupla-tarefa (andar e falar palavras com uma letra inicial pré-determinada em cada momento de avaliação – F, A, S – Fluência Verbal Fonológica). A distância percorrida e o número de passos dados foram contabilizados pelo examinador (simples e dupla tarefa), e o número de palavras evocadas foi contabilizado (dupla-tarefa) com auxílio de um gravador de voz. Esse teste permite que o paciente deambule por um tempo maior, permitindo que ele tenha tempo para realizar a evocação de palavras. Sendo útil para investigar a influência da dupla tarefa na marcha, quanto para investigar o efeito de treinos complexos na marcha (ALVES et al., 2018; HAUSDORFF, 2009; L.M.; P.A.; A., 1999).

## **6.6 Intervenções**

Depois das avaliações, os participantes foram alocados de forma não aleatória para grupos de intervenção ou controle, de forma cega para o avaliador. O grupo controle não recebeu intervenção, em contrapartida, após as avaliações, explicou-se como foi o desempenho dos voluntários nas avaliações e ao fim da pesquisa encaminhado para o Projeto de Extensão Jogando Contra o Parkinson. A intervenção realizada foi por protocolo, seguindo boas práticas em pesquisa. Os grupos experimentais receberam 10 sessões com uma hora de duração aproximadamente, duas vezes na semana, durante cinco semanas, baseado na literatura científica (NEGRINI et al., 2017). Antes do início do treino, foram dadas orientações a respeito dos objetivos dos jogos e da movimentação adequada para a interação com eles. Durante todas as sessões foram permitidas duas tentativas para familiarização com o treino e, na terceira, registrada a pontuação. Nas duas primeiras, o paciente recebeu

feedback auditivo e somatossensitivo do pesquisador, além de estímulos motivacionais em volume e intensidade equivalentes e padronizados para todos os voluntários. Na terceira tentativa os participantes jogaram sem esses feedbacks do pesquisador para que seu desempenho não fosse influenciado pelas dicas do pesquisador, porém com exceção da motivação verbal que foi constante.

Durante a intervenção um terapeuta ficou próximo ao paciente, fornecendo confiança e segurança, além de poder monitorar o desempenho e fornecer o feedback adequado. Em especial, o sistema do *Samsung Gear VR* foi monitorado em tempo real em tela compartilhada por meio de um notebook (Figura 10). Para a reprodução dos efeitos sonoros foi utilizado um fone de ouvido interauricular simultaneamente ao som do *notebook* para o pesquisador. A intervenção com *Xbox 360 Kinect* e o *Nintendo Wii* foram realizadas em uma sala 4x10 metros. Os dois *videogames* foram conectados, em momentos diferentes, ao projetor multimídia (Epson PowerLite S18+) gerando uma imagem do jogo em uma tela de lona (*Nardelli*) de quatro metros quadrados, posicionada a dois metros de distância a frente da posição do participante. O som foi reproduzido pelo próprio *hardware* do projetor com intensidade de 60% e padronizada para todos os pacientes. Os treinos ocorreram em uma sala climatizada (19-22 graus célsius).

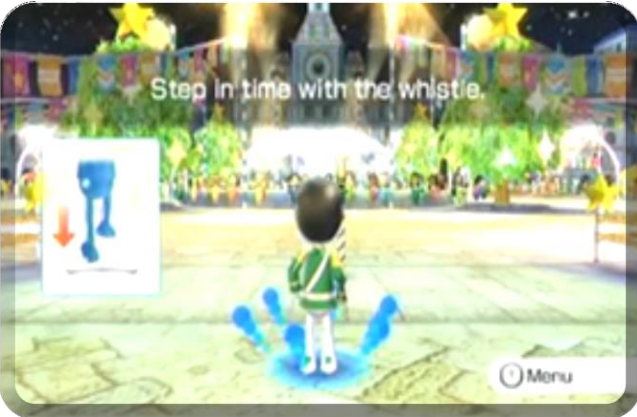

A seleção dos jogos consistia na análise de uma lista de Exergames disponíveis de cada sistema de RV. Descrevendo as demandas motoras, tempo de treinamento e volume de treinamento. A análise das demandas cognitivas foi executada por uma neuropsicóloga, em que descreveu as principais demandas cognitivas de cada jogo. Também se considerou para a seleção, a análise da literatura científica prévia e a experiência dos pesquisadores no uso dos jogos. Buscou-se a equivalência no volume de treino cognitivo e motor entre os jogos selecionados de cada sistema para a realização da comparação dos sistemas.



Após a análise de 30 jogos, foram selecionados 4 para cada sistema de RV. Para a plataforma Nintendo Wii foram: Corda Bamba, Parada Musical, Obstáculos e *Basic Step*; Xbox 360 Kinect foram: Corredeira, Cume dos Reflexos, Corrida com Obstáculos, *Light Race*; *Samsung Gear VR*: *Photos 360*, *Goalkeeper*, *Great Header* e *Space Dodge* (ALVES et al., 2018; MENDES et al., 2015; POMPEU et al., 2012). Executou-se três tentativas de todos os jogos com exceção do *Hurdles* que foram cinco devido ao menor tempo de jogo. Para monitorar o jogo do *Gear VR*, usou-se o *Software MirrorOp* (versão 1.2.1.0). A intensidade do treino, para segurança do paciente, foi controlada monitorando: a frequência cardíaca, frequência respiratória, a sensação subjetiva do esforço pela escala Borg e pressão arterial aferida antes/após a intervenção e entre os jogos, caso necessário (ACSM, 2013).

### 6.6.1 Jogos do Nintendo Wii

O Wii Fit Plus foi lançado em 2009, versão melhorada do Wii Fit. Esse pacote de jogos exploram a capacidade de deslocamento sobre a plataforma, alternância de passos e força muscular (FRASER et al., 2010). Os jogos fornecem a retroalimentação instantânea: visual, auditiva e tátil (*Remote*) sobre a posição e deslocamento corporal do indivíduo; além dessas características poderem estimular a realização das tarefas virtuais (FRASER et al., 2010).

**Quadro 1** – Jogos da plataforma *Nintendo Wii* selecionados e suas descrições

Jogo	Descrição
<p data-bbox="357 705 574 734"><b>Parada Musical</b></p>  <p data-bbox="188 1171 743 1238">Fonte: Disponível em: &lt;<a href="https://www.nintendo.com">https://www.nintendo.com</a>&gt;. Acessado em 5 de março de 2020.</p>	<p data-bbox="818 730 1423 1216">Simula um desfile de fanfarra. O objetivo do jogo é acertar as bolas que aparecem na tela concomitantemente ao ritmo dos passos. Para interação o sujeito deve ficar sobre o Wii Balance Board e realizar marcha estacionária, além disso utiliza os dois controles manuais para acertar as bolas como se estivesse batendo em um tambor no momento e lado certo. A pontuação é gerada de acordo com o ritmo da marcha e os acertos das bolas.</p>
<p data-bbox="296 1265 635 1294"><b>Percurso com Obstáculos</b></p>  <p data-bbox="188 1697 743 1765">Fonte: Disponível em: &lt;<a href="https://www.nintendo.com">https://www.nintendo.com</a>&gt;. Acessado 5 de março de 2020.</p>	<p data-bbox="818 1290 1423 1776">Consiste em um corredor virtual com obstáculos como esferas pendulares, rampas que se movem e buracos a serem pulados. O objetivo do jogo é chegar no final do corredor no menor tempo possível. Para interação o sujeito deve ficar sobre o Wii Balance Board e realizar marcha estacionária. Caso o sujeito não ultrapasse os obstáculos ele perde tempo na pontuação final. O score total é gerado proporcionalmente à distância percorrida.</p>

<p style="text-align: center;"><b>Basic Step</b></p>  <p>Fonte: Disponível em: &lt;<a href="https://www.nintendo.com">https://www.nintendo.com</a>&gt;. Acessado em 5 de março de 2020.</p>	<p>Consiste numa simulação de apresentação em um teatro. O objetivo é acertar os passos no momento certo e o lado certo que aparecem na faixa branca no meio da tela. Deve-se subir e descer para trás do Wii Balance Board. A pontuação é gerada de acordo com a precisão do passo e o pé correto usado.</p>
<p style="text-align: center;"><b>Corda Bamba</b></p>  <p>Fonte: Disponível em: &lt;<a href="https://www.nintendo.com">https://www.nintendo.com</a>&gt;. Acessado em 5 de março de 2020.</p>	<p>Um desafio de equilíbrio na corda bamba que está suspensa entre dois prédios. O objetivo é ultrapassar a corda e chegar no outro prédio no menor tempo possível. O sujeito fica sobre a Wii Balance Board e realiza marcha estacionária somado ao deslocamento de peso, quando necessário, para os lados para equilibrar o avatar.</p>




Fonte: Autor, 2020.


Conclusão

### 6.6.2 Jogos Xbox 360° Kinect

O pacote de jogos do Kinect Adventures foi lançado em 2010 com o objetivo de utilizar o Kinect. Os jogos usam o movimento corporal que permitem o jogador obter pontuações que são coletadas de diferentes maneiras (POMPEU et al., 2014).

**Quadro 2 – Jogos da plataforma Xbox 360° Kinect selecionados e suas descrições**

Jogo	Descrição
<p style="text-align: center;"><b>Corredeiras</b></p>  <p>Fonte: Disponível em: &lt; <a href="https://www.xbox.com/pt-BR/">https://www.xbox.com/pt-BR/</a>&gt;. Acessado em 5 de março de 2020.</p>	<p>O participante deve conduzir um bote descendo o curso de um rio ou áreas adjacentes. O objetivo é chegar ao final do percurso coletando o máximo de moedas possíveis.</p>
<p style="text-align: center;"><b>Cume dos Reflexos</b></p>  <p>Fonte: Disponível em: &lt; <a href="https://www.xbox.com/pt-BR/">https://www.xbox.com/pt-BR/</a>&gt;. Acessado em 5 de março de 2020.</p>	<p style="text-align: right;">continua</p> <p>É situado em um ambiente montanhoso com fauna e flora ricamente detalhados, em que o avatar está sobre uma plataforma que segue um trilho até o ponto de destino. O objetivo é coletar o maior número possível de moedas.</p>
<p style="text-align: center;"><b>Corrida com Barreiras</b></p>  <p>Fonte: Disponível em: &lt; <a href="https://www.xbox.com/pt-BR/">https://www.xbox.com/pt-BR/</a>&gt;. Acessado em 5 de março de 2020.</p>	<p>O jogo é baseado em uma corrida de 100 metros. O objetivo é chegar no final da pista no menor tempo possível.</p>

<p style="text-align: center;"><b>Light Race</b></p>  <p>Fonte: Disponível em: &lt; <a href="https://www.xbox.com/pt-BR/">https://www.xbox.com/pt-BR/</a>&gt;. Acessado em 5 de março de 2020.</p>	<p>O avatar do jogo fica no centro de um círculo colorido. O objetivo é pisar no momento certo na cor correspondente, gerando a pontuação.</p>
---	--

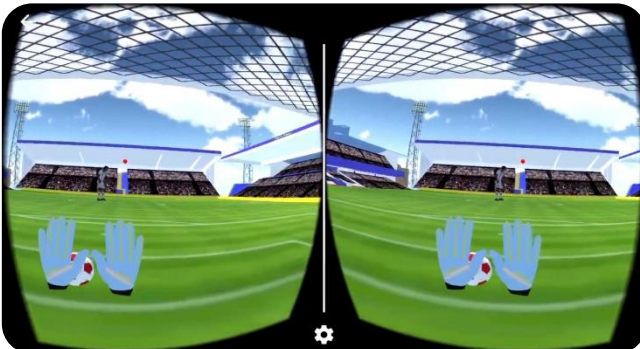
Fonte: Autor, 2020.

Conclusão

### 6.6.3 Jogos Samsung Gear VR

Os jogos selecionados da plataforma Samsung Gear VR apresentaram demandas cognitivas e motores similares aos outros jogos das outras plataformas para a viabilidade da comparação. Para a monitorização do desempenho do participante nos jogos utilizando o Samsung gear VR, foi utilizado O *software Mirror Op*, versão 1.2.1.0, que é um aplicativo para celular tendo a função de espelhamento da tela do celular para uma segunda tela, no caso um *notebook* (MIRROROP, 2018).

**Quadro 3** – Jogos da plataforma Samsung Gear VR selecionados e suas descrições

Jogo	Descrição
<p style="text-align: center;"><b>Goalkeeper</b></p>  <p>Fonte: Disponível em: &lt; <a href="https://play.google.com/store/">https://play.google.com/store/</a>&gt;. Acessado em 5 de março de 2020.</p>	<p>O jogo corresponde a uma partida de futebol em que o voluntário deve defender o gol de disparos contínuos de chutes ao gol. O objetivo é impedir que as bolas entrem no gol.</p>

### Space Dodge



Fonte: Disponível em: <<https://play.google.com/store>>.  
Acessado em 5 de março de 2020.

O jogo é baseado na navegação de uma nave espacial dentro de um túnel. O objetivo é coletar o maior número de moedas possíveis.

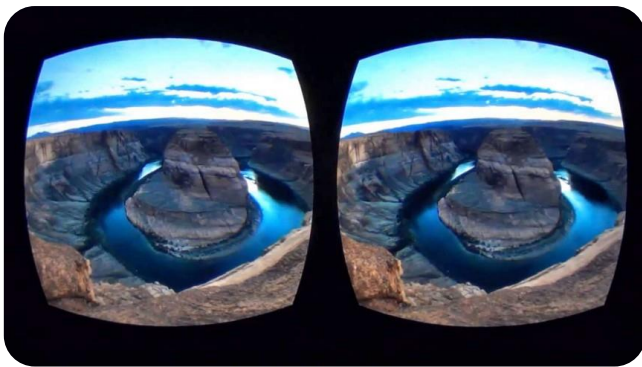
### Great Header



Fonte: Disponível em: <<https://play.google.com/store>>.  
Acessado em 5 de março de 2020.

Corresponde ao treino de cabeceada do jogo de futebol. O objetivo é cabecear as bolas de futebol que vêm da área posterior do gol e acertá-las em alvos específicos gerando a pontuação.

### Photos 360



Fonte: Disponível em: <<https://play.google.com/store>>.  
Acessado em 5 de março de 2020.

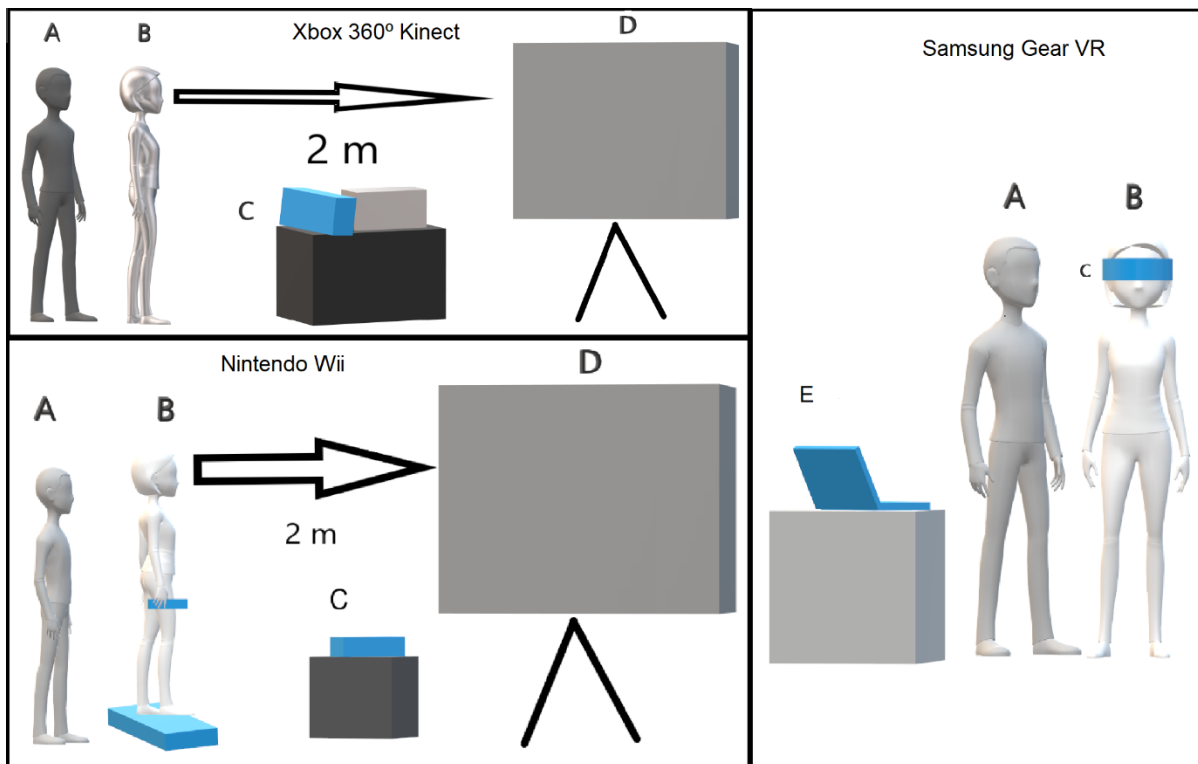
O jogo é uma viagem virtual para determinado ponto turístico. Para explorar o ambiente virtual o voluntário deve realizar a marcha estacionária e rotacionar no próprio eixo.

