

UNIVERSIDADE PRESBITERIANA MACKENZIE

NATÁLIA REGINA KINTSCHNER

**EFEITOS DE UM PROGRAMA DE GAMETERAPIA CONTROLADA POR LEAP
MOTION NA FUNÇÃO MANUAL DE ADULTOS COM PARALISIA CEREBRAL**

São Paulo
2020

NATÁLIA REGINA KINTSCHNER

**EFEITOS DE UM PROGRAMA DE GAMETERAPIA CONTROLADA POR LEAP
MOTION NA FUNÇÃO MANUAL DE ADULTOS COM PARALISIA CEREBRAL**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Distúrbios do Desenvolvimento da Universidade Presbiteriana Mackenzie, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Distúrbios do Desenvolvimento.

Orientadora: Profa. Dra. Silvana Maria Blascovi-Assis
Coorientadora: Profa. Dra. Ana Grasielle Dionísio Corrêa

São Paulo
2020

Folha de Identificação da Agência de Financiamento



Autor: Natália Regina Kintscher

Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu* em Distúrbios do Desenvolvimento

Título do Trabalho: EFEITOS DE UM PROGRAMA DE GAMETERAPIA CONTROLADA POR LEAP MOTION NA FUNÇÃO MANUAL DE ADULTOS COM PARALISIA CEREBRAL

O presente trabalho foi realizado com o apoio de ¹:

- CAPES - Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
- CNPq - Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico
- FAPESP - Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo
- Instituto Presbiteriano Mackenzie/Isenção integral de Mensalidades e Taxas
- MACKPESQUISA - Fundo Mackenzie de Pesquisa
- Empresa/Indústria: ██████████
- Outro: ██████████

¹ **Observação:** caso tenha usufruído mais de um apoio ou benefício, selecione-os.



NATÁLIA REGINA KINTSCHNER

EFEITOS DE UM PROGRAMA DE GAMETERAPIA COM SENSOR LEAP
MOTION NA FUNÇÃO MANUAL DE ADULTOS COM PARALISIA CEREBRAL

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Distúrbios do Desenvolvimento da Universidade Presbiteriana Mackenzie, como requisito parcial à obtenção de título de Mestre em Distúrbios do Desenvolvimento.

Aprovada em 04 de fevereiro de 2020.

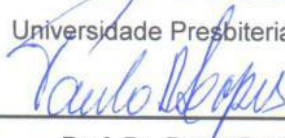
BANCA EXAMINADORA



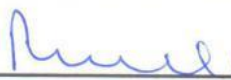
Prof.^a Dr.^a Silvana Maria Blascovi-Assis
Universidade Presbiteriana Mackenzie



Prof.^a Dr.^a Ana Grasielle Dionísio Corrêa
Universidade Presbiteriana Mackenzie



Prof. Dr. Paulo Batista Lopes
Universidade Presbiteriana Mackenzie



Prof.^a Dr.^a Regina C. Turolla de Souza
Pontifícia Universidade Católica de Campinas

AGRADECIMENTOS

Durante esses dois anos de mestrado, de muito empenho e estudo, gostaria de agradecer as pessoas que foram fundamentais para que esse sonho se realizasse.

Primeiramente, agradeço a Deus por todas as oportunidades concedidas em minha vida e por guiar meus passos diariamente. Sem Ele nada teria.

Minha eterna gratidão a Prof. Dra. Silvana Maria Blascovi-Assis, que me recebeu com muito carinho desde a primeira entrevista e acreditou em mim. Sua orientação, sua dedicação, seu profissionalismo tão humano foram essenciais para que esse projeto se tornasse possível. Todo esse suporte dado com muito amor e atenção gerou uma grande amizade que levo comigo para a vida toda.

A minha co-orientadora Prof. Dra. Ana Grasielle Dionísio Corrêa por todo ensinamento passado, com tanta maestria, paciência e cuidado. Agradeço por me receber em uma área nova e por me co-orientar com tamanha competência. Os frutos dessa parceria só trouxeram grandes alegrias para a minha vida.

Ao Laboratório de Computação Visual da Faculdade de Computação e Informática pela elaboração dos jogos e por todo suporte técnico. Aos meninos, em especial ao Victor e Marco e toda a equipe que disponibilizou seu tempo para esse projeto.

A Paloma Sena Ferreira Figueiredo pelo companheirismo e ajuda durante as coletas.

A Raquel Cymrot pela atenção e cuidado com as análises estatísticas.

A Associação Nosso Sonho, especialmente a Karina e Suely por toda atenção dada a mim e pela confiança em abrirem as portas para a realização desse projeto. Ao pessoal do blog que aceitou com tamanha boa vontade participar dessa pesquisa. Levarei todos sempre em meu coração.

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - CAPES pelo apoio financeiro (código de financiamento 001).

Aos funcionários da secretaria do PPG/DD, em especial à Daniele, por todo o apoio

durante essa jornada.

Aos Professores Doutores Paulo Batista Lopes e Regina Tuolla pelas valiosas contribuições durante a banca de qualificação desse projeto.

Aos meus pais, Ricardo Idê Kintschner e Miriam Regina Ferro Kintschner, pela criação imprescindível que me deram, repleta de amor e guiada pelo caminho do bem. Graças a ela, hoje posso celebrar mais essa conquista. Agradeço por sempre apoiarem minhas escolhas e nunca medirem esforços em me proporcionar o melhor, principalmente em minha carreira. Meus pais são meu alicerce e os responsáveis pela coragem que tenho em encarar qualquer desafio encontrado ao longo da vida. A minha irmã, Flávia Regina Kintschner Cruger, em quem eu me inspiro desde criança em como ser uma mulher forte e determinada. Sigo minha vida em cima dos valores que eles três me passaram, pois eles são tudo aquilo que quero me tornar.

Aos meus avós, Suely Filippi Kintschner por desde criança cuidar de mim com tanto carinho e afeto, Davina Marquesim Ferro por todos os ensinamentos de vida passados e essa dissertação em especial aos meus avôs, Idê Kintschner e Luíz Ferro aqueles com quem eu gostaria muito de compartilhar esse momento e que mesmo não estando presentes fisicamente, foram em muitas vezes, minha força e meus melhores ouvintes.

Enfim, agradeço aos meus amigos, os de longa data, por compreenderem minha ausência e permanecerem ao meu lado. Aos novos amigos, Tatiana, Lara, Tércia e todos aqueles que caminharam comigo nessa jornada, por tantos momentos que dividimos juntos em uma mistura de emoções, que foram extremamente gratificantes e válidas, pois nos trouxeram até aqui.

RESUMO

O objetivo desse estudo foi avaliar os efeitos de um programa terapêutico com uso de jogos de Realidade Virtual (RV) controlados pelo sensor Leap Motion Controller (LMC) na função manual de adultos com Paralisia Cerebral (PC) e a usabilidade do sistema proposto para reabilitação motora. Os jogos permitem desenvolver habilidades de destreza manual e podem ser utilizados de modo imersivo (versão headset) e não-imersivo (versão desktop). Participaram do estudo cinco pessoas com PC, acima dos 18 anos, com quadros de paresia em membros superiores, classificados como níveis II, III e IV pela escala de Classificação da Habilidade Manual (MACs) e III e IV pelo Sistema de Classificação da Função Motora Grossa (GMFCS). A função manual foi avaliada antes do início do programa de jogos, na oitava sessão e ao final da intervenção pelo Teste de Caixa e Blocos (TCB) e pelo Teste de Função Manual Jebsen-Taylor (TFMJT), que são medidas amplamente usadas na literatura para quantificar tarefas motoras que envolvem habilidades diversas em tempo de execução. Para a medida de força de preensão palmar foi realizada a dinamometria. O programa proposto constou de 15 sessões em frequência de duas vezes na semana, em uma Associação de atendimento às pessoas com PC na cidade de São Paulo. Não foram encontrados resultados com significância com valor de $p \leq 0,05$ para as avaliações de força de preensão e nas tarefas do TFMJT, o que indica estabilidade do quadro. No TCB houve resultado significativo para a mão não dominante ($p=0,030$) e foi observada tendências de melhora sem confirmação estatística para mão dominante, com valores crescentes nas três avaliações. Alguns jogos mostraram-se mais motivadores e por meio de depoimentos, os participantes demonstraram satisfação e sugeriram mudanças técnicas para melhorar a usabilidade. Recursos terapêuticos motivadores devem ser considerados na terapia de adultos com PC.