Fonte: Autor, 2020.

Conclusão



**Figura 10** – Disposição dos sujeitos e equipamentos







Fonte: Autor, 2020

**Xbox 360° Kinect:** pesquisador (A) próximo do voluntário (B), sensor Kinect (C) rastreando os movimentos do voluntário enquanto interage com o jogo por meio de uma tela de lona a 2 metros de distância do sujeito (D). **Nintendo Wii:** Pesquisador (A) próximo do voluntário (B) em que utiliza um controle e a plataforma abaixo dos pés para captação dos sinais pelo console (C) e interação com o jogo a 2 metros de distância (D). **Samsung Gear VR:** pesquisador (A) observando as ações pelo software que permite espelhamento da imagem dos óculos para o notebook (E) do voluntário (B), utilizando os óculos de RV (C) na posição ortostática.


Os equipamentos utilizados nessa pesquisa como por exemplo: Xbox Kinect®, jogos do videogame Xbox Kinect®, Projetor Multimídia, Samsung Gear VR®, Notebook Ultrabook Samsung e Samsung Galaxy S6 foram adquiridos por meio de financiamento da Secretaria de Estado de Ciência, Tecnologia e Inovação do Governo do Distrito Federal conseguido a partir do projeto de pesquisa submetido e contemplado por edital de apoio financeiro da Fundação de Apoio à Pesquisa do Distrito Federal – FAP/DF (Edital 05/2014) ou com financiamento do pesquisador.

Tabela 1 – Demandas cognitivas, motoras e elementos facilitadores dos jogos do Nintendo Wii





Jogos	Demandas Cognitivas	Demandas Motoras	Elementos Facilitadores
<p><b>Parada Musical</b></p> 	<p>Atenção sustentada e alternada, tempo de reação, rastreo visual, memória de curto e longo prazo, planejamento de movimentos, Função executiva e controle inibitório.</p>	<p>Marcha estacionária e simultaneamente, Flexão e extensão de cotovelos</p>	<p><b>Pistas visuais:</b> luz ao acerar o ritmo do passo e ao acertar a bola.</p> <p><b>Pistas auditivas:</b> ritmo musical em sincronia com a marcha, som ao acertar os passos e as bolas.</p> <p><b>Retroalimentação:</b> avatares, sons de sucesso e erro, pontuação total ao final do jogo.</p>
<p><b>Obstacle Course</b></p> 	<p>Atenção sustentada e dividida, controle inibitório, função executiva, controle inibitório, rastreo visual, memória operacional.</p>	<p>Marcha estacionária em diferentes velocidades, equilíbrio unipodal e bipodal, flexo-extensão de membros inferiores.</p>	<p><b>Pistas visuais:</b> sombra da bola, piso com marcas coloridas que delimitam o caminho.</p> <p><b>Pistas auditivas:</b> ritmos musicais, som ao passo, sons, sons de atrito em diferentes superfícies.</p> <p><b>Retroalimentação:</b> avatares, sons de sucesso e erro, tempo de jogo, pontuação total ao final.</p>
<p><b>Basic Step</b></p> 	<p>Atenção sustentada, inibição de resposta, memória operacional, curto e longo prazo, função executiva, controle inibitório, planejamento de movimentos.</p>	<p>Alternar passos subindo e descendo a Wii Balance Board</p>	<p><b>Pistas visuais:</b> imagem do pé a ser usado.</p> <p><b>Pistas auditivas:</b> ritmos musicais de acordo com os passos.</p> <p><b>Retroalimentação:</b> avatares, sons de acerto e erro, pontuação total ao final.</p>
<p><b>Corda Bamba</b></p> 	<p>Atenção sustentada, controle inibitório, memória operacional, planejamento de movimentos e Função Executiva e controle inibitório.</p>	<p>Marcha estacionária, Inclinação de tronco, flexo-extensão de membros inferiores.</p>	<p><b>Pistas visuais:</b> sinal de início/fim, sinais coloridos no solo.</p> <p><b>Pistas auditivas:</b> disparo de início, ritmos musicais, sinal de que o tempo está acabando.</p> <p><b>Retroalimentação:</b> avatares, sons de sucesso e erro e pontuação em tempo real na tela.</p>

Fonte: ALVES et al., 2018; MENDES et al., 2015

**Tabela 2 – Demandas cognitivas, motoras e elementos facilitadores dos jogos do Xbox 360° Kinect**

Jogos	Demandas Cognitivas	Demandas Motoras	Elementos Facilitadores
<p><b>Game Hurdles</b></p> 	<p>Atenção, função executiva, Controle Inibitório, tempo de reação, rastreo visual, memória operacional, de curto e longo prazo, planejamento de movimentos.</p>	<p>Marcha estacionária e agachamentos.</p>	<p><b>Pistas visuais:</b> linha de largada, pista de corrida e linha de chegada.</p> <p><b>Pistas auditivas:</b> disparo de início, ritmos musicais</p> <p><b>Retroalimentação:</b> avatares, sons de sucesso e erro e pontuação em tempo real na tela.</p>
<p><b>Game River Rush</b></p> 	<p>Atenção em vários alvos e seletiva, multitarefa cognitiva, função executiva, Controle Inibitório, rastreo visual, memória operacional, de curto e longo prazo, planejamento de movimentos.</p>	<p>Deslocamento do Centro de Gravidade, passos laterais e flexo-extensão de membros inferiores.</p>	<p><b>Pistas visuais:</b> moedas grandes na tela, caminhos, rampas, setas, torres e troncos que mostram o caminho.</p> <p><b>Pistas auditivas:</b> disparo de início, ritmos musicais, sons ao obter moedas, sons que indicam progressão no jogo, sons de atrito em diferentes superfícies.</p> <p><b>Retroalimentação:</b> avatares, sons de sucesso e erro e pontuação em tempo real na tela.</p>
<p><b>Game Reflex Ridge</b></p> 	<p>Atenção em vários alvos e seletiva por longos períodos, multitarefa cognitiva, função executiva, inibição de resposta, rastreo visual, memória operacional, curto e longo prazo, planejamento de movimentos.</p>	<p>Alternância dos passos e flexo-extensão de membros inferiores.</p>	<p><b>Pistas visuais:</b> semáforo de início, moedas que se movimentam na tela, obstáculos coloridos.</p> <p><b>Pistas auditivas:</b> disparo de início, ritmos musicais, sons ao obter moedas, sons que indicam progressão no jogo</p> <p><b>Retroalimentação:</b> avatares, sons de sucesso e erro e pontuação em tempo real na tela.</p>
<p><b>Game Light Race</b></p> 	<p>Atenção, função executiva, Controle Inibitório tempo de reação, rastreo visual, memória operacional, planejamento de movimentos.</p>	<p>Alternância de passos, tempo de reação motora e deslocamento do Centro de Gravidade.</p>	<p><b>Pistas visuais:</b> sinal de início/fim, sinais coloridos no solo.</p> <p><b>Pistas auditivas:</b> disparo de início, ritmos musicais, sinal de que o tempo está acabando.</p> <p><b>Retroalimentação:</b> avatares, sons de sucesso e erro e pontuação em tempo real na tela.</p>

**Tabela 3 – Demandas cognitivas, motoras e elementos facilitadores dos jogos do Samsung Gear VR**

Jogos	Demandas Cognitivas	Demandas Motoras	Elementos Facilitadores
<b>Goalkeeper</b> 	Atenção sustentada, tempo de reação, rastreo visual, planejamento de movimentos.	Deslocamentos latero-laterais, movimentos cervicais e flexo-extensão de membros inferiores.	<b>Pistas visuais:</b> luva do goleiro, seta que indica a direção da bola. <b>Pistas auditivas:</b> periodização de lançamentos das bolas. <b>Retroalimentação:</b> som de acerto e pontuação detalhada ao final.
<b>Space Dodge</b> 	Atenção seletiva e sustentada, Função Executiva, rastreo visual, memória operacional, de curto e longo prazo.	Deslocamentos latero-laterais, movimentos cervicais e	<b>Pistas visuais:</b> diamantes que indicam o caminho <b>Pistas auditivas:</b> som ao coletar pontuações <b>Retroalimentação:</b> sons de acerto e erro, pontuação em tempo real na tela.
<b>Great Header</b> 	Atenção sustentada, inibição de resposta, rastreo visual, planejamento de movimentos.	Deslocamentos latero-laterais, movimentos cervicais e flexo-extensão de membros inferiores	<b>Pistas visuais:</b> lançamento da bola. <b>Pistas auditivas:</b> som quando a bola é lançada e cabeceada <b>Retroalimentação:</b> sons de acerto e erro, pontuação em tempo real na tela.
<b>Photos 360</b> 	Atenção seletiva, rastreo visual, memória operacional.	Giro sobre o próprio eixo, marcha estacionária, movimentos cervicais.	<b>Pistas visuais:</b> características dos cenários. <b>Pistas auditivas:</b> dicas feitas pelo pesquisador <b>Retroalimentação:</b> feedback tátil e auditivo realizado pelo pesquisador.

Fonte: Autor, 2018

**Tabela 4 – Pareamento dos jogos de acordo com as tarefas virtuais**

<b>Nintendo Wii</b>	<b>Tarefa</b>	<b>Xbox Kinect</b>	<b>Tarefa</b>	<b>Gear VR</b>	<b>Tarefa</b>	<b>Principais Demandas Motoras</b>	<b>Principais Demandas cognitivas</b>
<b>Percurso com Obstáculos</b>	Marcha rápida evitando obstáculos	<b>Corrida com Barreiras</b>	Marcha rápida evitando obstáculos	<b>Space Dodge</b>	Marcha rápida evitando obstáculos	Equilíbrio dinâmico Marcha rápida	Fluência Verbal Memória Ansiedade Atenção
<b>Basic Step</b>	Passos alternados de acordo com o ritmo da música	<b>Light Race</b>	Passos alternados de acordo com o ritmo do jogo	<b>GoalKeeper</b>	Passos alternados de acordo com o comando	Velocidade de marcha Marcha dupla tarefa	Memória Resposta inibitória
<b>Parada Musical</b>	Marchando estacionária /movimentos de braços de acordo com o ritmo musical	<b>Cume dos Reflexos</b>	Marchando estacionária /movimentos de braços para obter pontuação	<b>Great Header</b>	Marchando estacionária /movimentos de braços fornecendo equilíbrio	Marcha em tarefa simples	Funções executivas Resposta inibitória
<b>Corda Bamba</b>	Manter o equilíbrio durante marcha estacionária	<b>Corredeiras</b>	Equilíbrio unipodal	<b>Photos 360</b>	Equilíbrio unipodal e marcha estacionária	Equilíbrio dinâmico	Ansiedade Atenção Resposta inibitória

Fonte: ALVES et al., 2020.

## 6.7 Análise dos dados

### 6.7.1 Cálculo Amostral

Realizou-se o cálculo amostral por meio do programa G\*Power versão 3.1.9.2. Usou-se a família de F test; o teste estatístico ANOVA: Reapeated Measures, Within-Between Factors; e no momento a priori. O Effect Size foi estimado a partir de um estudo piloto, por meio da RV em uma amostra de 9 sujeitos em cada grupo com a mesma condição clínica (MORAIS, 2017). Para o cálculo do Effect Size utilizou-se a fórmula de Cohen e o valor D de Cohen, calculado em: <https://www.uccs.edu/lbecker/> (acessado em 27/05/2018), utilizando a média e desvio padrão de cada grupo (FIELD, 2009). O cálculo demonstrou (considerando o poder de 80%, nível de significância de 5% e tamanho do efeito de 0,18) a necessidade de uma amostra de 79 sujeitos que foram divididos em cada um dos quatro grupos. Para diminuir as chances de perdas acima de 85% na amostra (CENTRE OF EVIDENCE-BASED PHYSIOTHERAPY, 2012), aumentou-se a mostra em 15% (12 sujeitos), resultando em um total de 91 voluntários, 23 em cada grupo. Razão de alocação entre os grupos de 1:1 (FIELD, 2009). Após a divulgação local, ocorreu a amostragem do tipo convencional e *Snowball*. A alocação da amostra para os grupos realizou-se de forma não aleatória (HULLEY, 2006).

### 6.7.2 Estatística Descritiva

A tabulação dos dados ocorreu primeiramente no programa Excel do pacote Microsoft Office 2016. Após a verificação dos dados, a tabela foi transferida para o pacote estatístico SPSS 24.0 (SPSS Inc., Chicago, IL, USA). Para a descrição dos grupos utilizou-se a medida de tendência central, média ou mediana, e para análise de dispersão, desvio padrão, valores mínimos/máximos ou erro padrão. Antes de iniciar a análise, cada dado foi verificado individualmente e por fim, realizou-se a análise de frequência pelo SPSS para identificar a frequência dos dados. Para possíveis *Missing Values* utilizou-se a o limite máximo ou mínimo dessa variável para a imputação desse dado (FIELD, 2009). A apresentação dos dados ocorreu por meio de gráficos produzidos no Software GraphPad Prism 7 (versão 7.04).

### 6.7.3 Estatística Inferencial

Após a alocação executou-se a análise das características da amostra comparando os quatro grupos. Para as análises das distribuições dos dados usou-se o teste Shapiro-Wilk. O intervalo de confiança adotado foi de 95% e nível de significância de 5%. Após a análise da distribuição dos dados, para as variáveis qualitativas, usou-se o teste de Qui quadrado ou o teste Exato de Fisher. Para variáveis quantitativas, usou-se o teste paramétrico ANOVA One

Way (ou o seu equivalente não paramétrico – Kruskal-Wallis), objetivando analisar as características da amostra entre os quatro grupos. No Post Hoc utilizou-se o teste de Tukey nas variáveis que mostraram significância no teste de ANOVA One Way (FIELD, 2009).

Após uma nova análise da distribuição dos dados nas variáveis desfecho da pesquisa, foi aplicado o teste ANOVA de medidas repetidas (ou seu equivalente não paramétrico - Friedman), uma para cada variável dependente, utilizando como fatores os quatro grupos (Nintendo Wii®, Xbox Kinect®, Samsung Gear VR e Controle) para o efeito intergrupo e as três avaliações (pré treinamento, pós treinamento e *follow up*) para o efeito intragrupo, 4x3, sendo essas as medidas repetidas. Para a análise Post Hoc foi utilizada o teste de Tukey nas variáveis que mostraram significância no teste de ANOVA de medidas repetidas (FIELD, 2009).

## 7 RESULTADOS

Após a análise das características demográficas e clínicas, nenhuma diferença significativa foi encontrada nos dados basais intergrupos (Tabela 5). No momento pós avaliação ocorreram 4 perdas\*, sendo uma no grupo *Nintendo Wii* (problemas pessoais); uma no *Samsung Gear VR* (falta de aderência) e duas no controle (falta de disponibilidade). Ao todo nosso estudo incluiu 83 sujeitos.

### 7.1 Cognição

RM-ANOVA ( $F 4,78$ ;  $p = 0,01$ ; Power 0,742) indicou efeito no aumento do número de palavras ditas no teste de Fluência Verbal (figura 11). Post hoc de Tukey indicou efeito intragrupo apenas no Grupo Samsung Gear VR, no momento de Follow Up ( $p = 0,05$ ; Effect Size 0,70) quando comparado ao momento pré. Houve efeito intergrupo no grupo Gear VR, indicando que na média no momento pré do Grupo Gear VR estava abaixo da média do momento pré dos grupos: Wii, Kinect e Grupo controle.

RM-ANOVA ( $F 7,56$ ;  $p = 0,001$ ; Power 0,92) indicou efeito no aumento no número de números falados de forma correta do teste de Dígitos Ordem Direta. Post hoc de Tukey indicou efeito intragrupo no grupo Kinect, no momento pós ( $p = 0,001$ ; Effect Size 0,64) e no Follow Up ( $p = 0,035$ ; Effect Size 0,49). E no grupo Samsung Gear VR, nos momentos pós ( $p = 0,047$ ; Effect Size 0,47) e Follow Up ( $p = 0,012$ ; Effect Size 0,67) quando comparados ao momento pré. Não houve diferença estatísticas intergrupo.

RM-ANOVA ( $F 10,84$ ;  $p < 0,00$ ; Power 0,98) indicou efeito no aumento no número de números falados de forma correta do teste de Dígitos Ordem Inversa. Após análise Post Hoc, encontrou-se diferenças estatísticas no grupo Kinect no momento pós ( $p = 0,008$ ; Effect Size 0,45) e no Follow Up ( $p = 0,001$ ; Effect Size 0,65). No grupo Gear VR encontramos significância no momento pós ( $p = 0,008$ ; Effect Size 1,00) e no Follow Up ( $p = 0,005$ ; Effect Size 0,86) quando comparados ao momento pré. Porém não apresentou efeito intergrupo ( $F 2,54$ ;  $p = 0,062$ ; Power 0,60).

RM-ANOVA ( $F 2,44$ ;  $p = 0,10$ ; Power 0,42) não indicou efeito intragrupo ou intergrupo na redução do tempo de execução do teste de STROOP. Os erros na execução do teste também não mostraram diferença estatisticamente significativa inter ou intragrupos utilizando o ANOVA MR (Figura 10).



**Tabela 5 – Características demográficas e clínicas da amostra.**

<b>Variáveis</b>	<b>Grupo Wii (n = 20)</b>	<b>Grupo Kinect (n = 23)</b>	<b>Grupo Gear VR (n = 20)</b>	<b>Grupo Controle (n = 20)</b>	<b>p</b>
Idade (anos)	63,00 (9,04)	64,57 (12,37)	59,75 (7,96)	63,10 (9,93)	0,470 <sup>a</sup>
Sexo: homem / mulher	14 / 6	15 / 8	16 / 4	12 / 8	0,584 <sup>d</sup>
Escolaridade (anos)	11,50 (4 - 17)	12,00 (4 - 17)	11,00 (5 - 19)	11,00 (4 - 20)	0,79 <sup>b</sup>
H&Y (estadiamento)	1,00 (1- 3)	2,00 (1- 3)	2,00 (1- 3)	2,00 (1- 3)	0,565 <sup>c</sup>
MEEM (pontuação)	28 (24 - 30)	28,00 (22 - 30)	28,50 (24- 30)	28,00 (22 - 30)	0,90 <sup>b</sup>
GDS15 (pontuação)	3,50 (0 - 6)	3,00 (0 - 6)	2,00 (0 - 5)	6,00 (0 - 6)	0,059 <sup>b</sup>

Fonte: Autor, 2018

VR - Virtual Reality; H&Y - Hoehn e Yahr; MEEM - Mini Exame do Estado Mental; GDS15 – Escala de Depressão Geriátrica 15.

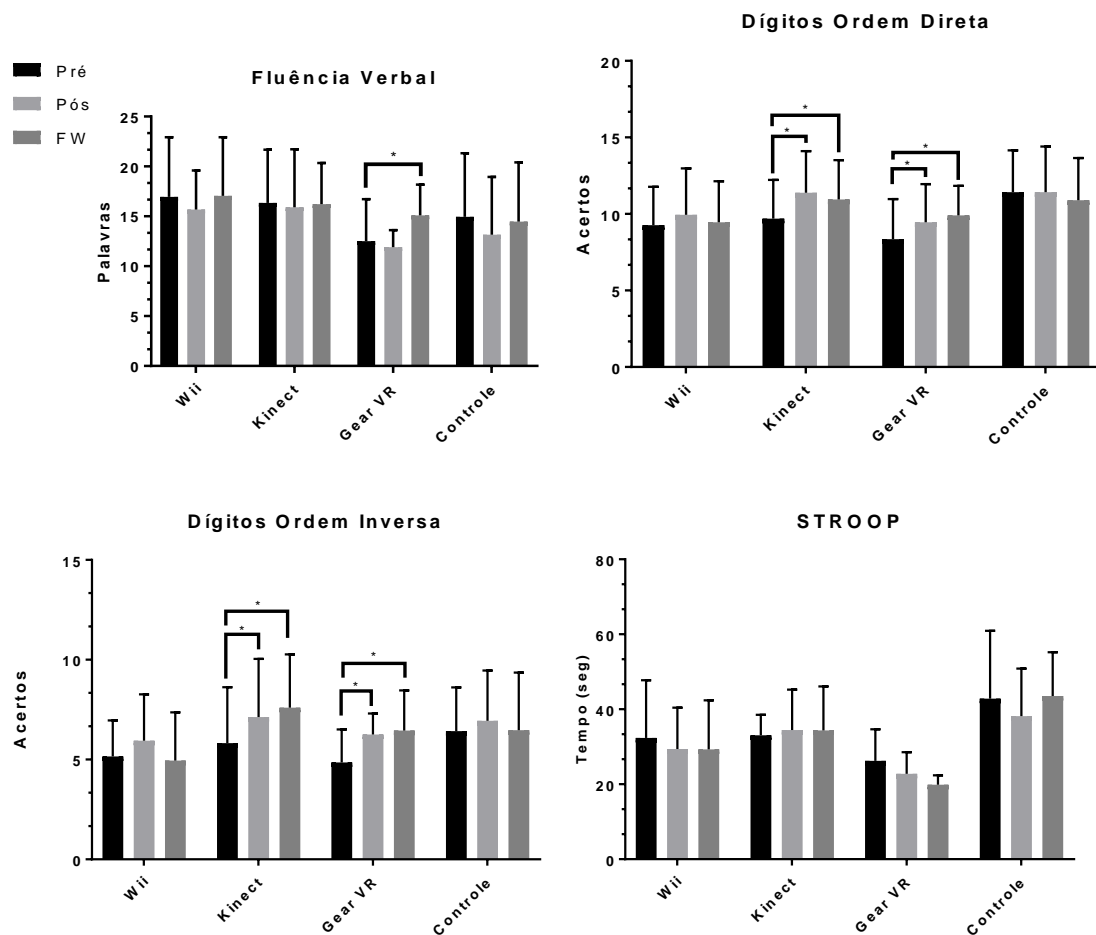
<sup>a</sup> ANOVA one-way, two-tailed - Média (desvio padrão)

<sup>b</sup> Kruskal- Wallis, two-tailed - Mediana (mínimo - máximo)

<sup>c</sup> Chi-square test of independent - Mediana (mínimo - máximo)

<sup>d</sup> Fisher's Exact Test - Mediana (mínimo - máximo)

**Figura 11 – Resultados cognitivos**



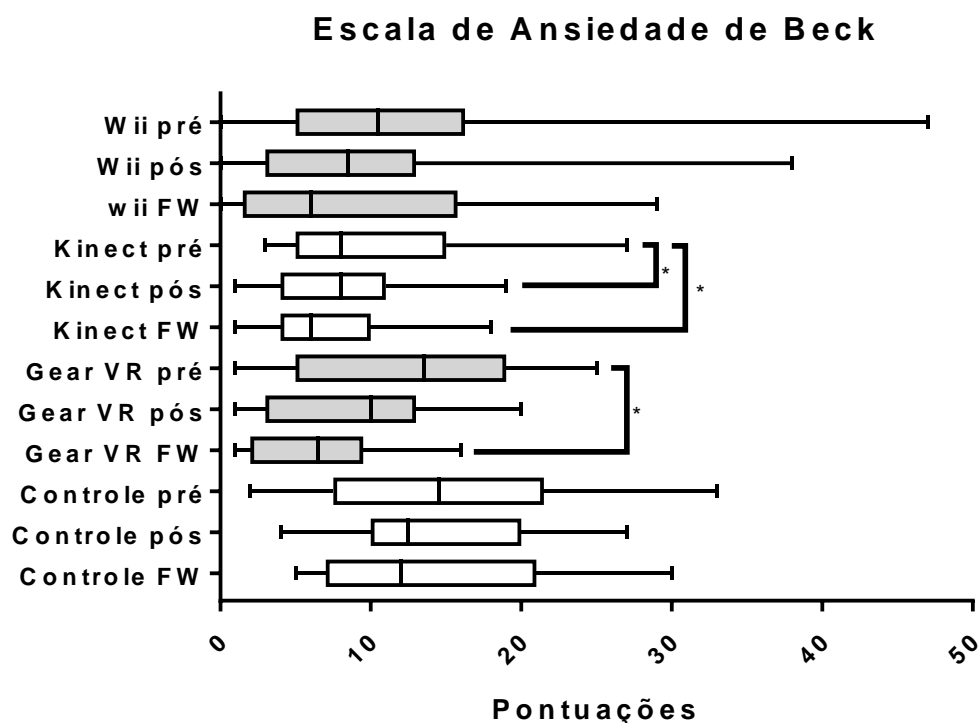
\* Diferença estatisticamente significativa intragrupos, RM-ANOVA, post hoc Tukey. FW – follow up. No eixo vertical a pontuação referente a cada teste e no eixo horizontal os grupos experimentais. No grupo Samsung Gear VR houve melhora no desempenho no teste de Fluência Verbal Semântica, os sujeitos evocaram um maior número de palavras. Enquanto no teste de Dígitos Ordem Direta e Inverso os grupos Kinect e Gear VR apresentando média dos valores absolutos maiores no pós avaliação e que esses ganhos permaneceram após 30 dias sem intervenção, porém não houve diferença estatística intergrupo. No teste de STROOP não foram observadas diferenças estatísticas.

## 7.2 Avaliação da ansiedade

Na análise da ansiedade (Escala de Ansiedade de BECK) no grupo Xbox Kinect, utilizou-se o Teste de Friedman ( $p = 0,004$ ). Após a análise Post Hoc com o teste de Wilcoxon, houve uma diferença estatisticamente significativa intragrupo no momento pós ( $p = 0,019$ ) e no momento de follow up ( $p = 0,030$ ), demonstrando uma diminuição dos sintomas de ansiedade.

No grupo Samsung Gear VR, Teste de Friedman ( $p < 0,000$ ). Após a análise Post Hoc com o teste de Wilcoxon, houve uma diferença estatisticamente significativa intragrupo no momento de follow up ( $p = 0,001$ ). Os grupos Nintendo Wii ( $p = 0,111$ ) e controle ( $p = 0,878$ ) não apresentaram efeitos intragrupos.

**Figura 12 – Resultados psicossociais**



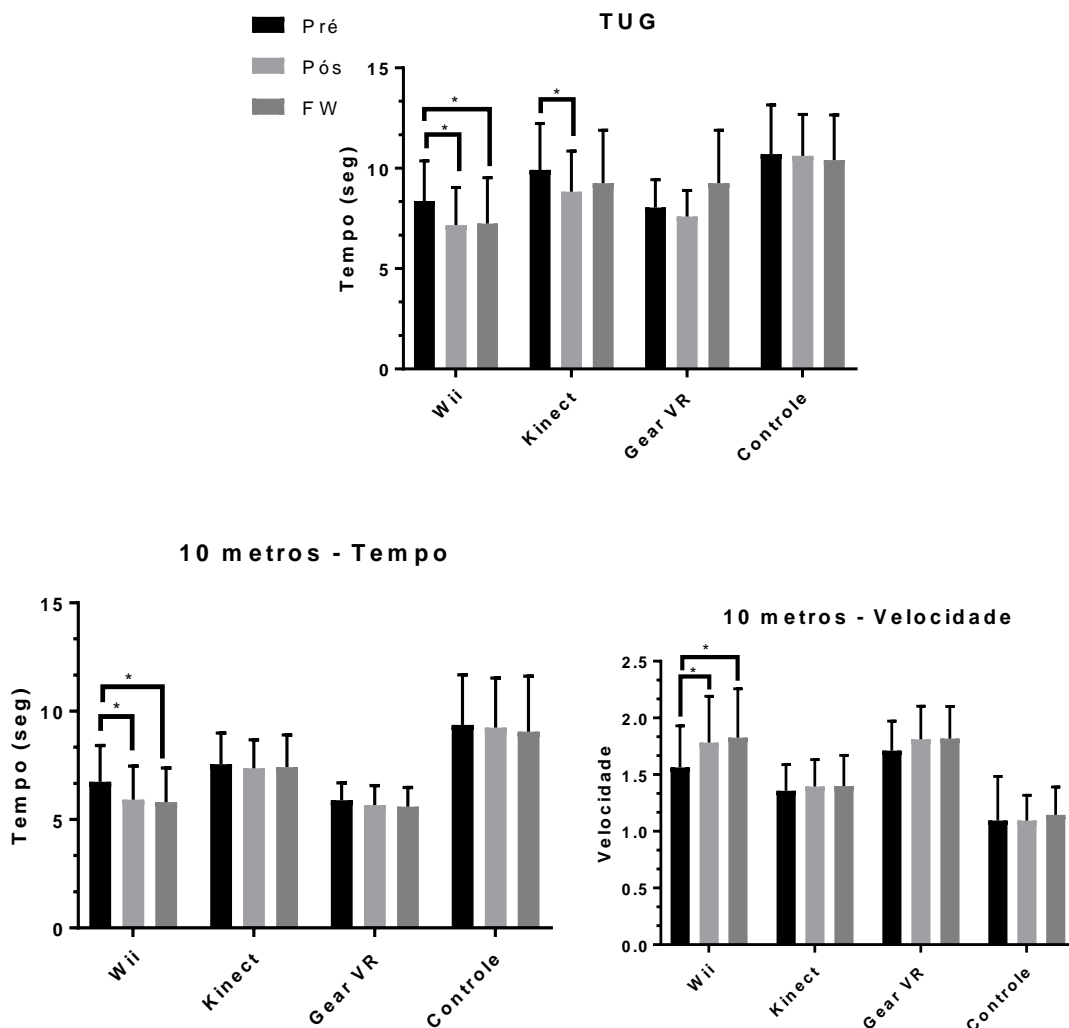
\* Diferenças significantes obtidas após análises no teste de Friedman e post hoc por meio do teste de Wilcoxon. FW – follow up. No eixo vertical, os momentos de avaliações de cada grupo de intervenção e no eixo horizontal as apresentações dos Boxplots com medianas e os limites máximos e mínimos. A diminuição da autopercepção de ansiedade ocorreu no grupo Kinect, na avaliação pós e permaneceu após 30 dias sem intervenção. Enquanto no grupo Gear VR ocorreu apenas no momento pós.

### 7.3 Motor

RM-ANOVA ( $F 17,79$ ;  $p < 0,000$ ; Power 1,00) mostrou efeito na redução do tempo de execução do TUG. Após análise Post hoc, houve efeito intragrupo no grupo Nintendo Wii no momento pós ( $p = 0,012$ ; Effect Size 0,61) e no momento Follow Up ( $p = 0,013$ ; Effect Size 0,52). Enquanto no grupo Kinect mostrou diferença estatística no momento pós ( $p = 0,002$ ; Effect Size 0,65), quando comparados ao momento pré. Não houve efeitos intergrupos.

RM-ANOVA MR ( $F 7,47$ ;  $p = 0,001$ ; Power 0,93) indicou efeito na redução do tempo de execução do teste de 10 metros. Na análise post hoc, houve diferença estatística intragrupo utilizando o Nintendo Wii, no momento pós ( $p = 0,003$ ; Effect Size 0,50) e no Follow up ( $p = 0,001$ ; Effect Size 0,57) quando comparado ao momento pré. Outra variável do teste de 10 metros, velocidade de marcha, ocorreu efeito intragrupo utilizando o RM-ANOVA ( $F 13,74$ ;  $p < 0,000$ ; Power 0,99). Na análise post hoc, ocorreu efeito intragrupo no grupo Nintendo Wii, no momento pós ( $p < 0,000$ ; Effect Size 0,56) e no Follow Up ( $p < 0,000$ ; Effect Size 0,65) (Figura 12) quando comparado ao momento pré. Não foram observados efeitos intergrupos.

**Figura 13 – Resultados TUG e teste de 10 metros**

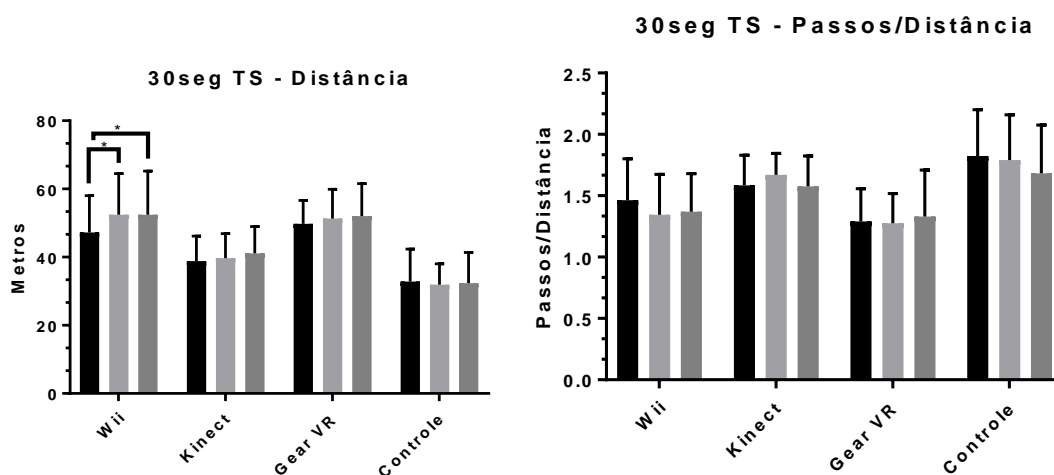


\* Diferença estatisticamente significativa intragrupos, RM-ANOVA, post hoc Tukey. FW – follow up. No eixo vertical a pontuação referente a cada teste e no eixo horizontal os grupos experimentais. O grupo Nintendo Wii apresentou diminuição no tempo de execução do teste TUG

e teste de 10 metros na variável tempo e velocidade no momento pós e que esses ganhos permaneceram após 30 dias sem intervenção. Enquanto o Kinect apresentou diminuição do tempo apenas no teste TUG no momento pós.

RM-ANOVA ( $F 5,35$ ;  $p = 0,006$ ; Power 0,83) mostrou efeito no desfecho passos no teste de marcha de 30 segundos. Após análise post hoc, ocorreu diferença estatística intragrupo no grupo Nintendo Wii no momento Follow Up ( $p = 0,011$ ; Effect Size 0,56). Enquanto no grupo Kinect, houve no momento pós ( $p = 0,010$ ; Effect Size 0,57) quando comparados ao momento pré. Na variável distância, não ocorreu efeito intergrupo, porém observou-se intragrupo, utilizando o RM-ANOVA ( $F 5,09$ ;  $p = 0,008$ ; Power 0,80). Após análise Post Hoc, houve no grupo Nintendo Wii, nos momentos pós ( $p = 0,04$ ; Effect Size 0,45) e no Follow Up ( $p = 0,004$ ; Effect Size 0,43) quando comparados ao momento pré. A relação passos/distância não houve efeito intergrupo e nem intragrupo.