Palavras-Chave: Paralisia Cerebral; Realidade Virtual; Leap Motion.

ABSTRACT

The purpose of this study was to evaluate the effects of a therapeutic program using Virtual Reality games (VR) controlled by Leap Motion Controller sensor (LMC) on the manual function of adults with Cerebral Palsy (CP) and the usability of the proposed system for motor rehabilitation. The games allow you to develop manual dexterity skills and can be used immersively (headset version) and non-immersive (desktop version). The study included five people with CP, over 18 years old, with upper limb paresis, classified as levels II, III and IV by the Manual Skill Classification scale (MACs) and III and IV by the Motor Function Classification System (GMFCS). The manual function was evaluated before the start of the game program, at the eighth session and at the end of the intervention by the Box and Block Test (TCB) and the Jebsen-Taylor Manual Function Test (TFMJT), which are measures widely used in the literature to quantify motor tasks that involve diverse skills at runtime. To measure the handgrip strength, the dynamometry was performed. The proposed program consisted of 15 sessions, twice a week, in a PC Care Association in the city of São Paulo. No significant results were found with $p \leq 0.05$ values for grip strength assessments and TFMJT tasks, which indicates stability of the disease. In TCB there was a significant result for the non-dominant hand ($p = 0.030$) and improvement trends were observed without statistical confirmation for the dominant hand, with increasing values in the three evaluations. Some games were more motivating and through testimonials, participants showed satisfaction and suggested technical changes to improve usability. Motivating therapeutic resources should be considered in adult CP therapy.

Keywords: Cerebral Palsy; Virtual reality; Leap Motion.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 Leap Motion	21
Figura 2 Leap Motion não imersivo e imersivo	21
Figura 3 Jogo Mercearia	31
Figura 4 Jogo Nave Espacial	31
Figura 5 Jogo Bloquinhos	32
Figura 6 Jogo Labirinto	32
Quadro 1 Plano de Gameterapia	33
Figura 7 AppTerapia	34
Quadro 2 Perfil dos Participantes do Estudo	38
Gráfico 1 Medianas para TCB/MD	43
Gráfico 2 Medianas para TCB/MND	43
Gráfico 3 Medianas para TFMJB.....	46

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 Dados Brutos TCB e Dinamometria.....	41
Tabela 2 Dados Brutos TFMJB.....	41
Tabela 3 Média de nota para cada jogo em cada sessão.....	49

LISTA DE ABREVIATURAS

PC -	Paralisia Cerebral
RV-	Realidade Virtual
GMFCS -	Sistema de Classificação da Função Motora Grossa
MACS -	Manual Ability Classification System
LMC -	Leap Motion Controller
TBC -	Teste Caixa e Blocos
TFMJ -	Teste de Função Manual Jebsen-Taylor
MD -	Mão Dominante
MND -	Mão Não Dominante

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	13
1.1. Reabilitação da Função Manual	16
1.2. Realidade Virtual	17
1.3. Leap Motion	20
1.4. Realidade Virtual como Intervenção na PC	22
1.5. Proposta de medição de um Sistema de Avaliação Motora	25
2. OBJETIVO DO ESTUDO	28
2.1. Geral	28
2.2. Específicos	28
3. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	29
3.1. Participantes e Local de Pesquisa	29
3.2. Procedimentos	30
3.3. Análise dos dados	37
4. RESULTADOS E DISCUSSÕES	38
4.1. Estudo Piloto	38
4.2. Análises Estatísticas do Programa de Intervenção	40
4.2.1 Destreza manual pelo teste Caixa e Blocos	42
4.2.2 Preensão Manual por Dinamometria	44
4.2.3 Função Manual pelo TFMJB	45
4.3. Análise qualitativa dos depoimentos	47
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	52
6. REFERÊNCIAS	53
7. ANEXOS	61

1. INTRODUÇÃO

A Paralisia Cerebral (PC) se caracteriza por ser uma encefalopatia crônica não progressiva, cuja seqüela motora pode comprometer diversas funções. É uma condição caracterizada por distúrbios do movimento e da postura, causando limitações nas atividades motoras que são atribuídas a distúrbios que ocorrem no encéfalo em desenvolvimento (ROSENBAUM et al., 2007; GRAHAM et al., 2016).

A lesão debilita de forma variável a coordenação da ação muscular, resultando na incapacidade da criança em manter posturas e realizar movimentos normais, podendo com o decorrer do tempo, ter mudanças em suas manifestações clínicas (MENEZES et al., 2017). Pode estar associada ou não a outras alterações no desenvolvimento, tais como o comprometimento auditivo ou visual, dificuldades de comunicação e linguagem e/ou déficits cognitivos (ROSENBAUM et al., 2007).

Pesquisadores relutam em atribuir as causas a casos individuais de PC, eles acreditam que, na maioria dos casos, diversos fatores determinantes podem ser relevantes (ASSIS-MADEIRA; CARVALHO, 2009). Entre esses fatores, incluem-se os pré-natais, que são referentes, por exemplo, a infecções congênitas e falta de oxigenação, os fatores perinatais como anóxia neonatal e eclampsia e os fatores pós-natais que incluem infecções, traumas, entre outros (BRASIL, 2014).

Em países desenvolvidos, estima-se que a incidência da PC seja de uma criança a cada 1.000 nascidos vivos (KOCH et al., 2015). Em contrapartida, nos países subdesenvolvidos a incidência é maior, com um índice de sete crianças por 1.000 nascidos vivos (KOCH et al., 2015; ZANINI et al., 2009). No Brasil, não há estudos conclusivos a respeito e a incidência depende do critério diagnóstico de cada estudo, sendo assim, presume-se uma incidência elevada devido aos poucos cuidados com as gestantes (BRASIL, 2014).

A PC pode ser classificada em espástica, discinética, atáxica, hipotônica ou mista (STARK et al., 2016). Essas denominações são as mais comuns na literatura, embora, de acordo com ROSENBAUM et al. (2007), seja sugerida a denominação de lesão unilateral (classificadas comumente como monoplégicas e hemiplégicas) e bilateral (referente às diplégicas, triplégicas, quadri/tetraplégicas e com dupla hemiplegia).

A PC espástica caracteriza-se pela presença de tônus elevado e é ocasionada por uma

lesão no sistema piramidal. A espasticidade é predominante em crianças cuja PC é consequente do nascimento pré-termo. A PC discinética caracteriza-se por movimentos atípicos mais evidentes quando o paciente inicia um movimento voluntário produzindo movimentos e posturas atípicos. Engloba a distonia, a coreoatetose e é ocasionada por lesão do sistema extrapiramidal. Essa forma é frequente nas crianças nascidas a termo. Já a forma atáxica caracteriza-se por um distúrbio da coordenação dos movimentos em razão da dissinergia, apresentando, usualmente, marcha com aumento da base de sustentação e tremor intencional. É ocasionada por uma disfunção no cerebelo e também é frequente em crianças nascidas a termo (BRASIL, 2014; ROSENBAUM et al., 2007).