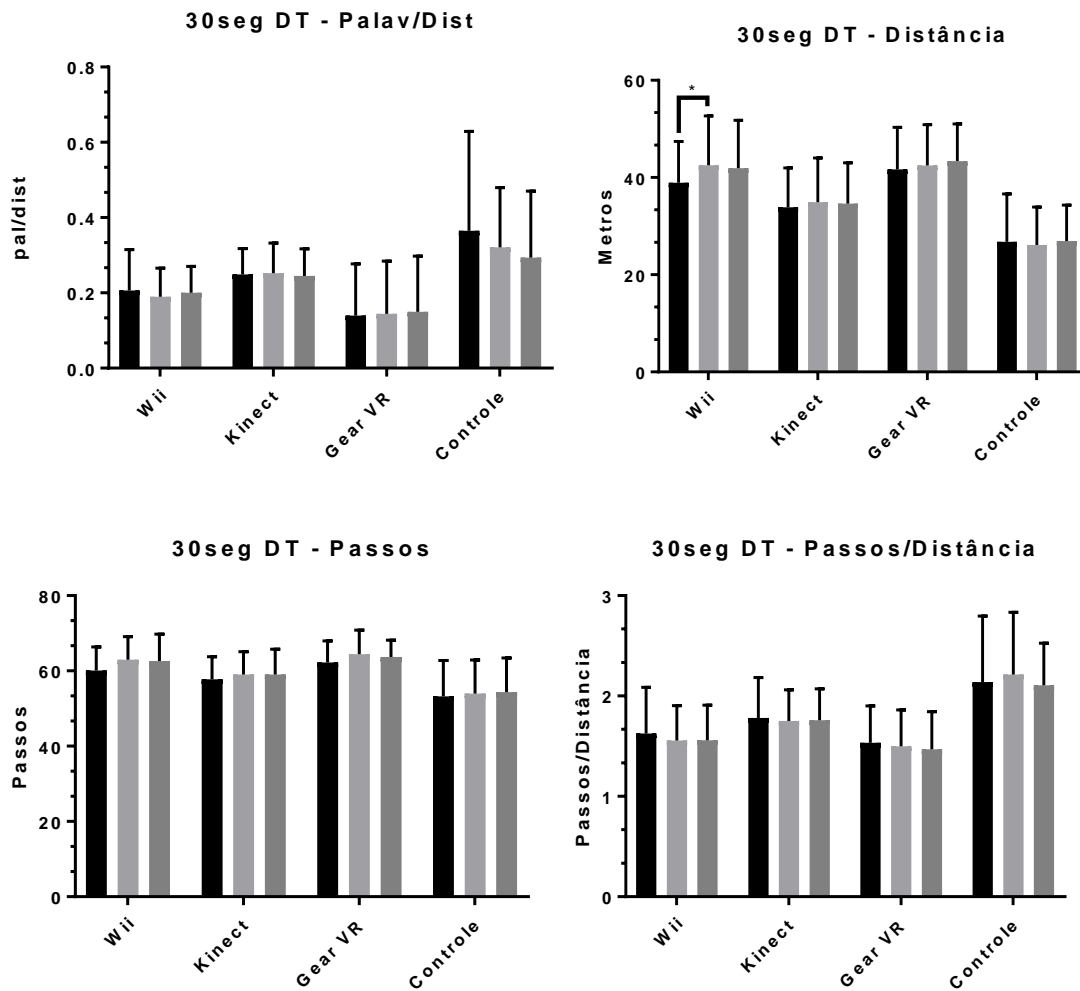
**Figura 14 – Resultados 30seg Tarefa Simples**



\* Diferença estatisticamente significativa intragrupos, RM-ANOVA, post hoc Tukey. FW – follow up. No eixo vertical a pontuação referente a cada teste e no eixo horizontal os grupos experimentais. Apenas o grupo Nintendo Wii apresentou aumento da distância percorrida no momento pós e que esse desempenho permaneceu após 30 dias sem intervenção.

A variável distância não houve efeito intergrupo, porém houve intragrupo utilizando o RM-ANOVA ( $F 3,12$ ;  $p = 0,47$ ; Power 0,58). Após post hoc, houve efeito intragrupo no Nintendo Wii no momento pós ( $p = 0,003$ ; Effect Size 0,53). As variáveis palavras, palavras/distância, passos e a razão passos/distância não mostraram diferença estatística intragrupo e intergrupo.

**Figura 15 – Resultados 30seg Dupla Tarefa**



\* Diferença estatisticamente significativa intragrupos, RM-ANOVA, post hoc Tukey. FW – follow up. No eixo vertical a pontuação referente a cada teste e no eixo horizontal os grupos experimentais. Apenas o grupo Nintendo Wii houve aumento da distância percorrida no teste de 30 segundos em DT no momento pós, os demais não ocorreram diferença estatisticamente significativa.

## 8 DISCUSSÃO

O presente estudo teve como objetivo comparar o efeito de três sistemas de RV comerciais: Nintendo Wii®, Xbox 360 Kinect® e Samsung Gear VR®, sobre aspectos cognitivos, níveis de ansiedade e motores, em pessoas com DP. Como resultados, obteve-se no grupo *Nintendo Wii*, diferenças significativas nos desempenhos do TUG (pós e follow up), na velocidade no teste de caminhada de 10 metros (pós e follow up), nas distâncias do Teste de caminhada em 30 segundos em tarefa simples (pós e follow up) e em dupla tarefa (pós). O grupo Xbox 360 Kinect apresentou diferenças significativas nos desempenhos nos testes de fluência verbal semântica (follow up), Dígitos em ordem direta (pós e follow up) e ordem inversa (pós e follow up), Escala de ansiedade de Beck (pós e follow up) e TUG (pós). O grupo Samsung Gear VR apresentou diferenças significativas nos desempenhos nos testes de fluência verbal semântica (follow up), Dígitos ordem direta (pós e follow up) e ordem inversa (pós e follow up), Escala de Ansiedade de Beck (follow up). Não foram verificadas diferenças de desempenho no grupo controle em nenhum dos testes realizados.

### Cognição

A Memória de curto prazo é definida, segundo sua classificação temporal, como a permanência das informações por poucos segundos a minutos; enquanto que a memória operacional, é um sistema temporário de armazenamento de informações, manipulação e seu uso em tarefas (PANEGYRES, 2004). Um estudo, com método similar ao do presente estudo (ALVES et al., 2018), investigou o desempenho de voluntários com DP em testes de memória de curto prazo e operacional, após o uso dos sistemas Nintendo Wii e Xbox Kinect. Os autores encontraram melhora do desempenho no teste de memória operacional, após 30 dias de treinamento, apenas após a utilização do Nintendo Wii. Em nossa pesquisa, encontramos melhoras de desempenho tanto na memória de curto prazo quanto na memória operacional (avaliado pelo teste de Dígitos ordem direta e indireto, respectivamente) após a intervenção e que se manteve depois de 30 dias, apenas nos sistemas Xbox Kinect e Gear VR.

Os sistemas Xbox Kinect e Samsung Gear VR não apresentam periféricos como controles e plataformas, como aqueles utilizados pelo sistema Wii. Com isso, os recursos atencionais do voluntário poderiam ser deslocados, com mais efetividade, para as tarefas do jogo, usando menos a atenção para usabilidade de periféricos (quando e como usar o controle ou subir na plataforma no momento certo). Isso poderia trazer maior liberdade de movimentos para o sujeito que poderia obter maior benefício das demandas cognitivas impostas pelos jogos.

Os Exergames de todos os sistemas exigiram que os jogadores memorizassem elementos dos jogos para que o desempenho no jogo melhorasse (Corredeiras, Space Dodge, Percurso com Obstáculos). Além disso, o jogo permitiu uma variabilidade de rotas/formas para conseguir finalizá-lo, essa variabilidade da tarefa pode ter influenciado o aprendizado e, conseqüentemente, melhorando a pontuação. Outras características foram as repetições das tarefas virtuais que possivelmente favoreceram a evocação e consolidação da informação motora/cognitiva (Parada Musical, Basic Step, Cume dos Reflexos, Corrida com Barreiras, Goalkeeper e Great Header). Ambas as demandas ocorreram de forma constante e em diferentes intensidades durante a execução de todos os Exergames. Em adição, o desafio é uma característica presente em todos os Exergames, podendo ter contribuído para o aprimoramento das habilidades treinadas, sendo que os voluntários poderiam desenvolver maior motivação para superá-los, obtendo assim, maior benefício com o treinamento (BUTLER; WILLETT, 2010). A média no momento pós elevou-se nas três intervenções, com isso sendo menos provável de encontrar uma diferença significativa intergrupo entre os momentos pós de cada grupo e não houve um grupo melhor que outro por não apresentar diferença significativa intragrupo.

A capacidade de evocação de palavras dos voluntários foi avaliada utilizando o teste de Fluência Verbal Semântica (SILVA et al., 2008). A capacidade de evocação pode estar prejudicada desde os estágios iniciais da doença (DUBOIS; PILLON, 1996); identificado como um preditor de demência na DP (OBESO et al., 2012), além de ser um comprometimento cognitivo persistente mesmo após a estimulação cerebral profunda (PARSONS et al., 2006). Nos grupos Nintendo Wii e Xbox Kinect não houve melhora significativa nesse teste, provavelmente devido as pontuações começarem no momento pré elevadas, com isso a capacidade de ganho na fluência verbal poderia ser mínima não gerando diferença estatística intragrupo, resultados similares obtidos por Alves et al (2018). Enquanto os demais grupos apresentavam pontuações mais elevadas, podendo não ter efeito a intervenção proposta. O sistema Samsung Gear VR gerou melhora no desempenho de evocação de palavras após 30 dias sem treinamento. Por ser um sistema com menos retroalimentações motoras (ausência de avatar) em relação ao Wii e Kinect, supomos que as retroalimentações cognitivas (pontuação obtida) foram mais efetivas nos treinos cognitivos em relação as motoras. Para a melhora da fluência verbal é necessária uma preservação da capacidade de procura e evocação das memórias (IZQUIERDO, 2011), capacidade que obteve resultados significativos durante o treinamento utilizando esse sistema. Supomos que a melhora obtida na capacidade de memorização pode ter influenciado na capacidade de evocação de palavras. Entretanto o sistema Kinect obteve os mesmos resultados na



capacidade de memorização, mas não apresentou resultado significativo na fluência verbal, provavelmente devido a sua pontuação no momento pré elevada.

O STROOP test color tem como objetivo avaliar: a) a Função Executiva que é definida como o conjunto de capacidades cognitivas necessárias para atingir um determinado objetivo e as capacidades adaptativas em sua realização, segundo o dicionário da International Neuropsychological Society (LORING, 2015); b) o controle inibitório que é a capacidade de inibir uma resposta com forte tendência a se realizar ou inibir um estímulo distrator (COSTA; ZIMMER, 2012). Apenas um estudo foi encontrado utilizando o teste STROOP (em versão computadorizada) como avaliação e como intervenção a realidade virtual associada à marcha em esteira, em apenas um sujeito com DP (VALLABHAJOSULA; MCMILLION; FREUND, 2017). Vallabhajosula e colaboradores 2017, usaram 8 semanas de intervenção e não obtiveram resultados significativos. Os autores aconselharam um maior tempo de intervenção para estudos futuros. Em nossa pesquisa usamos 10 sessões e ainda assim não obtivemos resultados significativos nesse teste. A Função Executiva é uma capacidade complexa que envolve outros constructos (atenção, memória, evocação), com isso sugere-se que seria necessário melhorar as demais habilidade cognitivas para ter efeito na Função Executiva (LORING, 2015).

### **Avaliação da Ansiedade**

Com a progressão da DP, a ansiedade também pode comprometer o bem-estar e a qualidade de vida (AVANZINO et al., 2018), além de poder elevar o risco e o medo de queda. A ansiedade ainda pode reduzir a realização das atividades (AVANZINO et al., 2018) pelo medo de cair. Uma revisão sistemática com metanálise forneceu evidências de Nível 1 e Grau A para o uso de exercícios no tratamento da ansiedade em homens e mulheres saudáveis de 16 a 71 anos (WIPFLI; RETHORST; LANDERS, 2008). Ela indicou maiores reduções na ansiedade entre os grupos de exercícios do que nos grupos sem intervenções. Essas intervenções se concentraram em exercícios aeróbicos (geralmente de 2 a 5 vezes por semana, por 5 a 12 semanas, dose similar ao método do nosso estudo). No nosso grupo Xbox Kinect houve redução da ansiedade após a intervenção que se manteve após 30 dias sem intervenção, enquanto no grupo Samsung Gear VR houve melhora apenas após 30 dias. A intervenção pode ter evitado que os voluntários evoluíssem para a classificação leve (11-19 pontos), permanecendo na classificação mínima (0-10 pontos) (BECK et al., 1988). Sugere-se que os sistemas utilizados podem auxiliar no tratamento complementar à Terapia Cognitivo

Comportamental e à farmacoterapia (REYNOLDS et al., 2016) para, no mínimo, prevenir o agravamento dos sintomas de ansiedade em sujeitos com DP.

### **Motores**

A mobilidade funcional (avaliado pelo TUG) teve seu desempenho aprimorado (redução do tempo de execução do teste) nos sujeitos que utilizaram os sistemas Nintendo Wii e Xbox Kinect. No grupo que utilizou o Nintendo Wii houve, quando comparado ao momento pré, uma diminuição no tempo de realização do teste após a intervenção e que se manteve após 30 dias sem intervenção. O grupo Xbox Kinect também mostrou redução do tempo de execução do teste após a intervenção, mas que não se manteve no Follow up; de 9,92 segundos no momento pré para 8,83, segundos no pós, sendo uma redução de 10,98%. Clinicamente a cada aumento de 1 segundo no teste TUG, corresponde ao aumento de 5,4% chances no risco de queda (NOCERA et al., 2013). Ou seja, no Nintendo Wii podemos ter aumentado a mobilidade funcional, podendo diminuir as chances de quedas em aproximadamente 6,42% (pós) e 6,10% (FW). Enquanto no Xbox Kinect foi de 5,88% (pós). Porém, ambas sem diferença estatística. A demanda motora do Nintendo Wii que o voluntário deveria realizar em todos os jogos, exigia movimento póstero anterior, em que exigia deslocamento do centro de gravidade, com isso estimulando o controle postural global. Além disso, a exigência de uma dupla tarefa motora-motora ou motora-cognitiva, favorecendo a variabilidade da tarefa que pode ser transferida para o TUG, gerando a diminuição do tempo de execução a curto e longo prazo. Enquanto que no sistema Kinect, há demandas motoras para passos latero-laterais, porém sem controles manuais que poderiam favorecer a instabilidade postural, gerando um treinamento mais intenso do controle postural.

Estudos anteriores mostraram que o controle postural estático está comprometido em sujeitos com DP (HASS et al., 2005). E as deficiências na estabilidade lateral são um aspecto importante nas disfunções do equilíbrio, podendo ser ainda mais instáveis na direção lateral do que na direção anterior (KING; HORAK, 2008). A pista externa é uma relevante estratégia que pode facilitar o treinamento do equilíbrio em sujeitos com DP. A pista externa é definida como: estímulos contextuais ou espaciais associados ao comportamento a ser executado, através de experiências passadas (LIM et al., 2005a). A “pista” é diferenciada ainda de um “estímulo”, pois a primeira fornece informações sobre como uma ação deve ser realizada, portanto são mais específicas que um “estímulo”. A pista externa pode ser classificada como “rítmica externa” quando há aplicação de estímulos temporais (rítmicos) ou espaciais associadas com a iniciação

e facilitação contínua da atividade motora (marcha) (LIM et al., 2005a). Os tipos de pistas externas encontrados são a tátil (vibração por exemplo), auditiva e visual, porém ainda não existe um consenso de qual tipo de pista é mais efetiva em sujeito com DP (SPAULDING et al., 2013).

O Nintendo Wii apresenta uma plataforma na qual o voluntário deve descarregar seu peso para interagir com o jogo e dois controles (um deles apresentando a vibração e sons dos jogos), caracterizando-se como feedbacks externos, podendo potencializar a intervenção. O Xbox Kinect não apresenta plataforma e controles para monitorar o movimento do sujeito, mas o sensor v1 exigia que o voluntário utilizasse os membros superiores e inferiores para interagir com os Exergames. Ambos os sistemas se caracterizam como sistemas não imersivos que usam um avatar, similar a imagem corporal humana, que reproduz os movimentos do jogador, sendo uma retroalimentação visual (feedback visual) em terceira pessoa e relevante para o paciente, pois facilita a movimentação devido à ativação dos neurônios espelhos (PELOSIN et al., 2010), quando o jogador observa a realização de um movimento, auxiliando assim o output motor (PELOSIN et al., 2010). Enquanto no Samsung Gear VR, por ser um sistema imersivo, apresenta a característica de uma interface digital em primeira pessoa, perdendo as vantagens de um avatar no jogo que pudesse oferecer feedbacks aos indivíduos. (BUTLER; WILLETT, 2010). Na avaliação do TUG, o momento pré dos grupos Wii, Kinect e Gerar VR, apresentam média maior em relação ao momento pós, entretanto apenas os grupos Wii e Kinect apresentaram diferença estatística intragrupo na pós avaliação e apenas o Wii no FW, quando comparado ao momento pré. Entretanto essa diferença não foi observada intergrupos.