A PC pode ser classificada, ainda, pelo Sistema de Classificação da Função Motora Grossa (*Gross Motor Function Classification System - GMFCS*) que foi criado com a finalidade de facilitar e uniformizar a avaliação do grau de acometimento motor em crianças com PC e foi traduzido e adaptado transculturalmente para o Brasil (HIRATUKA; MATSUKUR; PFEIFER., 2010). O Sistema GMFCS para PC é baseado no movimento iniciado voluntariamente, com ênfase no sentar, transferências e mobilidade. As distinções são baseadas nas limitações funcionais, na necessidade de dispositivos manuais para mobilidade ou mobilidade sobre rodas, e em menor grau, na qualidade do movimento (ROSENBAUM et al., 2007). O sistema de classificação GMFCS está disponível para quatro faixas etárias de crianças e jovens: 2 a <4 anos, 4 a <6 anos, 6 a <12 anos e 12 a 18 anos. Todavia, embora não seja validado para adultos, apresenta-se como um bom preditor de mobilidade para este público, especialmente nos níveis mais leves e mais graves, podendo ser usado por ser facilmente compreendido por pessoas com paralisia cerebral, suas famílias e prestadores de cuidados e profissionais de saúde (BROMHAM et al., 2019)

As crianças são classificadas em cinco níveis e a classificação da função motora depende da idade. Existem quatro grupos etários, divididos em crianças menores de dois anos, entre dois e quatro anos, entre quatro e seis e entre seis e doze anos. No entanto, em 2007 essa classificação foi complementada, criando assim a versão expandida da escala, que incluiu o quinto grupo de doze a dezoito anos, com ênfase em conceitos inerentes a Classificação Internacional de Funcionalidade, Incapacidade e Saúde (ASSIS-MADEIRA; CARVALHO, 2009; ROSENBAUM et al., 2007).

O curso natural da PC mudou bastante durante os últimos 50 anos. Estudos em vários países têm demonstrado que a expectativa de vida de indivíduos com PC tem aumentado,

acompanhando o aumento do número de pessoas da população que chegarão à terceira idade nos próximos anos (MENDES et al., 2018; SAAD, 2019). Considerando esses dados, são necessárias políticas públicas que visem o melhor e maior acesso às informações sobre pessoas com necessidades especiais, como a PC. É importante ressaltar a necessidade da elaboração de programas de treinamento físicos específicos dentro das deficiências e limitações encontradas em indivíduos com PC na fase adulta (MARGRE; REIS; MORAIS, 2010; STRAUSS et al., 2008).

Considerando as necessidades e os déficits específicos de pessoas com PC, é essencial que as avaliações utilizadas para medir as habilidades dessa população sejam alinhadas com precisão. Como a PC é uma condição complexa que afeta vários domínios funcionais, usar mais de uma avaliação permite que os pesquisadores abordem as múltiplas necessidades desses indivíduos (PETERS et al., 2019).

Para Kim (2016) tratar as alterações de movimento e postura desta população, representa que as abordagens básicas de reabilitação com foco no neurodesenvolvimento, como intervenção precoce, treinamento de tarefa motora grossa, treinamento direcionado ao tronco, entre outros, quando combinadas, mostram resultados promissores. Outras técnicas, como o uso de biofeedback visual, Realidade Virtual (RV), terapias assistidas por robô e computador também estão expandindo o campo de tratamento dessa população (SILVA; VALENCIANO; FUJISAWA, 2017) , além do uso de toxina botulínica e terapias com células-tronco, sendo esta, um marco na mudança do paradigma terapêutico básico.

Programas de reabilitação para pessoas com PC devem contar com a intervenção de uma equipe multidisciplinar, contribuindo para a minimização das dificuldades apresentadas pelos indivíduos, aprimorando seu desempenho em atividades práticas da vida diária, para que o paciente possa superar suas limitações e adquirir maior autonomia (ARAKAKI et al., 2012).

Para a reabilitação neurológica ser bem sucedida é importante, entre outros fatores, que os pacientes participem ativamente de sessões terapêuticas, sendo desafiados, motivados e recompensados (GERBER et al., 2016). A motivação é fundamental para que os pacientes aceitem e perdurem no programa, possibilitando o alcance de resultados positivos (JUNIOR et al., 2011).

As atividades que envolvem aspectos lúdicos podem ser consideradas como facilitadoras e mediadoras do tratamento, uma vez que são mais eficazes do ponto de vista motivacional. Em estudo de revisão de literatura sobre estratégias lúdicas em fisioterapia,

foram selecionados 15 artigos, entre os quais, nove (60%) utilizaram os jogos eletrônicos e a RV como recurso terapêutico na fisioterapia pediátrica, reforçando o potencial dessa estratégia (SILVA; VALENCIANO; FUJISAWA, 2017).

Outro estudo de revisão integrativa, realizado por PERES et al. (2018) sobre estratégias lúdicas na reabilitação motora de crianças com PC trouxe também como resultado que os videogames e os jogos de computador foram as estratégias mais utilizadas e discutidas na literatura. Concluiu que a incorporação do lúdico no tratamento dessa população pode favorecer o ganho e a melhora nas habilidades motora, tornando o tratamento mais dinâmico e eficaz, além de melhorar a relação terapeuta-paciente.

1.1 Reabilitação da função Manual

Entre os diversos acometimentos que podem prejudicar o desempenho motor das pessoas com PC encontram-se as habilidades manuais.

A extremidade superior consiste em complexo do ombro, cotovelo e componentes manuais. Embora o ombro forneça estabilidade, os componentes da mão são projetados para fazer as atividades motoras finas (RATHINAM et al., 2019). Portanto, as alterações de tônus, postura e movimento características da PC podem interferir não apenas na obtenção de marcos motores básicos, mas também com o desempenho de atividades de vida diária, como tomar banho, comer e caminhar em ambientes variados (DOMENECH et al., 2016). A mão é uma ferramenta criativa e serve como um meio para a comunicação não verbal. É capaz de executar movimentos muito finos e sensíveis para manipular objetos pequenos com rapidez e precisão, principalmente usando as extremidades distais dos dedos (CORRÊA et al., 2019).

Programas de exercícios de terapia da mão são geralmente pouco interessantes e repetitivos e o paciente nem sempre está motivado para realizá-los (REICHARDT; ELNAGGAR, 2016). Além disso, às vezes, requer terapia em longo prazo para restaurar a funcionalidade total da mão, o que em muitos casos se torna um processo tedioso e exaustivo (ALIMANOVA et al., 2017; MONTEIRO-JUNIOR et al., 2011; SKIRVEN et al., 2011). Muitas vezes, os pacientes se recusam a participar da fisioterapia devido à dor, medo e ansiedade associados ao movimento (PARRY et al., 2018). Falta de motivação e abandono do tratamento devido a uma percepção tardia de evolução clínica também são dois fatores importantes com os quais os terapeutas precisam lidar (OLIVEIRA et al., 2016).

A reabilitação é um procedimento que exige o conhecimento sobre a enfermidade a ser

tratada e as deficiências causadas no movimento (JUNIOR et al., 2011). Pacientes com PC, devido a sua deficiência de mobilidade, causada por movimentos anormais, alterações de tônus e dificuldade na coordenação motora, podem ter seu desenvolvimento motor do membro superior reduzido (ARAKAKI et al., 2012). Embora o ombro forneça estabilidade, os componentes das mãos são projetados para fazer as atividades motoras finas, portanto indivíduos com PC podem mover as articulações do ombro através do padrão de movimento atípico, mas muitas vezes lutam para mover as mãos de forma coordenada para produzir as habilidades motoras finas desejadas (RATHINAM et al., 2018).

Por isso, a limitação no uso funcional das mãos é a principal característica do distúrbio motor encontrado entre esse público (SHIN et al., 2015). Tais movimentos são prejudicados por uma combinação de doenças neuromusculares e eventos articulares que muitas vezes causam contratura, podendo levar a uma limitação do movimento, deformidade, perda de força e perda de função (BARROSO et al., 2011). Como uma consequência, essas pessoas podem sofrer reduções severas em sua independência em atividades de vida diária (AVD's) (GERBER et al., 2016).