Os transtornos de marcha são comuns e debilitantes em pacientes com DP (BLOEM et al., 2016). A dificuldade na marcha é um dos primeiros déficits motores relatados em pessoas com DP, indicando o início da incapacidade motora (SHULMAN et al., 2008). Uma pesquisa não obteve resultados estatisticamente significativos na velocidade de marcha e nem no tempo de execução, avaliado pelo teste de caminhada de 10 metros, no sistema Nintendo Wii e nem no Xbox Kinect (ALVES et al., 2018). Sugerimos que o Nintendo Wii, por apresentar um sistema não imersivo que fornece um avatar em terceira pessoa, facilitando a execução do movimento, pois ocorre ativação de neurônios espelhos, fornecendo um facilitador do movimento (PELOSIN et al., 2010), em associação com o Wii Balance Board (pista visual), em que o sujeito deveria dar passos anteriores e posteriores para a realização da tarefa virtual. Pacientes com DP dão passos maiores e mais rápidos quando um alvo visual é fornecido (MILLE et al., 2007), mas o desempenho piora quando os participantes não conseguem ver os próprios membros inferiores (JACOBS; HORAK, 2006), contexto similar ao uso do

sistema Samsung Gear VR. Esses resultados ressaltam a importância do feedback visual para compensar as deficiências motoras na DP e que, em hipótese, podem ter contribuído para a melhora da performance nesse sistema. Baseados nessas premissas, hipotetizamos que o Nintendo Wii apresentou melhores margens de desempenhos no momento pós e follow up, pois possuía o sistema de avatares em terceira pessoa, apresentava os controles e plataforma que poderiam ser utilizados como pistas externas que poderiam facilitar o movimento; enquanto que no Xbox Kinect existia apenas o avatar em terceira pessoa e ausência de controles auxiliares; e por último, o Samsung Gear VR que não apresentava controles e nem avatares humanos em terceira pessoa.

A velocidade de marcha diminuída pode ser um preditor de risco de queda em pacientes com DP (PICKERING et al., 2007), bem como características não motoras, como as funções executivas (ROCHESTER et al., 2012). Primeiramente, em nosso estudo, avaliamos a marcha em tarefa simples (teste de caminhada de 30 segundos em tarefa simples), obtendo, no grupo Nintendo Wii, maiores distâncias percorridas entre o momento pré, e o pós, e que permaneceram após 30 dias sem intervenção, enquanto que a razão entre passos e distância não mostrou diferença estatística, ou seja, o aumento da distância ocorreu devido a maior velocidade na deambulação sem o aumento da distância dos passos.

Quando avaliado a marcha em dupla tarefa cognitiva (fluência verbal fonológica) identificou-se uma diferença estatística, no grupo Nintendo Wii, na variável distância entre o momento pré e o pós. O número de palavras evocadas foi constante durante as avaliações, ou seja, os voluntários obtiveram seus desempenhos na marcha melhorados, mantendo o mesmo nível de desempenho cognitivo anterior. Os passos não tiveram alteração de comprimento, pois não verificamos diferenças entre a razão de passos e distância e nem no número de passos brutos, nos três momentos de avaliações do grupo Nintendo Wii.

Sugerimos que a velocidade de deambulação tenha melhorado, mantendo o mesmo comprimento de passos e que a mesma transferência do aprendizado motor que ocorreu no TUG, teste de 10 metros e marcha em tarefa simples pode ter ocorrido na marcha em dupla tarefa cognitiva também. As habilidades cognitivas não foram aprimoradas, entretanto, pois em avaliação exclusivamente cognitiva também não foi observado melhora no desempenho no grupo Nintendo Wii.

### **Efeitos adversos relatados**

No grupo Nintendo Wii, dois voluntários relataram fadiga elevada, precisando realizar maior frequência e duração de descansos durante a intervenção. Em nenhum grupo ocorreram episódios de quedas. Nenhum dos participantes relataram quaisquer efeitos adversos imediatamente após as sessões de jogo fora da clínica. Quatro sujeitos do grupo Nintendo Wii relataram sentir os membros inferiores mais leves e melhora no padrão de marcha. A segurança e a viabilidade de usar esses jogos no ambiente doméstico ainda precisam ser investigados.

### **Limitações**

Não foi possível alocar os voluntários de forma aleatória, podendo gerar limitações nas interpretações dos resultados. E nesse modelo metodológico não é possível cegar o paciente nem o pesquisador que faz a intervenção.

## **9 CONCLUSÃO**

Não houve diferença intergrupo. Entretanto na análise intragrupo, o sistema Nintendo Wii foi superior, aos demais sistemas, no treino para melhora na mobilidade funcional e velocidade de marcha, podendo ser indicado, para treinos em que o objetivo é a melhora da capacidade funcional motora e aumentar a velocidade da marcha.

O sistema Xbox Kinect foi efetivo na melhora da performance das memórias, diminuição da ansiedade e da mobilidade funcional. Sendo mais indicado para pacientes que necessitam de treinamento cognitivo-motor, como uma atividade com dupla tarefa cognitivo-motora.

E por fim, o sistema Samsung Gear VR foi efetivo em melhorar a evocação de palavras e diminuição da ansiedade, sendo mais indicado para treinamentos exclusivamente cognitivos.

## REFERÊNCIAS

- ACSM. **ACSM's Guidelines for Exercise Testing and Prescription**. [s.l: s.n.].
- ADAMS, R. J. et al. Accuracy of the Microsoft Kinect sensor for measuring movement in people with Parkinson's disease. **Gait and Posture**, v. 39, n. 2, p. 1188–1193, 2014.
- ALVES, M. L. M. et al. Nintendo Wii™ Versus Xbox Kinect™ for Assisting People With Parkinson's Disease. **Perceptual and Motor Skills**, 2018.
- ARIAS, P. et al. Virtual Reality as a Tool for Evaluation of Repetitive Rhythmic Movements in the Elderly and Parkinson's Disease Patients. **PLoS ONE**, v. 7, n. 1, p. e30021, 18 jan. 2012.
- AVANZINO, L. et al. **Relationships between gait and emotion in Parkinson's disease: A narrative review****Gait and Posture**, 2018.
- BAPTISTA, M. N.; CARNEIRO, A. M. Validade da escala de depressão: relação com ansiedade e stress laboral. **Estudos de Psicologia (Campinas)**, v. 28, n. 3, p. 345–352, set. 2011.
- BARBOSA, M. T. et al. Parkinsonism and Parkinson's disease in the elderly: A community-based survey in Brazil (the Bambuí Study). **Movement Disorders**, v. 21, n. 6, p. 800–808, 2006.
- BATISTELA, R. A. **A interferência da tarefa dupla, motora e cognitiva, no andar de pacientes com doença de parkinson rosangela alice batistela**. [s.l.] Universidade Estadual Paulista, 2012.
- BAVELIER, D. et al. Brain plasticity through the life span: learning to learn and action video games. **Annual Reviews of Neuroscience**, v. 35, p. 391–416, 2012.
- BECK, A. T. et al. An Inventory for Measuring Clinical Anxiety: Psychometric Properties. **Journal of Consulting and Clinical Psychology**, 1988.
- BIUNDO, R. et al. **Diagnostic and screening power of neuropsychological testing in detecting mild cognitive impairment in Parkinson's disease**. Journal of Neural Transmission. **Anais...**2013
- BLOEM, B. R. et al. **Measurement instruments to assess posture, gait, and balance in Parkinson's disease: Critique and recommendations****Movement Disorders**, 2016.
- BOGOST, I.; ST, C. The Rhetoric of Exergaming. **The Georgia Institute of Technology**, p. 10, 2005.
- BONNECHÈRE, B. et al. The use of commercial video games in rehabilitation: a systematic review. **International journal of rehabilitation research. Internationale Zeitschrift fur Rehabilitationsforschung. Revue internationale de recherches de readaptation**, 2016.
- BOVEND'EERDT, T. J. H.; BOTELL, R. E.; WADE, D. T. Writing SMART rehabilitation goals and achieving goal attainment scaling: A practical guide. **Clinical Rehabilitation**, 2009.
- BRAAK, H. et al. Staging of brain pathology related to sporadic Parkinson's disease. **Neurobiology of Aging**, 2003.
- BRASIL. SAÚDE, M. DA. **Portaria nº228, de 10 de maio de 2010****Diário Oficial da União**Brasil, 2010.
- BRAZ, N. F. T. et al. Eficácia do Nintendo Wii em desfechos funcionais e de saúde de indivíduos com doença de Parkinson: uma revisão sistemática. **Fisioterapia e Pesquisa**, 2018.
- BUCCINO, G. et al. Action observation treatment improves autonomy in daily activities in Parkinson's disease patients: results from a pilot study. **Movement Disorders**, v. 26, n. 10, p. 1963–4, 2011.
- BUTLER, D. P.; WILLETT, K. **Wii-habilitation: Is there a role in trauma?****Injury**, 2010.
- CALABRESI, P. et al. A convergent model for cognitive dysfunctions in Parkinson's disease: the critical dopamine-acetylcholine synaptic balance. **Lancet Neurology**, v. 5, n. 11, p. 974–983, 2006.
- CAMEIRAO, M. S. et al. Neurorehabilitation using the virtual reality based Rehabilitation Gaming System: methodology, design, psychometrics, usability and validation. **Journal of NeuroEngineering and**

- Rehabilitation**, v. 7, n. 1, p. 48, 2010.
- CAO, Y. et al. **Kinect-based gait analyses of patients with Parkinson's disease, patients with stroke with hemiplegia, and healthy adults***CNS Neuroscience and Therapeutics*, 2017.
- CENTRE OF EVIDENCE-BASED PHYSIOTHERAPY, C. Escala PEDro. **The George Institute for Global Health**, p. 1–2, 2012.
- CHA, Y. J. et al. Effects of functional task training with mental practice in stroke: A meta analysis. **NeuroRehabilitation**, v. 30, n. 3, p. 239–246, 2012.
- CHANG, Y.-J.; CHEN, S.-F.; HUANG, J.-D. A Kinect-based system for physical rehabilitation: A pilot study for young adults with motor disabilities. **Research in Developmental Disabilities**, v. 32, n. 6, p. 2566–2570, nov. 2011.
- CLARK, R. A. et al. Validity and reliability of the Nintendo Wii Balance Board for assessment of standing balance. **Gait and Posture**, 2010.
- CLARK, R.; KRAEMER, T. Clinical use of Nintendo Wii™ bowling simulation to decrease fall risk in an elderly resident of a nursing home: A case report. **Journal of Geriatric Physical Therapy**, v. 32, n. 4, p. 174–180, 2009.
- COOLS, R. et al. Dopaminergic modulation of high-level cognition in Parkinson's disease: the role of the prefrontal cortex revealed by PET. **Brain**, v. 125, n. 3, p. 584–594, 1 mar. 2002.
- COSTA, A. L. P. A. DA; ZIMMER, M. C. Desempenho de idosos com presbiacusia em tarefas de controle inibitório. **Revista da Sociedade Brasileira de Fonoaudiologia**, v. 17, n. 2, p. 151–155, 2012.
- CREABY, M. W.; COLE, M. H. Gait characteristics and falls in Parkinson's disease: A systematic review and meta-analysis. **Parkinsonism and Related Disorders**, 2018.
- CRUZ, A. N. DA et al. Aspectos de comunicação oral em pacientes com doença de Parkinson submetidos à Estimulação Cerebral Profunda. **CoDAS**, v. 28, n. 4, p. 480–485, ago. 2016.
- DA SILVA, T. B. L. et al. Fluência verbal e variáveis sociodemográficas no processo de envelhecimento: Um estudo epidemiológico. **Psicologia: Reflexão e Crítica**, v. 24, n. 4, p. 739–746, 2011.
- DISSANAYAKA, N. N. W.; TORBEY, E.; PACHANA, N. A. Anxiety rating scales in Parkinson's disease: a critical review updating recent literature. **International Psychogeriatrics**, v. 27, n. 11, p. 1777–1784, 2015.
- DJALDETTI, R.; ZIV, I.; MELAMED, E. The mystery of motor asymmetry in Parkinson's disease. **Lancet Neurology**, v. 5, n. 9, p. 796–802, 2006.
- DUBOIS, B.; PILLON, B. Cognitive deficits in Parkinson's disease. **Journal of Neurology**, 1996.
- DURLACH, N. Virtual reality. **Kazdin**, v. 531, n. 2000, p. 8, 2000.
- EL DIB, R. P.; ATALLAH, Á. N. **Evidence-based speech, language and hearing therapy and the cochrane library's systematic reviews***Sao Paulo Medical Journal*, 2006.
- ELLIS, T. et al. Barriers to Exercise in People With Parkinson Disease. **Physical Therapy**, v. 93, n. 5, p. 628–636, 2013.
- ELTOUKHY, M. et al. Microsoft Kinect can distinguish differences in over-ground gait between older persons with and without Parkinson's disease. **Medical Engineering and Physics**, v. 44, p. 1–7, 2017.
- ENGELENDER, S.; ISACSON, O. **The Threshold Theory for Parkinson's Disease***Trends in Neurosciences*, 2017.
- FEARNLEY, J. M.; LEES, A. J. Ageing and Parkinson's disease: substantia nigra regional selectivity. **Brain**, v. 114, n. 5, p. 2283–2301, 1991.
- FERNANDES, G. C. et al. Clinical and epidemiological factors associated with mortality in Parkinson's

disease in a brazilian cohort. **Parkinson's Disease**, v. 2015, 2015.

FERRAZ, D. D. et al. Nintendo Wii training on postural balance and mobility rehabilitation of adults with Parkinson's disease: a systematic review. **Fisioterapia em Movimento**, 2017.

FIELD, A. **Descobrimo a estatística utilizando o SPSS**. [s.l: s.n.].

FIGUEIREDO, V. L. M. et al. Teste de inteligência WISC-III adaptando para a população brasileira. **Psicologia Escolar e Educacional (Impresso)**, 1998.

FRASER, M. A. et al. Exercising with computers in later life (EXCELL) - pilot study. **Age and Ageing**, v. 39, n. Supplement 1, p. i32, 2010.

FRAZZITTA, G. et al. Effectiveness of an intensive rehabilitation treatment on different Parkinson's disease subtypes. **NeuroRehabilitation**, v. 33, n. 2, p. 299–303, 2013.

GAZEWOOD, J. D.; RICHARDS, D. R.; CLEBAK, K. Parkinson disease: an update. **American family physician**, v. 87, n. 4, p. 267–73, 15 fev. 2013.

GILLIES, G. E.; MCARTHUR, S. **Independent influences of sex steroids of systemic and central origin in a rat model of Parkinson's disease: A contribution to sex-specific neuroprotection by estrogens****Hormones and Behavior**, 2010.

GOLDMAN, LEE; AUSIELLO, D. **Tratado de Medicina Interna Cecil**. [s.l: s.n.]. v. 53

GOODWIN, V. A. et al. **The effectiveness of exercise interventions for people with Parkinson's disease: A systematic review and meta-analysis****Movement Disorders**, 2008.

GOUVÊA, D.; OLIVEIRA, S. Doença De Parkinson -. **Ciência Atual**, v. 6, p. 02–06, 2015.

GRIEVE, JUNE; GNANASEKARAN, L. **Neuropsicologia para Terapeutas Ocupacional - Cognição no Desempenho Ocupacional**. 3. ed. [s.l: s.n.].

GRIFFIN, H. J. et al. The effect of real and virtual visual cues on walking in Parkinson's disease. **Journal of Neurology**, v. 258, n. 6, p. 991–1000, 2011.

HAMDAN, A. C.; PAULA, A.; PEREIRA, D. A. Avaliação Neuropsicológica das Funções Executivas : Considerações Metodológicas. **Psicologia: Reflexão e Crítica**, v. 22, n. 3, p. 386–393, 2002.

HASS, C. J. et al. Gait initiation and dynamic balance control in Parkinson's disease. **Archives of Physical Medicine and Rehabilitation**, v. 86, n. 11, p. 2172–2176, 2005.

HAUSDORFF, J. M. Gait dynamics in Parkinson's disease: Common and distinct behavior among stride length, gait variability, and fractal-like scaling. **Chaos: An Interdisciplinary Journal of Nonlinear Science**, v. 19, n. 2, p. 026113, 2009.

HELY, M. A. et al. The Sydney multicenter study of Parkinson's disease: The inevitability of dementia at 20 years. **Movement Disorders**, v. 23, n. 6, p. 837–844, 30 abr. 2008.

HENRY, J. D.; CRAWFORD, J. R. Verbal fluency deficits in Parkinson's disease: a meta-analysis. **Journal of the International Neuropsychological Society : JINS**, v. 10, n. 4, p. 608–22, 2004.

HUGHES, A J. et al. What features improve the accuracy of clinical diagnosis in Parkinson's disease: a clinicopathologic study. **Neurology**, v. 42, n. 6, p. 1142–1146, 1992.

HUGHES, A. J. et al. The accuracy of diagnosis of parkinsonian syndromes in a specialist movement disorder service. **Brain**, v. 125, n. 4, p. 861–870, 1 abr. 2002.