A descrição funcional da mão pode ser obtida pelo Sistema de Classificação da Habilidade Manual (MACS), o qual descreve como as pessoas com PC usam as mãos na manipulação de objetos em sua rotina de atividades. O MACS descreve cinco níveis que são baseados na habilidade de iniciar com independência a manipulação de objetos e a necessidade de assistência ou adaptação para a realização das atividades de vida diária (ELIASSON et al., 2006).

Considerando a literatura consultada, pode-se observar que, tratar os quadros disfuncionais de membros superiores, requer algumas estratégias, incluindo exercícios específicos, uso de terapia de contensão induzida ou atividades funcionais diversas. A fim de diversificar essas estratégias de estímulo ao desenvolvimento da coordenação motora fina, a tecnologia desponta como um recurso motivador que pode promover o treino motor e motivar o usuário em jogos e tarefas em ambiente imersivo ou não-imersivo (KINTSCHNER; CORREA; BLASCOVI-ASSIS, 2018).

1.2 Realidade Virtual

Conceitualmente, a Realidade Virtual (RV) representa o uso da tecnologia computacional para criar uma interface entre o usuário e a simulação computadorizada em

tempo real de um determinado ambiente, oferecendo interação por meio de múltiplos canais sensoriais (TORI et al., 2018).

De acordo com Tori et al. (2018) e Shahrbanian et al. (2012), a RV pode ser classificada em imersiva e não-imersiva. Esta classificação varia em relação à maneira como o usuário interage com o ambiente virtual, considerando os dispositivos multissensoriais a serem utilizados. A RV não-imersiva fornece acesso ao ambiente virtual, sem isolar o usuário completamente do mundo real, ou seja, usando dispositivos convencionais de computador (monitor de vídeo e mouse). A RV imersiva isola o usuário por completo do mundo real. Neste caso, dispositivos especiais (capacete de visualização, luvas de dados, rastreadores e fones de ouvido) são usados para bloquear os sentidos (visão, audição, tato etc.) do mundo real e transferi-los para o ambiente virtual. Uma experiência bem-sucedida pode fornecer ao utilizador uma sensação de presença, como se estivesse fisicamente imerso no ambiente virtual. Essa sensação de imersão é alcançada ao se excluir os estímulos do "mundo real", de modo que apenas os estímulos do "mundo virtual" possam ser visualizados e sentidos pelo utilizador.

O ambiente virtual imersivo é apresentado ao usuário por dispositivo acoplado na cabeça (*Head Mounted-Display* - HMD), normalmente um capacete ou óculos contendo duas pequenas telas de projeção e fones de ouvido estéreo (TORI et al., 2018). O usuário pode explorar e navegar no mundo virtual por meio de dispositivos de rastreamento de movimento conectados ao capacete, que permite que o computador adapte e sincronize o campo de visão aos movimentos realizados pelo usuário.

A tecnologia de RV avançou rapidamente nas últimas duas décadas (TORI et al., 2018). Os computadores atuais são muito mais rápidos e a qualidade dos dispositivos auxiliares melhorou muito. Além disso, o custo da tecnologia teve redução significativa e, conseqüentemente, mais aplicativos estão sendo desenvolvidos e disseminados em diversas áreas como saúde, educação, entretenimentos, publicidade, entre outros (TORI et al., 2018). Nesse sentido, à medida que a tecnologia se torna acessível economicamente e se aprimora em termos de interação, a eficácia da RV como ferramenta terapêutica também aumenta. Mesmo em ambientes de baixa imersão, como, por exemplo, em RV baseada em jogos de computador (sem uso de óculos ou capacete), foi possível obter resultados benéficos (BURDEA et al., 2011; CARVALHO et al., 2014; PAVÃO et al., 2014).

O uso dessa tecnologia em situações terapêuticas caracteriza-se como Reabilitação

Virtual ou Terapia de Exposição à Realidade Virtual (ADAMOVICH et al., 2009; DeCS, 2019). Alguns sistemas de Reabilitação Virtual ou Telereabilitação já são realidade em países de primeiro mundo, com resultados promissores e evidências de melhorias (PINHEIRO; SANTOS, 2016; BURDEA et al., 2011; GOLOMB et al., 2010; HUBER et al., 2010). No entanto, dependem de aparatos como luvas eletrônicas e capacetes de RV, bem como de computadores com alta capacidade de processamento e largura de banda de rede (MOFFET et al., 2015). Para Burdea (2015), a aceitação em massa desta tecnologia precisa ser de fácil uso, seguro e de baixo custo.

A tendência, portanto, é o desenvolvimento de modelos mais compactos, baratos e de fácil utilização e que potencializem seu uso em ambiente domiciliar, como, por exemplo, os consoles de videogame Nintendo Wii, Playstation e Microsoft Kinect, que vêm se mostrando interessantes para a reabilitação de pessoas com deficiência. A vantagem desses videogames é que podem ser usados independentemente pelo paciente e, portanto, possuem adequação para uso pessoal em casa.

O Nintendo Wii e o Playstation exigem que os jogadores usem um controle de jogo (Joystick) com botões, que é difícil de manipular por pessoas com limitações mais severas na função manual. O Microsoft Kinect, por sua vez, permite uma interação gestual sem contato físico e, portanto, pode fornecer uma melhor experiência de jogo, sem a necessidade de manipulação do joystick (MORAN et al., 2014; LARSEN et al., 2014; CARVALHO et al., 2014; BURDEA et al., 2011). Mas ainda é um desafio detectar movimentos mais finos das mãos como, por exemplo, movimentos de prensão e liberação de objetos. Outras soluções com uso de câmeras ou luvas de dados são algumas das opções de captura de movimentos das mãos mais usadas na reabilitação manual (MOFFET et al., 2015). No entanto, a maioria dos sistemas baseados nessas técnicas é inadequada para uso em casa, pois normalmente são dispositivos complexos e caros e que muitas vezes necessitam de intervenção humana para uso mais eficaz. Ademais, essas tecnologias normalmente possuem uma arquitetura fechada sendo difícil para o terapeuta moldar os níveis de dificuldade dos exercícios para as necessidades dos pacientes.

Apesar destas limitações, a literatura mostra que o uso de videogames com interfaces gestuais para reabilitação motora é uma estratégia mais engajadora para os pacientes (YUMINAKA et al., 2019; VALDES et al., 2018; TARAKCI et al., 2019). Portanto, a RV combinada com a fisioterapia, parece ser uma nova e promissora abordagem de tratamento (RATHINAM et al., 2019). Existem muitas potenciais vantagens na utilização de terapia

baseada em videogames: o ambiente artificial pode ser facilmente modificado de modo a permitir a criação de uma terapia individualizada ideal; pode fornecer estímulos funcionais, ricos em um contexto motivador, aumentando a participação ativa do sujeito em seu programa de reabilitação; permite criar um plano de exercícios com feedback dos movimentos para o paciente, entre outros.

Graham et al. (2016) consideram que o fator motivacional tem impulsionado o uso da RV no tratamento da PC, todavia, chamam a atenção ao fato de que o uso desta tecnologia muitas vezes é indicado pelo seu contexto recreativo, porém, alguns ajustes devem ser considerados antes da implementação em contextos clínicos de reabilitação.

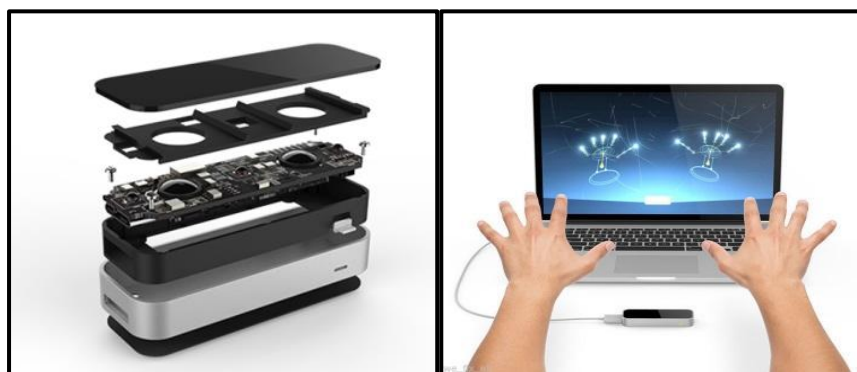
1.3 Leap Motion

O Leap Motion Controller (LMC) vem sendo investigado como recurso tecnológico de apoio em intervenções de reabilitação motora de membros superiores, uma vez que permite capturar movimentos mais finos das mãos e dedos, que são importantes para a reabilitação de disfunções manuais encontradas em diversas condições (NIECHWIEJ-SZWEDO et al., 2017; OÑA et al., 2018; ZHU et al., 2015; TARAKCI et al., 2019; WU et al., 2018). O LMC se dissipou rapidamente em termos de pesquisa científica e desenvolvimento de produtos, portanto, é possível encontrar artigos de literatura que relatem o LMC sob diferentes aspectos (CORRÊA; KINTSCHNER; BLASCOVI-ASSIS, 2019).

O LMC é uma tecnologia de interação em ambientes de RV e de relativo baixo custo comparado a outros dispositivos de captura de movimentos como o Kinect, por exemplo. Além disso, o dispositivo pode ser utilizado no modo não-imersivo, plugado no computador via USB (versão desktop), ou acoplado em óculos de RV (versão headset) para uma interação imersiva. No mercado, existem diversos modelos de headsets de RV, tais como, Gear VR, óculos Rift e HTC Vive (BORREGO et al., 2017). O Gear VR é uma solução mais econômica porque usa a tela de um smartphone Samsung como display de visualização (MORO et al., 2017). A tendência é que estas tecnologias estejam disponíveis na casa das pessoas, oferecendo serviços nas mais diversas áreas de entretenimento, educação e saúde. Contudo, desafios em relação à usabilidade dessas tecnologias pelos usuários, tais como cansaço e mal-estar, precisam ainda serem melhor investigados porque o Gear VR e o LMC integrados devem representar uma opção de RV promissora para garantir uma reabilitação prolongada em casa. (KINTSCHNER; CORREA; BLASCOVI-ASSIS, 2018).

Identifica-se o LMC, como sendo um dispositivo pequeno e portátil que detecta com precisão todas as articulações da mão e dedos (AFYOUNI et al., 2017). É um dispositivo compacto, com 8 cm de largura por 3 cm de altura. A parte superior do dispositivo é feita de um vidro fumê com vistas a esconder os dois sensores de imagens e LEDs infravermelhos que trabalham juntos para rastrear os movimentos das mãos do usuário (Figura 1). O LMC trabalha com precisão de até 1/100 mm e sem latência visível em seu campo de visão. O alcance de visualização está 60 cm acima do dispositivo e ao seu redor. Esse limite ocorre devido à propagação da luz do LED pelo espaço, já que fica difícil inferir a posição da mão a partir de certa distância.

Figura 1: Leap Motion



Fonte: Leap Motion, 2019 <<https://www.leapmotion.com/>>

É possível usar o Leap Motion conectado diretamente ao computador em experiências não imersivas (Figura 2a). Nesse caso, utiliza-se o monitor de vídeo como dispositivo de visualização. Em experiências imersivas, utiliza-se o Leap Motion acoplado aos óculos de RV, como um Gear VR, por exemplo (Figura 2b). A simplicidade do LMC poderia facilitar a abordagem à tecnologia, aumentando a sensação de imersão no ambiente virtual, a imaginação e a interação com o ambiente virtual (TARAKCI et al., 2019).

Figura 2: a) Leap Motion não imersivo (desktop) b) Leap Motion imersivo (headset)



(a)

(b)

Fonte: Leap Motion, 2019 <<https://www.leapmotion.com/>>

O LMC permite mensurar o desempenho motor, como, por exemplo, o tempo de reação, a coordenação bimanual e a sequência de movimentos realizados com as mãos e dedos. Por esse motivo, essa tecnologia de sensoriamento remoto tem se mostrado promissora para o campo de reabilitação, uma vez que não exige que o paciente use qualquer dispositivo de detecção de movimentos (por exemplo, luvas com sensores de força e feedback). Fornece, portanto, uma nova forma de interação entre o usuário e o computador, permitindo uma interação mais natural e sem toque. A destreza da mão em pacientes com disfunções motoras de membro superior pode ser avaliada a partir de tarefas programadas com objetos gráficos adicionados no mundo virtual (KINTSCHNER; CORREA; BLASCOVI-ASSIS, 2018).

As pesquisas com LMC apontam seu potencial de uso por pessoas com dificuldades de coordenação motora fina e grossa, especificamente em relação aos movimentos de pinça, preensão, extensão e flexão de punhos e dedos, supinação e pronação do antebraço. Devido a esse extenso repertório de gestos que podem ser detectados pelo LMC, é possível encontrar diversos estudos com grupos de pessoas com acidente vascular cerebral, idosos com disfunções motoras manuais causadas pelo envelhecimento (IOSA et al., 2015), parkinsonianos (BUTT et al., 2017), crianças com déficits no desenvolvimento psicomotor, incluindo PC (OLIVEIRA et al., 2016), síndrome de Down (SANCHEZ et al., 2017) e autismo (ZHU et al., 2015).

Além disso, por se tratar de uma tecnologia de baixo custo e portátil, pode ser facilmente utilizado para coleta de dados fora dos tradicionais ambientes de laboratório ou clínicas, como por exemplo, em escolas e até mesmo na casa do paciente (NIECHWIEJ-SZWEDO et al., 2018).

1.4 A Realidade Virtual como Intervenção na PC

A RV vem sendo investigada como ferramenta tecnológica aplicada em saúde desde a década de 90, quando somente instituições de pesquisa e grandes centros tinham acesso à tecnologia, devido ao alto custo e complexidade de utilização. Nos dias atuais esta tecnologia vem se popularizando com o uso de consoles de videogame.

A tradição do uso de jogos para entretenimento é tão antiga quanto à própria civilização humana. Durante séculos, eles foram usados para entreter crianças e adultos. No mundo de hoje, jogos e videogames são onipresentes em uma infinidade de ambientes (LOPES et al., 2018). Diante disso, vários pesquisadores têm investido esforços na criação de sistemas e jogos

de RV com o objetivo de estimular e engajar o paciente na terapia. Graças às novas tecnologias que se atualizam quase todas as semanas, o hardware, fornecido pelos consoles de videogame surgiu como uma oportunidade brilhante, porque eles são projetados para obter a posição 3D dos jogadores em tempo real (ALIMANOVA et al., 2017).

Atualmente a RV vem se tornando adequada na área da saúde por seus pilares serem complementares, quando utilizada para tratamentos em reabilitação motora e cognitiva. A reabilitação aborda a melhora de componentes neuromotores no nível da estrutura e função corporal dos indivíduos, capacitando-os para um desempenho satisfatório de tarefas cotidianas. (OLIVEIRA et al., 2016). Portanto a proposta de introdução da RV nos tratamentos de reabilitação deve ser considerada como um avanço no campo da saúde, visto que, no atual mundo globalizado, é inevitável a participação dos processos tecnológicos e as ciências da saúde devem aproveitar esses avanços (JUNIOR et al., 2011).

O tratamento de indivíduos com deficiências físicas inclui um programa de fisioterapia convencional consistindo em técnicas de alongamento, fortalecimento, posicionamento, imobilização e facilitação do movimento. As estratégias de reabilitação dos membros superiores visam promover a recuperação motora, sendo realizadas através de exercícios específicos e repetitivos. O uso da tecnologia na reabilitação é adequado para cumprir tais princípios, uma vez que ela pode fornecer exercícios de maneira controlada, repetitiva, intensiva, interativa e motivadora. (TARAKCI et al., 2019).