HULLEY, STEPHEN B; CUMMINGS, STEVEN R; BROWNER, WARREN S; GRADY, DEBORAH; HEARST, NORMAN; NEWMAN, T. B. **Delineando a Pesquisa Clínica: Uma Abordagem Epidemiológica**. 2. ed. Porto Alegre: Artmed, 2006.

IZQUIERDO, I. Memórias. **Estudos Avançados**, v. 3, n. 6, p. 89–112, 1989.



- IZQUIERDO, I. **Memória**. 2. ed. Porto Alegre: Artmed, 2011.
- IZQUIERDO, I. **The art of forgetting**. [s.l.: s.n.].
- JACOBS, J. V.; HORAK, F. B. Abnormal proprioceptive-motor integration contributes to hypometric postural responses of subjects with parkinson's disease. **Neuroscience**, 2006.
- JAHANSHAH, M. et al. Self-initiated versus externally triggered movements: I. An investigation using measurement of regional cerebral blood flow with PET and movement-related potentials in normal and parkinson's disease subjects. **Brain**, v. 118, n. 4, p. 913–933, 1995.
- JANVIN, C. et al. Neuropsychological Profile of Patients with Parkinson's Disease without Dementia. **Dementia and Geriatric Cognitive Disorders**, v. 15, n. 3, p. 126–131, 19 fev. 2003.
- JIN, L. et al. Decreased serum ceruloplasmin levels characteristically aggravate nigral iron deposition in Parkinson's disease. **Brain**, v. 134, n. 1, p. 50–58, 1 jan. 2011.
- JULIUS, A.; LONGFELLOW, K. Movement Disorders. **Medical Clinics of North America**, v. 100, n. 4, p. 733–761, jul. 2016.
- KALAITZAKIS, M. E. et al. The dorsal motor nucleus of the vagus is not an obligatory trigger site of Parkinson's disease: A critical analysis of  $\alpha$ -synuclein staging. **Neuropathology and Applied Neurobiology**, 2008.
- KANN, O. et al. Pathological network activity in Parkinson's disease: from neural activity and connectivity to causality. **Brain**, v. 134, n. 2, p. 345–358, 1 fev. 2011.
- KARACHI, C. et al. Cholinergic mesencephalic neurons are involved in gait and postural disorders in Parkinson disease. **Journal of Clinical Investigation**, v. 120, n. 8, p. 2745–2754, 2010.
- KELLY, G.; SHANLEY, J. Rehabilitation of ataxic gait following cerebellar lesions: Applying theory to practice. **Physiotherapy Theory and Practice**, 2016.
- KENSINGER, E. A. et al. Working memory in mild Alzheimer's disease and early Parkinson's disease. **Neuropsychology**, v. 17, n. 2, p. 230–239, 2003.
- KING, L. A.; HORAK, F. B. Lateral Stepping for Postural Correction in Parkinson's Disease. **Archives of Physical Medicine and Rehabilitation**, v. 89, n. 3, p. 492–499, 2008.
- KLETZEL, S. L. et al. Evaluating the performance of the Montreal Cognitive Assessment in early stage Parkinson's disease. **Parkinsonism & Related Disorders**, v. 37, p. 58–64, 2017.
- KOERTS, J. et al. What is measured with verbal fluency tests in Parkinson's disease patients at different stages of the disease? **Journal of Neural Transmission**, 2013.
- L.M., K.; P.A., S.; A., R. **Standard task measurement for mobility: Thirty-second walk test** **Pediatric Physical Therapy**, 1999.
- LAMEIRA, A. P.; GAWRYSZEWSKI, L. D. G.; PEREIRA JÚNIOR, A. Neurônios espelho. **Psicologia USP**, v. 17, n. 4, p. 123–133, 2006.
- LANG, J. T. et al. Test-retest reliability and minimal detectable change for the 10-meter walk test in older adults with Parkinson's disease. **Journal of Geriatric Physical Therapy**, 2016.
- LATHAM, A. J.; PATSTON, L. L. M.; TIPPETT, L. J. The virtual brain: 30 years of video-game play and cognitive abilities. **Frontiers in Psychology**, v. 4, 2013.
- LEE, C. S. et al. Patterns of asymmetry do not change over the course of idiopathic parkinsonism: Implications for pathogenesis. **Neurology**, v. 45, n. 3, p. 435–439, 1995.
- LEVIN, M. F. Can virtual reality offer enriched environments for rehabilitation? **Expert review of neurotherapeutics**, v. 11, n. 2, p. 153–155, 2011.

- LEWEK, M. D. et al. Arm swing magnitude and asymmetry during gait in the early stages of Parkinson's disease. **Gait and Posture**, v. 31, n. 2, p. 256–260, 2010.
- LIEBERMAN, D. A. et al. **The power of play: Innovations in getting active summit 2011: A science panel proceedings report from the american heart association**. *Circulation. Anais...*2011
- LIM, I. et al. **Effects of external rhythmical cueing on gait in patients with Parkinson's disease: A systematic review***Clinical Rehabilitation*, 2005a.
- LIM, L. I. K. et al. Measuring gait and gait-related activities in Parkinson's patients own home environment: A reliability, responsiveness and feasibility study. **Parkinsonism and Related Disorders**, 2005b.
- LIMA, C. R. U. DE. **O ESTADO DA ARTE DA REALIDADE VIRTUAL**. [s.l: s.n.].
- LINDNER, P. et al. **Creating state of the art, next-generation Virtual Reality exposure therapies for anxiety disorders using consumer hardware platforms: design considerations and future directions***Cognitive Behaviour Therapy*, 2017.
- LORING, D. [ED]. **INS dictionary of neuropsychology and clinical neurosciences (2nd ed.)**.*INS dictionary of neuropsychology and clinical neurosciences (2nd ed.)*., 2015. Disponível em: <<http://ovidsp.ovid.com/ovidweb.cgi?T=JS&PAGE=reference&D=psyc11&NEWS=N&AN=2015-11561-000>>
- LUNDBLAD, M. et al. Impaired neurotransmission caused by overexpression of  $\alpha$ -synuclein in nigral dopamine neurons. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 109, n. 9, p. 3213–3219, 2012.
- LYONS, K. E.; PAHWA, R. Diagnosis and Initiation of Treatment in Parkinson's Disease. **International Journal of Neuroscience**, v. 121, n. sup2, p. 27–36, 30 set. 2011.
- MACLEOD, A. D.; TAYLOR, K. S. M.; COUNSELL, C. E. Mortality in Parkinson's disease: A systematic review and meta-analysis. **Movement Disorders**, v. 29, n. 13, p. 1615–1622, nov. 2014.
- MALLOY, K. M.; MILLING, L. S. **The effectiveness of virtual reality distraction for pain reduction: A systematic review***Clinical Psychology Review*, 2010.
- MANZARO, S. DE C. F. **Alzheimer: identificar, cuidar, estimular**. 1. ed. [s.l.] Portal Edições, 2017.
- MARINUS, J. et al. Risk factors for non-motor symptoms in Parkinson's disease. **The Lancet Neurology**, v. 17, n. 6, p. 559–568, 2018.
- MARRAS, C. **Subtypes of Parkinson's disease: State of the field and future directions***Current Opinion in Neurology*, 2015.
- MARTINEZ-MARTIN, P. et al. Gender-related differences in the burden of non-motor symptoms in Parkinson's disease. **Journal of Neurology**, v. 259, n. 8, p. 1639–1647, 2012.
- MELO, L. M. E. R. B. P. C. Declínio cognitivo e demência associados à doença de Parkinson : características clínicas e tratamento. **Rev. psiq. Clín.**, v. 34, n. 4, p. 176–183, 2006.
- MENDES, F. A. DOS S. et al. Motor learning, retention and transfer after virtual-reality-based training in Parkinson's disease - effect of motor and cognitive demands of games: A longitudinal, controlled clinical study. **Physiotherapy (United Kingdom)**, v. 98, n. 3, p. 217–223, 2012.
- MENDES, F. A. DOS S. et al. Pacientes com a Doença de Parkinson são capazes de melhorar seu desempenho em tarefas virtuais do Xbox Kinect®: “uma série de casos”. **Motricidade**, v. 11, n. 3, p. 68, 27 dez. 2015.
- MILLE, M. L. et al. Acute effects of a lateral postural assist on voluntary step initiation in patients with Parkinson's disease. **Movement Disorders**, 2007.
- MILLER-PATTERSON, C. et al. Motor asymmetry over time in Parkinson's disease. **Journal of the**

- Neurological Sciences**, v. 393, p. 14–17, out. 2018.
- MIRROROP. **Windows**. Disponível em: <<http://www.mirrorop.com/product.html>>.
- MORAIS, W. DE S. **HÁ MODIFICAÇÕES COGNITIVAS EM PACIENTES COM DOENÇA DE PARKINSON APÓS TREINAMENTO NO XBOX KINECT®?** Brasília: [s.n.].
- MOREIRA, C. et al. Doença De Parkinson : Como Diagnosticar E Tratar. **Revista Científica da FMC**, v. 2, n. 022, p. 19–29, 2007.
- MORRIS, S.; MORRIS, M. E.; IANSEK, R. Reliability of measurements obtained with the Timed “Up, & Go” Test in people with Parkinson disease. **Physical Therapy**, v. 81, n. 2, p. 810–818, 2001.
- MUSLIMOVIĆ, D. et al. Cognitive profile of patients with newly diagnosed Parkinson disease. **Neurology**, v. 65, n. 8, p. 1239–1245, 2005.
- NEGRINI, S. et al. Nintendo Wii Fit for balance rehabilitation in patients with Parkinson’s disease: A comparative study. **Journal of Bodywork and Movement Therapies**, 2017.
- NI, M. Y. et al. Augmented Reality Games as a New Class of Physical Activity Interventions? The Impact of Pokémon Go Use and Gaming Intensity on Physical Activity. **Games for Health Journal**, v. 8, n. 1, p. g4h.2017.0181, 28 ago. 2018.
- NIEUWBOER, A. Cueing for freezing of gait in patients with Parkinson’s disease: a rehabilitation perspective. **Movement disorders : official journal of the Movement Disorder Society**, v. 23 Suppl 2, p. S475-81, 2008.
- NOCERA, J. R. et al. Can exercise improve language and cognition in Parkinson’s disease? A case report. **Neurocase : case studies in neuropsychology, neuropsychiatry, and behavioural neurology**, v. 16, n. 4, p. 301–306, 2010.
- NOCERA, J. R. et al. Using the timed up & go test in a clinical setting to predict falling in parkinson’s disease. **Archives of Physical Medicine and Rehabilitation**, 2013.
- NUIC, D. et al. The feasibility and positive effects of a customised videogame rehabilitation programme for freezing of gait and falls in Parkinson’s disease patients: A pilot study. **Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation**, v. 15, n. 1, p. 1–11, 2018.
- OBESO, I. et al. Semantic and phonemic verbal fluency in Parkinson’s disease: Influence of clinical and demographic variables. **Behavioural Neurology**, 2012.
- OGOURTSOVA, T. et al. **Virtual reality treatment and assessments for post-stroke unilateral spatial neglect: A systematic literature review** **Neuropsychological Rehabilitation**, 2017.
- OVALATH, S.; DEEPA, P. The history of parkinsonism: Descriptions in ancient Indian medical literature. **Movement Disorders**, v. 28, n. 5, p. 566–568, maio 2013.
- PAKER, N. et al. Gait speed and related factors in Parkinson’s disease. **Journal of Physical Therapy Science**, v. 27, n. 12, p. 3675–3679, 2015.
- PANEGYRES, P. K. The contribution of the study of neurodegenerative disorders to the understanding of human memory. **QJM**, v. 97, n. 9, p. 555–567, 1 set. 2004.
- PARSONS, T. D. et al. Cognitive sequelae of subthalamic nucleus deep brain stimulation in Parkinson’s disease: a meta-analysis. **Lancet Neurology**, 2006.
- PARSONS, T. D. et al. Virtual Reality in Pediatric Psychology. **Pediatrics**, v. 140, n. Supplement 2, p. S86–S91, 2017.
- PAVÃO, R. **“Aprendizagem implícita e a doença de Parkinson”**. São Paulo: Universidade de São Paulo, 29 mar. 2007.

PELOSIN, E. et al. Action observation improves freezing of gait in patients with Parkinson's disease. **Neurorehabil Neural Repair**, v. 24, n. 8, p. 746–752, 2010.

PICKERING, R. M. et al. A meta-analysis of six prospective studies of falling in Parkinson's disease. **Movement Disorders**, 2007.

PODSIADLO, D.; RICHARDSON, S. The timed 'Up and Go' Test: a Test of Basic Functional Mobility for Frail Elderly Persons. **Journal of American Geriatric Society**, v. 39, n. 39, p. 142–148, 1991.

POMPEU, J. E. et al. Effect of Nintendo Wii™-based motor and cognitive training on activities of daily living in patients with Parkinson's disease: A randomised clinical trial. **Physiotherapy**, v. 98, n. 3, p. 196–204, set. 2012.

POMPEU, J. E. et al. Feasibility, safety and outcomes of playing Kinect Adventures!™ for people with Parkinson's disease: a pilot study. **Physiotherapy**, v. 100, n. 2, p. 162–168, jun. 2014.

PRODOEHL, J. et al. Differences in brain activation between tremor- and nontremor-dominant parkinson disease. **Archives of Neurology**, v. 70, n. 1, p. 100–106, 2013.

PROTOCOLO CLÍNICO E DIRETRIZES TERAPÊUTICAS. Portaria N° 228, de 10 de maio de 2010. 2010.

PSYCHIATRY, C. Cognitive profile of patients with newly diagnosed Parkinson ' s disease. **Neurology**, v. 13, n. 3, p. 460–473, 2006.

REYNOLDS, G. O. et al. **The Therapeutic Potential of Exercise to Improve Mood, Cognition, and Sleep in Parkinson's Disease****Movement Disorders**, 2016.

RIZZO, G. et al. Accuracy of clinical diagnosis of Parkinson disease. **Neurology**, v. 86, n. 6, p. 566–576, 9 fev. 2016.

ROCHESTER, L. et al. Cholinergic dysfunction contributes to gait disturbance in early Parkinson's disease. **Brain**, 2012.

RODRIGUEZ-OROZ, M. C. et al. Initial clinical manifestations of Parkinson's disease: features and pathophysiological mechanisms. **The Lancet Neurology**, v. 8, n. 12, p. 1128–1139, 2009.

RUEDA, D. C.-F. F. J. M. Evidência de validade concorrente para o Teste de Atenção Concentrada. **Revista de Psicologia**, v. 8, n. 2, p. 167–174, 2007.

SAPOSNIK, G. et al. Effectiveness of virtual reality using Wii gaming technology in stroke rehabilitation: a pilot randomized clinical trial and proof of principle. **Stroke; a journal of cerebral circulation**, v. 41, n. 7, p. 1477–84, jul. 2010.

SCHENKMAN, M. L. et al. Spinal movement and performance of a standing reach task in participants with and without Parkinson disease. **Physical Therapy**, 2001.

SHULMAN, L. M. et al. The evolution of disability in Parkinson disease. **Movement Disorders**, 2008.

SILVA, E. et al. Executive cognitive tests for the evaluation of patients with Parkinson ' s disease. **Dementia & Neuropsychologia**, v. 2, n. 3, p. 206–210, 2008.

SKJÆRET, N. et al. **Exercise and rehabilitation delivered through exergames in older adults: An integrative review of technologies, safety and efficacy****International Journal of Medical Informatics**, 2016.

SNIJDERS, A. H. et al. Freezer or non-freezer: Clinical assessment of freezing of gait. **Parkinsonism and Related Disorders**, v. 18, n. 2, p. 149–154, 2012.

SPAULDING, S. J. et al. **Cueing and gait improvement among people with Parkinson's disease: A meta-analysis****Archives of Physical Medicine and Rehabilitation**, 2013.

SPEHLMANN, R.; STAHL, S. Dopamine acetylcholine imbalance in parkinson's disease possible

regenerative overgrowth of cholinergic axon terminals rainer. **The Lancet**, v. 307, n. 7962, p. 724–726, abr. 1976.

SPENCER, C. C. A. et al. Dissection of the genetics of Parkinson's disease identifies an additional association 5' of SNCA and multiple associated haplotypes at 17q21. **Human Molecular Genetics**, v. 20, n. 2, p. 345–353, 15 jan. 2011.

STANMORE, E. et al. **The effect of active video games on cognitive functioning in clinical and non-clinical populations: A meta-analysis of randomized controlled trials.** **Neuroscience and Biobehavioral Reviews**, 2017.

STRAND, K. A. et al. Community-based exergaming program increases physical activity and perceived wellness in older adults. **Journal of Aging and Physical Activity**, v. 22, n. 3, p. 364–371, 2014.

TABAK, R.; AQUIJE, G.; FISHER, B. E. Aerobic Exercise to Improve Executive Function in Parkinson Disease. **Journal of Neurologic Physical Therapy**, v. 37, n. 2, p. 58–64, 2013.

TAKAKUSAKI, K. et al. Basal ganglia efferents to the brainstem centers controlling postural muscle tone and locomotion: A new concept for understanding motor disorders in basal ganglia dysfunction. **Neuroscience**, v. 119, n. 1, p. 293–308, 2003.