A RV pode ajudar indivíduos com PC aprimorarem sua funcionalidade e adquirirem novas habilidades motoras, sustentando os benefícios presentes nos exercícios convencionais e permitindo que essa população use as mãos para habilidades mais funcionais, sendo assim, uma potencial abordagem para promover a independência (RATHINAM et al., 2018).

A RV envolve três elementos-chave que são necessários para a aprendizagem motora em pessoas com PC. O primeiro deles é o número de repetições, porque a plasticidade neural é dependente de estimulação repetida, o segundo é o feedback sensorial, porque estimulação multissensorial intensa é uma parte essencial da reabilitação na PC e o terceiro é a motivação do paciente (OLIVEIRA et al., 2016). Outro aspecto proporcionado pela RV é a observação de ganhos de aprendizagem. Na neuroreabilitação, a observação de movimentos ou processos orientados por feedback imediato, comportamento ou estado emocional, contribuem para o aprendizado (TEO et al., 2016).

Pessoas com PC são associadas a déficits em sua percepção sensorial, o que pode afetar seu planejamento e desempenho motor. A adição de diferentes modalidades sensoriais, como por exemplo, feedback auditivo, visual e proprioceptivo pode proporcionar ao paciente um maior conhecimento de seu desempenho, propiciando melhores resultados (GHAI; GHAI, 2019).

Uma revisão realizada por Arnoni et al. (2018) mostra que o treinamento com videogame ativo foi capaz de modificar os domínios de autoconceito, equilíbrio, desempenho motor global e sucesso adaptativo em indivíduos com PC, além de identificar o aumento no número de respostas positivas quanto aos domínios de ansiedade, aspecto intelectual, popularidade, aparência física, satisfação e felicidade.

Outro estudo, realizado por Massetti et al. (2014) apresenta os benefícios da RV em população com PC por meio da transferência de habilidades realizadas com auxílio da tecnologia para situações da vida real, o que promoveu melhora da função motora grossa e aprendizagem motora. Concluíram que a RV apresenta-se como um recurso promissor e uma opção estratégica para atendimento. Os resultados encontrados por Lee et al. (2016) também expõem um avanço nas habilidades de movimento dos braços e mãos de pacientes com PC com o uso da RV, mostrando que os jogos de reabilitação podem ser uma boa ferramenta para apoiar a terapia dessa população.

Ghai e Ghai (2019) a partir de uma meta-análise, apresentam achados atuais que sugerem resultados positivos na influência do treinamento em RV para melhorar o desempenho da marcha em população com PC. Isso mostra que o uso dessa tecnologia aparenta ser benéfico para a reabilitação de diferentes disfunções corporais, podendo atender às necessidades de cada paciente individualmente.

É importante ressaltar também, conforme revisão realizada por Chen et al. (2014), que a RV é um instrumento viável para melhorar a função dos membros superiores em jovens com PC. Além disso, essa revisão afirma que o uso de um sistema projetado por profissionais da tecnologia aparenta ser mais eficaz do que o uso do sistema comercial, disponível no mercado para compra. Isso acontece devido ao fato sistemas construídos e propostos por profissionais da tecnologia e reabilitação podem atender às necessidades desses indivíduos através de um melhor ajuste de dificuldade de jogo e metas de treinamento. As propostas comerciais, que são restritas em dificuldade de tarefa, podem se tornar mais difíceis e menos acessíveis ao público com PC.

O estudo de Alimanova et al. (2017) apresenta uma proposta de jogo para treinamento da função manual com uso do LMC, através da execução de diferentes tarefas de RV relacionadas às atividades de vida diária, como pegar, segurar e mudar itens presentes em uma casa. O principal objetivo do estudo, foi introduzir uma implementação simples e direta do LMC no processo de reabilitação. Como conclusão, acredita-se que essa tecnologia pode ser benéfica, além de ser uma ferramenta capaz de promover a oportunidade de perceber diferentes aplicações de interação homem-máquina no campo das atividades da vida diária, devido ao seu tamanho compacto, alto desempenho e precisão.

Considerando-se as características motivacionais do uso da RV em terapia, é possível também que os jovens tendam a se preocupar menos com seus insucessos ao interagir com o ambiente virtual, pois eles poderão ter mais liberdade para errar e acertar em um ambiente descontraído (ARNONI et al., 2018). Dessa forma, a terapia baseada em RV é um adjuvante da terapia convencional. É o que afirma Lopes et al. (2018) em trabalho de revisão sistemática, apresentando resultados em que a maioria dos estudos selecionados relatam ganhos com a inclusão de jogos em seu esquema de intervenção, sugerindo que essa estratégia poderia ser incluída como complemento à terapia convencional, principalmente por consequência de sua natureza envolvente e divertida.

Acredita-se que a associação de ambos os tipos de intervenção (convencional e por RV) é mais benéfica para população com PC, quando comparado ao seu uso isolado. Contudo, estudos futuros devem avaliar os efeitos das diferentes combinações de terapia (ARNONI et al., 2019). Há poucos relatos na literatura que destacam os efeitos da utilização da RV sobre os domínios específicos de indivíduos com PC. Tais informações são relevantes, pois buscam entender a capacidade de adaptação dessa população, as mudanças de contexto e como a motivação pode ser um modulador de desempenho motor otimizando resultados terapêuticos (JAMES et al., 2015; ARNONI et al., 2018).

1.5 Proposta de um Sistema de Avaliação Motora

Para a avaliação de intervenções realizadas a partir da RV, vários são os testes e medidas encontrados na literatura, os quais serão descritos a seguir. Pode-se observar que esses testes, em geral, objetivam avaliar aspectos motores, com ênfase na função manual. Para que a avaliação da destreza seja precisa torna-se importante o uso de instrumentos que possam quantificar o desempenho em tarefas específicas.

Dentre esses testes, inclui-se o Teste Caixa e Blocos (TCB), utilizado para averiguar a função manual com o objetivo de avaliar e quantificar a destreza manual grossa unilateral em crianças e adultos. Consiste em mover o maior número possível de cubos de um compartimento para outro em uma caixa de madeira, um por um, por um minuto (SOARES et al., 2017). Mathiowetz et al. (1985) propuseram o TCB com parâmetros para as idades compreendidas entre 20 a 94 anos. No Brasil, o TCB foi utilizado para a faixa etária entre 15 a 86 anos, com grupos típicos e com esclerose múltipla (MENDES et al., 2001). Para as faixas inferiores, de 7 a 14 anos, os parâmetros do teste para brasileiros foram referidos por Turco, Cymrot, Blascovi-Assis (2018).

O Teste de Função Manual de Jebsen-Taylor (TFMJT) é descrito na literatura como de fácil aplicação para diferentes quadros clínicos (POOLLE, 2011). A proposta do TFMJT é avaliar aspectos da função manual por meio de simulação de atividades de vida diária, usando tarefas padronizadas. As propriedades psicométricas do TFMJT foram estudadas na população brasileira com excelente confiabilidade inter e intraexaminadores e consistência interna (FERREIRO; SANTOS; CONFORTO, 2010).

Yancosek e Howell (2009) também mencionaram resultados positivos com o TFMJT quando revisaram 14 instrumentos de avaliação com o intuito de fornecer informações sobre habilidade motora e recuperação funcional após uma lesão. Os autores ressaltaram que o estudo original do TFMJT, realizado em 1969 por Jebsen e Taylor, estabelecia confiabilidade, validade e valores de referência com base na idade, com dados coletados com 300 indivíduos saudáveis e 60 pacientes com prejuízos nas funções manuais.

O estudo de Yancosek e Howell (2009) analisa, por meio de uma revisão crítica, diversos instrumentos de avaliação de destreza manual referindo suas propriedades psicométricas. Entre os instrumentos revisados estão outros testes, que são comumente utilizados quando se fala em avaliação de membros superiores, incluindo o Teste Minnesota, o teste de nove pinos, o teste de destreza O'Connor, o Purdue Pegboard e o TCB, entre outros.

Outra medida de avaliação usada em estudos de função manual é a dinamometria. A mensuração da força de preensão manual, com utilização de um dinamômetro, consiste em um procedimento simples, objetivo, prático e de fácil utilização. O dinamômetro tem sido considerado um instrumento bem aceito e pode ser encontrado na forma digital e hidráulica, sendo um método bastante simples que qualifica e quantifica um aspecto importante da função muscular, relacionado com a idade cronológica, agregando dados sobre o

desenvolvimento da musculatura esquelética (REIS; ARANTES, 2011; PRIOSTI et al., 2013)

Estudos sobre o uso da RV têm sido frequentes com populações diversas. Pessoas com PC também podem beneficiar-se deste recurso terapêutico. Quando se fala em população com PC, observa-se que o foco se direciona às crianças e jovens, ficando o público adulto em segundo plano. Estudos recentes chamam a atenção para o aumento do número de pessoas que chegarão à terceira idade nos próximos anos e isto também se aplica às pessoas com deficiência. Desta forma, torna-se cada vez mais relevante, o desenvolvimento de programas de intervenção que possam beneficiar e motivar essa faixa etária para que seus integrantes possam sentir-se ativos, produtivos e cuidados do ponto de vista da saúde pública.

Considerando a necessidade de fundamentar programas de intervenção com estratégias motivacionais e que possam contribuir para o desenvolvimento e aprimoramento da função manual de adultos com PC, este estudo busca investigar se um sistema de treinamento de reabilitação motora de membros superiores com uso do LMC pode ser útil em sessões de gameterapia em pacientes com PC. A hipótese do estudo é que um programa de intervenção baseado em RV controlado por LMC pode beneficiar a destreza manual e ser considerado um modelo de terapia adequado e motivador para adultos com PC.

2. OBJETIVOS

2.1 Geral:

Avaliar os efeitos de um programa terapêutico com uso de jogos de RV controlados pelo sensor LMC na função manual de adultos com PC.

2.2 Específicos:

- Avaliar a usabilidade do sistema de reabilitação motora em sessões de gameterapia com pessoas com PC;
- Descrever o desempenho do grupo com e sem o uso do acessório de imersão Gear VR.

3. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

O estudo foi de caráter exploratório e descritivo, do tipo série de casos e envolveu uma equipe multidisciplinar, composta por pesquisadores das áreas de: Ciência da Computação da Faculdade de Computação e Informática da Universidade Presbiteriana Mackenzie (FCI-UPM) e do Programa de Pós-Graduação em Distúrbios do Desenvolvimento (PPG-DD). Inicialmente coube a parte da equipe de desenvolvimento (FCI-UPM) especificar, projetar e implementar um sistema de reabilitação motora de membros superiores que contenha um conjunto de jogos de RV controlados pelo sensor LMC e um módulo de coleta de dados de desempenho de jogadores. Em seguida, foi desenvolvida a etapa à qual pertence este projeto, que é a avaliação e intervenção do sistema junto à população alvo.

3.1 Participantes e Local de Pesquisa

Participaram do estudo cinco adultos com PC selecionados pela equipe, caracterizando uma amostra de conveniência, cujos critérios de inclusão foram: apresentar diagnóstico de PC confirmado pela instituição participante; estar na faixa etária acima dos 18 anos, de ambos os sexos; possuir capacidade de compreensão das regras dos jogos proposto; apresentar acuidade visual que permitisse a identificação dos elementos gráficos dos jogos propostos e a interação virtual com o ambiente de jogos imersivos, com função manual e segmentar suficiente para movimentação ativa de membros superiores ou movimentação ampla para execução das tarefas propostas em jogo.

Os critérios de exclusão foram: não frequentar pelo menos 13 sessões, dentre as 15 propostas; apresentar intercorrências ortopédicas durante o período de intervenção que impossibilitasse a prática dos jogos ou desligar-se da instituição durante o estudo.

Foram apresentados a todos os participantes, objetivos e desenho do estudo, aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa sob parecer número 2.901.639. Após as explicações do estudo e o aceite do convite para participação, todos receberam o termo de consentimento para anuência e assinatura, garantindo-lhes o direito de participação voluntária e desligamento do grupo quando fosse de sua vontade (Anexo 1).

Este projeto está vinculado a um estudo de maior amplitude, financiado pelo Fundo Mackenzie de Pesquisa (MackPesquisa), intitulado “Sistema de Auto-reabilitação Motora baseado em Tecnologia Wearable”, liderado pela Profa. Ana Grasielle Dionísio Corrêa, com participação dos demais pesquisadores envolvidos no estudo, incluindo a autora deste trabalho,

Natália Kintschner, a orientadora Profa. Silvana Blascovi-Assis e os auxiliares da área tecnológica.

O local de pesquisa foi a Associação Nosso Sonho de Habilitação e Reabilitação de Pessoas com Deficiência, na cidade de São Paulo. Essa associação caracteriza-se por ser uma entidade filantrópica que promove a inclusão social de crianças e jovens com PC, tanto na sociedade como no mercado de trabalho. Além disso, incentiva pesquisas e autoriza, mediante contrato, a divulgação de seu nome para trabalhos científicos. A associação também recebeu, por intermédio de seu responsável, o termo de consentimento para assinatura e conhecimento dos objetivos e procedimentos da pesquisa (Anexo 2).

3.2 Procedimentos:

Os procedimentos ocorreram em duas fases sequenciais, sendo a primeira constituída pelo desenvolvimento dos jogos e teste piloto. A segunda fase é constituída do programa de intervenção que está dividido em três partes: avaliação inicial; intervenção; e reavaliação.

Fase 1: Desenvolvimento do Sistema de Treinamento e Estudo Piloto

O sistema de treinamento de reabilitação motora de membro superior, desenvolvido para essa pesquisa, consistiu em dois módulos: a) jogos de RV baseados em exercícios b) aplicativo para monitoramento e coleta de dados (AppTerapia).

a) Jogos de RV baseados em exercícios

O módulo de jogos baseados em exercícios constitui-se de quatro jogos para exercícios de flexão e extensão de dedos e pronação supinação de punhos. Todos os jogos foram implementados com a Engine de games Unity 3D e permitem interação nos modos imersivo (versão headset) e não-imersivo (versão desktop).

O primeiro jogo desenvolvido é denominado “Mercearia” (Figura 3), onde o jogador é estimulado a fazer movimentos de flexão e extensão de cotovelos, punhos e dedos para pegar e soltar maçãs dentro de cestos de frutas. Maçãs vermelhas devem ser colocadas no cesto vermelho, enquanto as maçãs verdes, devem ser colocadas no cesto verde. Ao todo são quatro etapas de jogo, cada uma delas com um nível personalizável de dificuldade que varia de acordo com a sequência de uso das mãos: etapa 1 inicia com a mão dominante; etapa 2 com a mão não dominante; etapa 3 com as mãos alternadas; etapa 4 com as mãos cruzadas. No início de cada etapa é apresentada uma tela com instruções de como jogar acompanhada de um áudio

narrado, como por exemplo: “Nesta etapa, você deve jogar com a mão direita”. A configuração da complexidade das tarefas do jogo (sequência de uso das mãos e tempo de jogo) é de responsabilidade do terapeuta que conduz a sessão de gameterapia e pode ser programada, através do AppTerapia, para realização em domicílio ou em ambiente terapêutico. A interface interativa com feedback de áudio e animações foi usada para reforçar a motivação dos usuários para se envolverem mais na terapia.