TASHJIAN, V. C. et al. Virtual Reality for Management of Pain in Hospitalized Patients: Results of a Controlled Trial. **JMIR Mental Health**, v. 4, n. 1, p. e9, 2017.

TAYLOR, M. J. D. et al. Activity-promoting gaming systems in exercise and rehabilitation. **The Journal of Rehabilitation Research and Development**, v. 48, n. 10, p. 1171, 2011.

TEIVE, H. A. G. O papel de Charcot na doença de Parkinson. **Arquivos de Neuro-Psiquiatria**, v. 56, n. 1, p. 141–145, mar. 1998.

TIRABOSCHI, P. et al. Cholinergic dysfunction in diseases with Lewy bodies. **Neurology**, v. 54, n. 2, p. 407–11, 2000.

ŤUPA, O. et al. Motion tracking and gait feature estimation for recognising Parkinson's disease using MS Kinect. **Biomedical engineering online**, v. 14, n. 1, p. 97, 2015.

TYSNES, O. B.; STORSTEIN, A. **Epidemiology of Parkinson's disease** **Journal of Neural Transmission**, 2017.

VALLABHAJOSULA, S.; MCMILLION, A. K.; FREUND, J. E. The effects of exergaming and treadmill training on gait, balance, and cognition in a person with Parkinson's disease: A case study. **Physiotherapy Theory and Practice**, 2017.

WERNECK, A. L. S. Doença de Parkinson: Etiopatogenia , Clínica e Terapêutica. **Revista Hospital Universitário Pedro Ernesto**, p. 10–19, 2010.

WIPFLI, B. M.; RETHORST, C. D.; LANDERS, D. M. The anxiolytic effects of exercise: a meta-analysis of randomized trials and dose–response analysis. **Journal of Sport and Exercise Psychology**, v. 30, n. 4, p. 392–410, 2008.

WOLLERSHEIM, D. et al. Physical and Psychosocial Effects of Wii Video Game Use among Older Women Physical and Psychosocial Effects of Wii Video Game Use among Older Women Introduction. **Society**, v. 8, n. 2, p. 85–98, 2010.

ZHANG, W. et al. Neuromelanin Activates Microglia and Induces Degeneration of Dopaminergic Neurons: Implications for Progression of Parkinson's Disease. **Neurotoxicity Research**, v. 19, n. 1, p. 63–72, 3 jan. 2011.

ZHANG, Z.-X.; DONG, Z.-H.; ROMÁN, G. C. Early Descriptions of Parkinson Disease in Ancient China. **Archives of Neurology**, v. 63, n. 5, p. 782, 1 maio 2006.

ZIMMERMANN, A. B. **Percepção termoalgésica em pacientes com Doença de parkinson e sintomas depressivos.** [s.l: s.n.].

## **APÊNDICES**

## **APÊNDICE 1A - Termo de Consentimento Livre e Esclarecido – TCLE (Grupo Experimental)**

O (a) Senhor (a) está sendo convidado (a) a participar do projeto: Efeitos motores e cognitivos de pacientes com a doença de Parkinson após treinamento baseado em realidade virtual. O objetivo desta pesquisa é: verificar e comparar os efeitos de dois programas de treinamento virtual sobre o desempenho motor e cognitivo de pacientes com doença de Parkinson.

O (a) senhor (a) receberá todos os esclarecimentos necessários antes e no decorrer da pesquisa e lhe asseguramos que seu nome não aparecerá, sendo mantido o mais rigoroso sigilo através da omissão total de quaisquer informações que permitam identificá-lo (a).

Você fará parte de um programa de fisioterapia cujas atividades serão baseadas em tarefas virtuais que exigem movimentos de todo o corpo para serem realizadas. Este programa compreenderá dez sessões de prática. Além desse treinamento, serão realizadas avaliações da sua forma de andar e da capacidade de seu cérebro a depender de suas necessidades. As avaliações serão realizadas em três períodos: antes do início do treinamento e 7 e 30 dias após o treinamento. Todos os procedimentos serão realizados na Faculdade Ceilândia da UnB, em data previamente combinada. Será gasto um tempo de aproximadamente uma hora e trinta minutos para os dias de avaliação e de uma hora para os dias de treinamento. Informamos que o (a) Senhor (a) pode se recusar a responder (ou participar de qualquer procedimento) qualquer questão que lhe traga constrangimento, podendo desistir de participar da pesquisa em qualquer momento sem nenhum prejuízo para o (a) senhor (a). Sua participação é voluntária, isto é, não há pagamento por sua colaboração.

Os resultados da pesquisa serão divulgados na Instituição Faculdade de Educação Física da UnB, podendo ser publicados posteriormente. Os dados e materiais utilizados na pesquisa ficarão sobre a guarda do pesquisador.

Se o (a) Senhor (a) tiver qualquer dúvida em relação à pesquisa, por favor telefone para: Wenderson de Souza Moraes: (--) -----.

Este documento foi elaborado em duas vias, uma ficará com o pesquisador responsável e a outra com o sujeito da pesquisa.

---

Nome / assinatura

---

Pesquisador Responsável

Brasília, \_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_



**APÊNDICE 1B - Termo de Consentimento Livre e Esclarecido – TCLE**  
**(Grupo controle)**

O (a) Senhor (a) está sendo convidado (a) a participar do projeto: Efeitos motores e cognitivos de pacientes com a doença de Parkinson após treinamento baseado em realidade virtual. O objetivo desta pesquisa é: verificar e comparar os efeitos de dois programas de treinamento virtual sobre o desempenho motor e cognitivo de pacientes com doença de Parkinson.

O (a) senhor (a) receberá todos os esclarecimentos necessários antes e no decorrer da pesquisa e lhe asseguramos que seu nome não aparecerá, sendo mantido o mais rigoroso sigilo através da omissão total de quaisquer informações que permitam identificá-lo (a).

Você fará parte de um grupo que será encaminhado para um programa de reabilitação de pacientes com Parkinson após o período de realização do estudo. Serão realizadas avaliações da sua forma de andar e da capacidade de seu cérebro a depender de suas necessidades. As avaliações serão realizadas em três períodos: antes do início do período de treinamento e 7 e 30 dias após esse período. Todos os procedimentos serão realizados na Faculdade Ceilândia da UnB, em data previamente combinada. Será gasto um tempo de aproximadamente uma hora e trinta minutos para os dias de avaliação. Informamos que o (a) Senhor (a) pode se recusar a responder (ou participar de qualquer procedimento) qualquer questão que lhe traga constrangimento, podendo desistir de participar da pesquisa em qualquer momento sem nenhum prejuízo para o (a) senhor (a). Sua participação é voluntária, isto é, não há pagamento por sua colaboração.

Os resultados da pesquisa serão divulgados na Instituição Faculdade de Educação Física da UnB, podendo ser publicados posteriormente. Os dados e materiais utilizados na pesquisa ficarão sobre a guarda do pesquisador.

Se o (a) Senhor (a) tiver qualquer dúvida em relação à pesquisa, por favor telefone para: Wenderson de Souza Moraes: (--) -----.

Este documento foi elaborado em duas vias, uma ficará com o pesquisador responsável e a outra com o sujeito da pesquisa.

---

Nome / assinatura

---

Pesquisador Responsável

Data \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

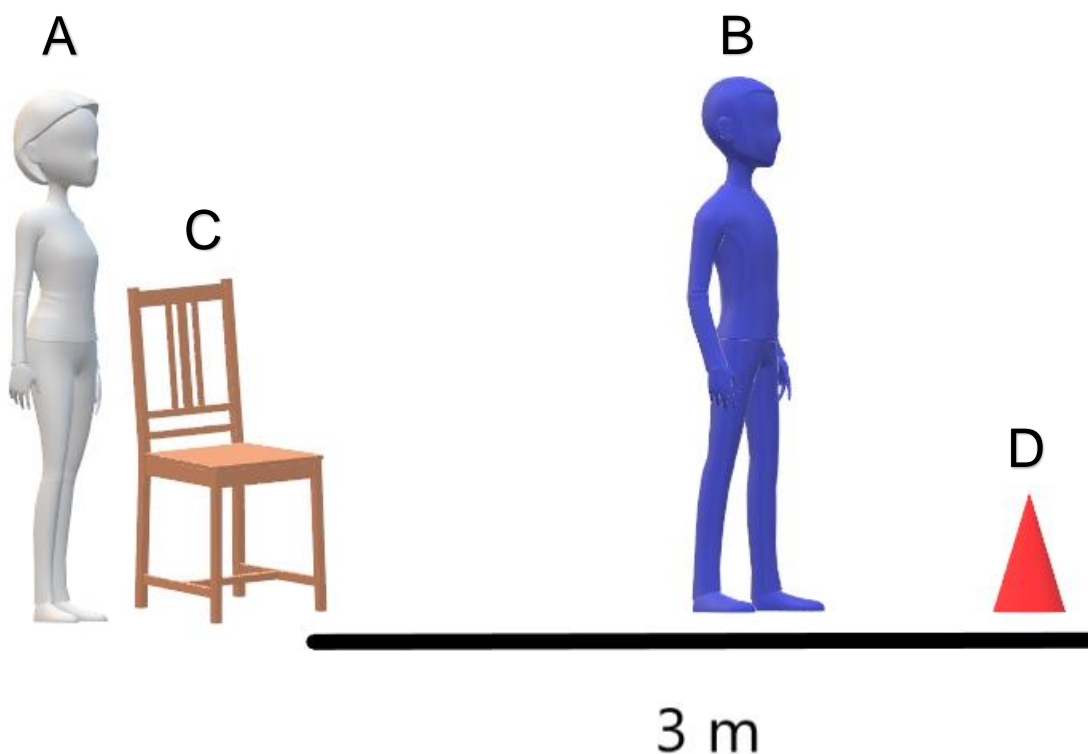
**APÊNDICE 2**  
**QUESTIONÁRIO PARA TRIAGEM**

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

1. Nome: \_\_\_\_\_
2. Telefones: ( ) \_\_\_\_\_ ( ) \_\_\_\_\_ ( ) \_\_\_\_\_
3. Data de Nasc.: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_ 4. Idade: \_\_\_\_\_ 5. Sexo: ( ) masc. ( ) fem.
6. Grau de Instrução (anos de estudo) : \_\_\_\_\_
7. Profissão/ atividade profissional: \_\_\_\_\_
8. Estado Civil: \_\_\_\_\_
9. Comorbidades: \_\_\_\_\_
10. Tempo de diagnóstico (DP): \_\_\_\_\_
11. Medicamentos em uso: \_\_\_\_\_
12. Queixa Principal: \_\_\_\_\_
13. Prática de atividade física: ( ) Não ( ) Sim Qual/frequência: \_\_\_\_\_
14. Participação em programas de reabilitação: ( ) Não ( ) Sim Qual \_\_\_\_\_
15. Quedas nos últimos 12 meses: ( ) Não ( ) Sim Quantas: \_\_\_\_\_
16. Já jogou videogames/sistemas virtuais que exigem movimentos do corpo para serem jogados?  
( ) Não ( ) Sim

### APÊNDICE 3 – Time up and go

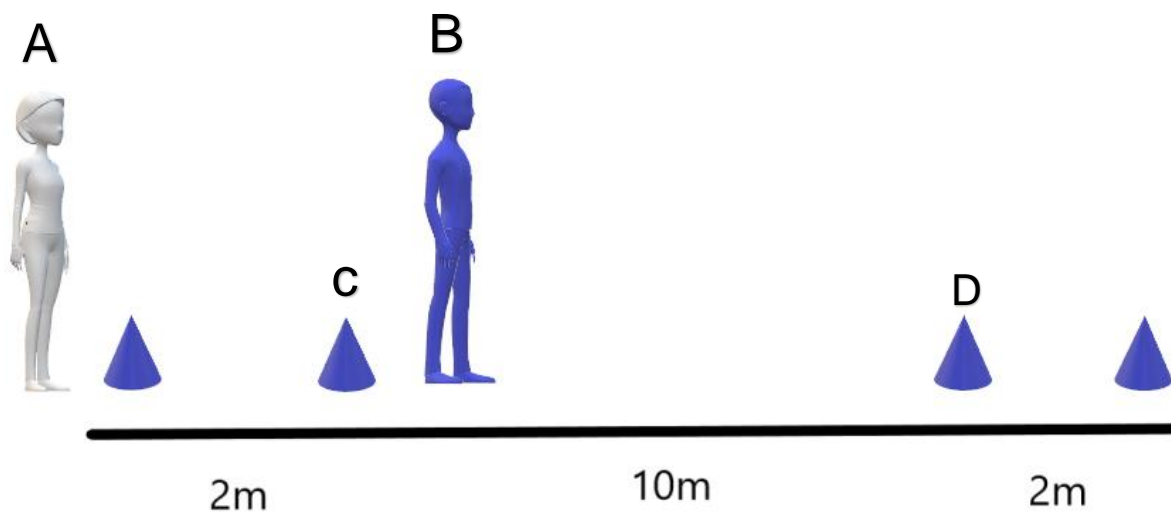
Figura 15 – Procedimentos do teste *Time up and go*



O indivíduo (B) estará posicionado em uma cadeira sem apoio (C) e, ao comando do avaliador (A), deverá levantar, sem auxílio dos membros superiores, caminhar três metros da maneira mais rápida possível, com segurança e sem correr, realizar um giro sobre o próprio eixo (D), retornar para a cadeira e sentar novamente. Feito três tentativas e tirado a média para registro.

## APÊNDICE 4 - caminhada de 10 metros

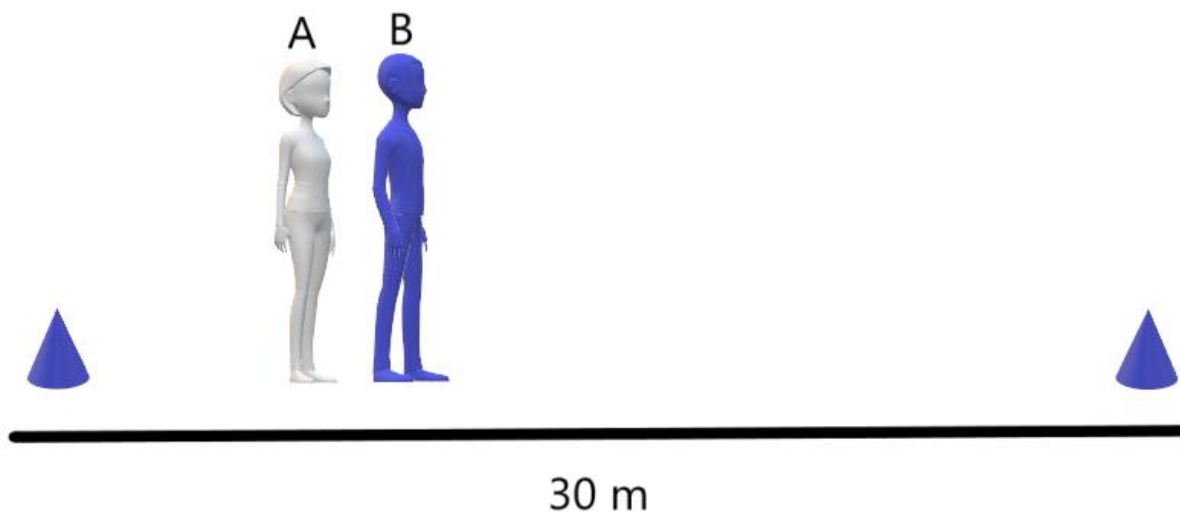
Figura 16 – Procedimentos do teste de caminhada de 10 metros



O sujeito (B) deambulou 14 metros, sendo os dois primeiros (C) a fase de aceleração da marcha, 10 metros do teste e os dois metros finais (D) a fase de desaceleração da marcha. O pesquisador (A) informou ao sujeito para caminhar a velocidade mais rápida, com segurança e sem correr.

## APÊNDICE 5 – Teste de marcha de 30 segundos em tarefa simples e dupla tarefa

Figura 17 – Procedimentos do teste de caminhada de 10 metros

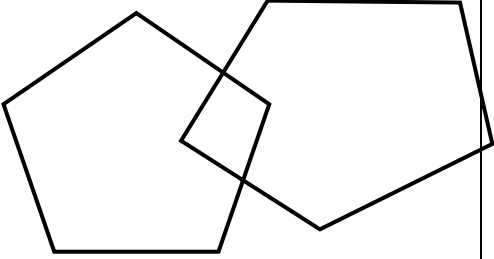


A pesquisadora (A) pediu para o sujeito (B) deambular na velocidade mais rápida, sem correr e com segurança por 30 segundos. Usou-se um corredor de 30 metros e se necessário, dar a volta até completar o tempo. Durante a dupla tarefa, o mesmo procedimento anterior foi executado em adição o sujeito deveria falar palavras que começassem com F-A-S (fluência verbal fonológica) enquanto deambulava. O avaliador deverá instruir os indivíduos a não evocarem nomes próprios nem palavras derivadas e/ou com diferentes conjugações verbais, por exemplo, Ana – Anápolis; amar – amando - amava. A pesquisadora ficou próxima e posterior ao paciente para a gravação do áudio das palavras ditas.

# **ANEXOS**

## ANEXO 1 – Critérios de Inclusão

### Mini-Exame do Estado Mental

Orientação	
___/ 5 pont	Em que ano, dia/semana, dia/mês, mês e hora aproximada que estamos?
___/ 5 pont	Em que local específico (andar/setor), instituição (residência, hospital, clínica), bairro ou rua próxima, cidade e estado estamos?
Memória Imediata	
___/ 3 pont	REPITA AS PALAVRAS: <b>VASO, CARRO, JANELA</b>
Atenção e Cálculo	
___/ 5 pont	Subtrair: 100-7 (5 tentativas: 93-86-79-72-65)  Alternativamente, soletrar <b>MUNDO</b> de trás para frente
Evocação	
___/ 3 pont	Repita as palavras ditas anteriormente
Linguagem	
___/ 2 pont	Nomear <b>relógio e caneta</b>
___/ 1 pont	Repetir: <b>“Nem aqui, nem ali, nem lá”</b>
___/ 3 pont	Siga as instruções: <b>“Pegue este papel com a mão direita, dobre ao meio e jogue no chão”</b>
___/ 1 pont	Ler e obedecer: <b>“Feche os olhos”</b>
___/ 1 pont	Escreva uma frase
___/ 1 pont	Copie o desenho  
<b>TOTAL:</b> _____ / 30 pontos	

Fonte: Folstein et al, 1975

**TESTE VISUAL:** ( ) APTO ( ) INAPTO

**ESCOLARIDADE:** \_\_\_\_\_ ANOS

**HOEHN & YAHR:** \_\_\_\_\_

### Escala de Depressão Geriátrica de Yesavage – versão reduzida (GDS-15)

- 1- **Você está satisfeito com a sua vida?**  
 Sim                       Não
  
- 2- **Você deixou de lado muitos de suas atividades e interesses?**  
 Sim                       Não
  
- 3- **Você sente que sua vida está vazia?**  
 Sim                       Não
  
- 4- **Você sente-se aborrecido com frequência?**  
 Sim                       Não
  
- 5- **Está você de bom humor na maioria das vezes?**  
 Sim                       Não
  
- 6- **Você teme que algo de ruim lhe aconteça?**  
 Sim                       Não
  
- 7- **Você se sente feliz na maioria das vezes?**  
 Sim                       Não
  
- 8- **Você se sente frequentemente desamparado?**  
 Sim                       Não
  
- 9- **Você prefere permanecer em casa do que sair e fazer coisas novas?**  
 Sim                       Não
  
- 10- **Você sente que tem mais problemas de memória que antes?**  
 Sim                       Não
  
- 11- **Você pensa que é maravilhoso estar vivo?**  
 Sim                       Não
  
- 12- **Você se sente inútil?**  
 Sim                       Não
  
- 13- **Você se sente cheio de energia?**  
 Sim                       Não
  
- 14- **Você sente que sua situação é sem esperança?**  
 Sim                       Não
  
- 15- **Você pensa de que a maioria das pessoas estão melhores do que você?**  
 Sim                       Não

## ANEXO 2 – Escala de Hoehn & Yahr

**Quadro** – Estágios e características da Doença de Parkinson

<b>Estágios</b>	<b>Características</b>
<b>0</b>	Nenhum sinal da doença
<b>1</b>	Doença unilateral
<b>2</b>	Doença bilateral sem déficit de equilíbrio
<b>3</b>	Doença bilateral leve a moderada; alguma instabilidade postural ou Capacidade de viver independente
<b>4</b>	Incapacidade grave, ainda capaz de caminhar ou permanecer de pé sem ajuda
<b>5</b>	Confinado à cama ou cadeira de rodas a não ser que receba ajuda

**Fonte:** SCHENKMAN et al., 2001.



### ANEXO 3 - Inventário de Ansiedade de Beck

Nome: \_\_\_\_\_ Avaliação \_\_\_\_\_ Data: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

Abaixo está uma lista de sintomas comuns de ansiedade. Por favor, leia cuidadosamente cada item da lista. Identifique o quanto você tem sido incomodado por cada sintoma durante a **última semana, incluindo hoje**, colocando um "x" no espaço correspondente, na mesma linha de cada sintoma.

	Absolutamente não	Levemente Não me incomodou muito	Moderadamente Foi muito desagradável mas pude suportar	Gravemente Dificilmente pude suportar
1. Dormência ou formigamento				
2. Sensação de calor				
3. Tremores nas pernas				
4. Incapaz de relaxar				
5. Medo que aconteça o pior				
6. Atordoado ou tonto				
7. Palpitação ou aceleração do coração				
8. Sem equilíbrio				
9. Aterrorizado				
10. Nervoso				
11. Sensação de sufocação				
12. Tremores nas mãos				
13. Trêmulo				
14. Medo de perder o controle				
15. Dificuldade de respirar				
16. Medo de morrer				
17. Assustado				
18. Indigestão ou desconforto no abdômen				
19. Sensação de desmaio				
20. Rosto afogueado				
21. Suor (não devido ao calor)				

## ANEXO 4 - Teste de Fluência Verbal Semântica



### Teste de Fluência Semântica

Nome: \_\_\_\_\_

Data 1: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

Data 2: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

#### Categoria "Animais"

#### Categoria "Frutas"

<p>Fale todos os animais que você conseguir falar, vale qualquer tipo de bicho. Obs. quando são lembrados animais cuja denominação de gênero é semelhante (gato e gata) um deles não é pontuado, mas quando a denominação é diferente (cavalo e égua) vale.  <b>Tempo: 1 minuto. Indicar palavras faladas em 30"</b></p>	<p>Fale todas as frutas que você conseguir falar, vale qualquer tipo de fruta.  <b>Tempo: 1 minuto. Indicar palavras faladas em 30"</b></p>
1.	1.
2.	2.
3.	3.
4.	4.
5.	5.
6.	6.
7.	7.
8.	8.
9.	9.
10.	10.
11.	11.
12.	12.
13.	13.
14.	14.
15.	15.
16.	16.
17.	17.
18.	18.
19.	19.
20.	20.
21.	21.
22.	22.
23.	23.
24.	24.
25.	25.
26.	26.
27.	27.
28.	28.
29.	29.
<b>Total de Nomes de Animais: _____</b>	<b>Total de Nomes de Frutas: _____</b>

## ANEXO 5 – Subteste dos Dígitos (WAIS – III)



### Subteste dos Dígitos (WAIS-III)

Nome: \_\_\_\_\_ Data: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

"Eu vou lhe dizer alguns números. Escute cuidadosamente e quando eu acabar, você deve repeti-los na mesma ordem".

#### Parte A - Dígitos Ordem Direita

Item	Tentativa / Respostas	Pontos itens 0 ou 1
1.1	1-7	
1.2	6-3	
2.1	5-8-2	
2.2	6-9-4	
3.1	6-4-3-9	
3.2	7-2-8-6	
4.1	4-2-7-3-1	
4.2	7-5-8-3-6	
5.1	6-1-9-4-7-3	
5.2	3-9-2-4-8-7	
6.1	5-9-1-7-4-2-8	
6.2	4-1-7-9-3-8-6	
7.1	3-8-2-9-5-1-7-4	
7.2	5-8-1-9-2-6-4-7	
	Total	

#### Dígitos Ordem Inversa

Item	Tentativa / Respostas	Pontos itens 0 ou 1
1.1	2-4	
1.2	5-7	
2.1	4-1-5	
2.2	6-2-9	
3.1	3-2-7-9	
3.2	4-9-6-8	
4.1	1-5-2-8-6	
4.2	6-1-8-4-3	
5.1	5-3-9-4-1-8	
5.2	7-2-4-8-5-6	
6.1	8-1-2-9-3-6-5	
6.2	4-7-3-9-1-2-8	
	Total	

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

"Agora eu vou dizer mais alguns números, mas desta vez, quando eu parar, quero que você os repita na ordem inversa. Por exemplo, se eu disser 7 - 1 - 9, o que você deverá dizer?"

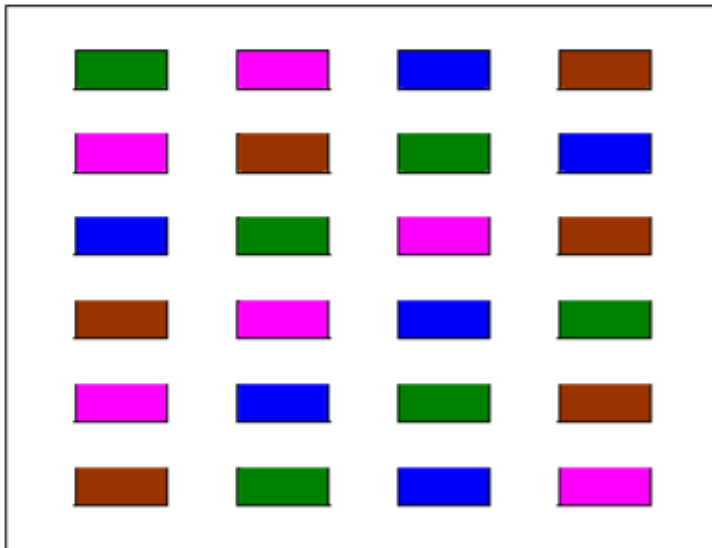
#### Parte B - Dígitos Ordem Direita

Item	Tentativa / Respostas	Pontos itens 0 ou 1
1.1	1-7	
1.2	6-3	
2.1	6-2-9	
2.2	3-7-5	
3.1	5-4-1-7	
3.2	8-3-9-6	
4.1	3-6-9-2-5	
4.2	6-9-4-7-1	
5.1	9-1-8-4-2-7	
5.2	6-3-5-4-8-2	
6.1	1-2-8-5-3-4-6	
6.2	2-8-1-4-9-7-5	
7.1	3-8-2-9-5-1-7-4	
7.2	5-9-1-8-2-6-4-7	
	Total	

#### Dígitos Ordem Inversa

Item	Tentativa / Respostas	Pontos itens 0 ou 1
1.1	5-1	
1.2	3-8	
2.1	4-9-3	
2.2	5-2-6	
3.1	3-8-1-4	
3.2	1-7-9-5	
4.1	6-2-9-7-2	
4.2	4-8-5-2-7	
5.1	7-1-5-2-8-6	
5.2	8-3-1-9-6-4	
6.1	4-7-3-9-1-2-8	
6.2	8-1-2-9-3-6-5	
	Total	

## ANEXO 6 – Stroop Test Color



Cartão 1 de cores



Cartão 2 de palavras coloridas



Cartão 3 de nomes de cores

## ANEXO 7 – Parecer do Comitê de Ética em pesquisa

UNB - FACULDADE DE  
CEILÂNDIA DA UNIVERSIDADE  
DE BRASÍLIA



### PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

#### DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

**Título da Pesquisa:** Usabilidade, aplicabilidade e potencial terapêutico de diferentes sistemas de realidade virtual em pacientes com lesões neurológicas, reumatológicas e ortopédicas

**Pesquisador:** Josevan Cerqueira Leal

**Área Temática:**

**Versão:** 2

**CAAE:** 68491017.4.0000.8093

**Instituição Proponente:** Faculdade de Ceilândia

**Patrocinador Principal:** Financiamento Próprio

#### DADOS DO PARECER

**Número do Parecer:** 2.109.826

#### Apresentação do Projeto:

Os sistemas de realidade virtual são utilizados como ferramenta de reabilitação, porém mais pesquisas são necessárias a fim de estabelecer indicações, contraindicações e precauções. Há sistemas de realidade virtual imersivos (como o Samsung Gear VR®) e não imersivos. Os sistemas imersivos permitem "uma interface avançada que permite uma experiência tridimensional, imersiva e interativa com um ambiente gerado por computador, em tempo real". O potencial uso benéfico/ terapêutico em pacientes neurológicos, reumatológicos e ortopédicos será objetos de estudo no presente trabalho, bem como identificar efeitos colaterais.

#### Objetivo da Pesquisa:

Segundo os autores:

"O objetivo principal deste estudo é avaliar o uso de ambientes virtuais imersivos e não-imersivos em pacientes neurológicos, reumatológicos e ortopédicos focando na sua usabilidade, aplicabilidade, efeitos colaterais e no seu potencial terapêutico."

Os objetivos específicos são:

Endereço: UNB - Prédio da Unidade de Ensino e Docência (UED), Centro Metropolitano, conj. A, lote 01, Sala AT07/06  
Bairro: CEILÂNDIA SUL (CEILÂNDIA) CEP: 72.220-900  
UF: DF Município: BRASÍLIA  
Telefone: (61)3376-0437 E-mail: cep.foe@gmail.com

Continuação do Parecer: 2.109.828

2. Avaliar o potencial terapêutico desses sistemas em diferentes indivíduos com características clínicas e cognitivas diferentes.\*

**Avaliação dos Riscos e Benefícios:**

Os riscos são de frustração e desânimo para o participante que não conseguir bom desempenho. Para minimizar esses riscos os testes serão individuais.

Há risco também, já previsto pela revisão bibliográfica, de desconforto e cansaço e será minimizado pelo descanso entre os testes e avaliações propostos no projeto.

Os benefícios descritos são "possível melhora de curto e longo prazos do equilíbrio, da marcha e/ou da cognição dos participantes submetidos ao treinamento com uso dos diferentes sistemas de realidade virtual."

**Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:**

Trata-se de um projeto de ensaio clínico randomizado liderado pelos Dr. Josevan Cerqueira Leal e Dr. Felipe Augusto dos Santos Mendes, professores do curso de Fisioterapia da FCE-UnB. Serão recrutados 60 participantes para o projeto. A população alvo corresponde a paciente diagnosticados com Doença de Parkinson, Acidente Vascular Encefálico, Lesão Medular, Dor Crônica, Esclerose Múltipla ou doenças degenerativas articulares e um grupo controle, contendo pessoas saudáveis.

Os participantes serão divididos em quatro grupos: Nintendo Wii®; Xbox Kinect®; realidade virtual imersiva; ou controle.

**Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:**

Todos os documentos de apresentação obrigatória foram adequadamente apresentados.

**Recomendações:**

Não há recomendações.

**Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:**

Não há pendências.

**Considerações Finais a critério do CEP:**

Protocolo de pesquisa em consonância com a Resolução 466/12 do Conselho Nacional de Saúde. Cabe ressaltar que compete ao pesquisador responsável: desenvolver o projeto conforme delineado; elaborar e apresentar os relatórios parciais e final; apresentar dados solicitados pelo CEP ou pela CONEP a qualquer momento; manter os dados da pesquisa em arquivo, físico ou digital, sob sua guarda e responsabilidade, por um período de 5 anos após o término da pesquisa; encaminhar os resultados da pesquisa para publicação, com os devidos créditos aos

UNB - FACULDADE DE  
CEILÂNDIA DA UNIVERSIDADE  
DE BRASÍLIA



Continuação do Parecer: 2.109.826

pesquisadores associados e ao pessoal técnico integrante do projeto; e justificar fundamentadamente, perante o CEP ou a CONEP, interrupção do projeto ou a não publicação dos resultados.

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_899616.pdf	31/05/2017 14:56:48		Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	Projeto_CEP_Final.docx	31/05/2017 14:56:23	Josevan Cerqueira Leal	Aceito
Outros	carta_para_encaminhamento_de_pendencias.doc	31/05/2017 14:55:41	Josevan Cerqueira Leal	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE_GRUPO_EXPERIMENTAL.docx	31/05/2017 14:55:04	Josevan Cerqueira Leal	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE_GRUPO_CONTROLE.docx	31/05/2017 14:54:57	Josevan Cerqueira Leal	Aceito
Outros	Carta_de_encaminhamento.pdf	17/05/2017 09:35:01	Josevan Cerqueira Leal	Aceito
Outros	Lattes_Felipe.pdf	17/05/2017 09:33:02	Josevan Cerqueira Leal	Aceito
Outros	Lattes_Josevan.pdf	17/05/2017 09:32:43	Josevan Cerqueira Leal	Aceito
Outros	Termo_concordancia_proponente.pdf	17/05/2017 09:31:50	Josevan Cerqueira Leal	Aceito
Cronograma	Cronograma.doc	17/05/2017 09:30:38	Josevan Cerqueira Leal	Aceito
Folha de Rosto	Folha_de_rosto.pdf	17/05/2017 09:21:42	Josevan Cerqueira Leal	Aceito
Declaração de Pesquisadores	Termo_de_responsabilidade.pdf	12/04/2017 11:28:38	Josevan Cerqueira Leal	Aceito

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

Endereço: UNB - Prédio da Unidade de Ensino e Docência (UED), Centro Metropolitano, conj. A, lote 01, Sala AT07/66  
Bairro: CEILÂNDIA SUL (CEILÂNDIA) CEP: 72.220-900  
UF: DF Município: BRASÍLIA  
Telefone: (61)3376-0437 E-mail: cep.foe@gmail.com

UNB - FACULDADE DE  
CEILÂNDIA DA UNIVERSIDADE  
DE BRASÍLIA



Continuação do Parecer: 2.109.828

BRASILIA, 08 de Junho de 2017

---

Assinado por:  
Dayani Galato  
(Coordenador)

Endereço: UNB - Prédio da Unidade de Ensino e Docência (UED), Centro Metropolitano, conj. A, lote 01, Sala AT07/06  
Bairro: CEILÂNDIA SUL (CEILÂNDIA) CEP: 72.220-000  
UF: DF Município: BRASÍLIA  
Telefone: (61)3376-0437 E-mail: cep.foe@gmail.com