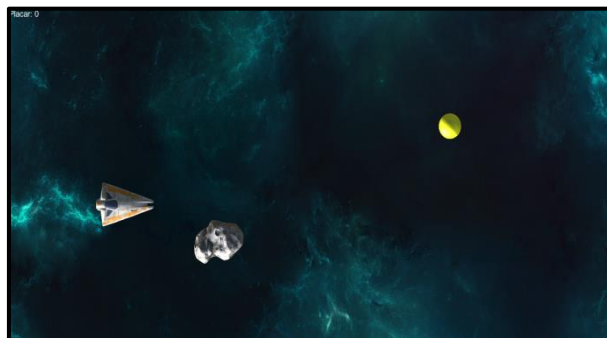
Figura 3: Jogo Mercearia



Fonte: o autor

O segundo jogo desenvolvido é denominado “Nave Espacial” (Figura 4) em que o jogador é estimulado a controlar uma nave para coletar energia e, ao mesmo tempo, desviar de asteroides usando movimento de abrir e fechar a mão. É necessário também, que o jogador utilize a articulação dos ombros, para realizar movimentos de subida e descida da nave. O jogo é realizado tanto de imersiva quanto de forma não imersiva e possui apenas uma etapa. O jogador pode iniciar com a mão que desejar. Durante a execução do jogo, a pontuação do participante é mostrada no espaço superior da tela, assim como o tempo utilizado para jogar.

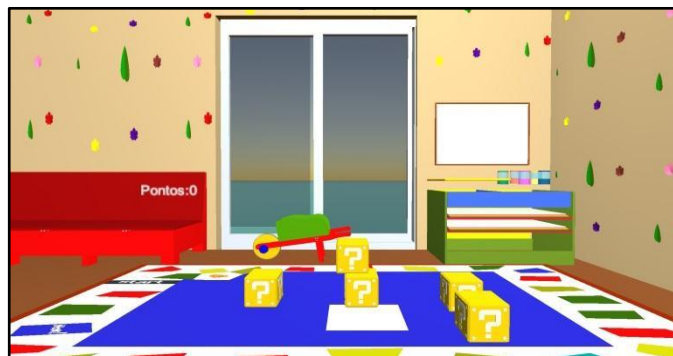
Figura 4: Jogo Nave Espacial



Fonte: o autor

O terceiro jogo desenvolvido é denominado “Empilha Blocos” (Figura 5) cujo objetivo do jogador é empilhar cinco bloquinhos, um em cima do outro, dentro de um tempo determinado. O jogo conquista em três fases: mão dominante, mão não-dominante e ambas as mãos alternadamente. Esse jogo estimula movimentos de abrir e fechar a mão, assim como elevação das articulações do ombro.

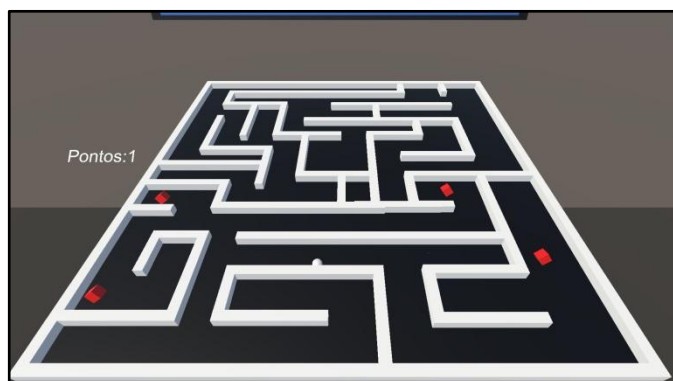
Figura 5: Jogo Bloquinhos



Fonte: o autor

O quarto jogo desenvolvido, denominado “Labirinto” (Figura 6) estimula que o usuário deve controlar a movimentação de um objeto esférico dentro de um labirinto (tabuleiro), a fim de capturar os objetos espalhados no espaço demarcado, marcados por pontos vermelhos. Esse jogo estimula movimentos de punho, como a flexão, extensão e desvio radial e ulnar.

Figura 6: Jogo Labirinto



Fonte: o autor

b) Aplicativo para monitoramento e coleta de dados (AppTerapia)

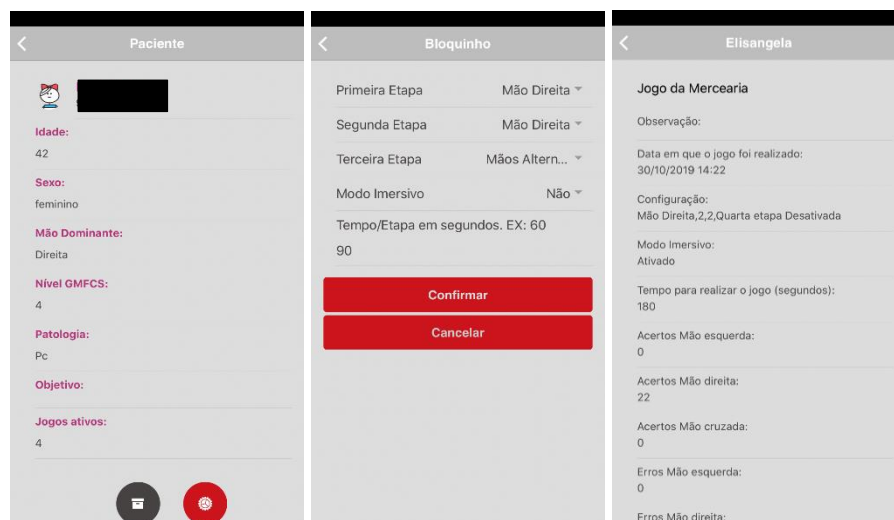
O AppTerapia (Figura 7) é um aplicativo mobile usado pelo terapeuta e permite as seguintes operações: cadastro e edição de terapeuta; cadastro, edição e remoção de pacientes; criação e edição do Plano de Gameterapia; visualização de desempenho de pacientes (relatórios). Após criar um cadastro no AppTerapia, o terapeuta pode cadastrar vários pacientes (Figura 7a). Para cada paciente o terapeuta pode personalizar um plano de Gameterapia (Figura 7b). O Plano de Gameterapia pode ser criado/editado individualmente por paciente (Figura 7c), de acordo com as opções ilustradas no Quadro 1.

Quadro 1: Plano de Gameterapia

Configurações	Opções
Etapa 1	Mão dominante/ Mão não-dominante
Etapa 2	Mão dominante/ Mão não-dominante
Etapa 3	Mãos alternadas/ Desativada
Etapa 4	Mãos cruzadas/ Desativada
Modo Imersivo	Ativado/ Desativado
Tempo de jogo/etapa	Segundos

O relatório de desempenho de paciente é gerado por jogo executado, e pode ser visualizado pelo terapeuta através do AppTerapia. As informações fornecidas na tela do AppTerapia são (7a): nome do paciente, jogo executado, modo de jogo (headset ou desktop); data e hora; tempo gasto em cada etapa de treinamento; quantidade de acertos; quantidade de erros. O terapeuta também pode solicitar o envio de um relatório mais detalhado para o e-mail cadastrado. Neste caso é gerado um arquivo CSV (comma-separated values) que reúne todas as informações anteriores (de todos os pacientes), acrescidas das seguintes informações (Figura 7b): idade, sexo, mão dominante e mão não-dominante. A Figura 7 mostra as telas do AppTerapia.

Figura 7: a) Perfil do paciente; b) Plano de gameterapia;
c) Relatório de desempenho do paciente.



Fonte: autor

O Estudo Piloto teve como objetivo a testagem inicial dos jogos para averiguação de possíveis ajustes relacionados às questões técnicas como tempo de jogo, precisão de captação dos movimentos pelo LMC, adaptação ao uso dos óculos de RV (Gear VR), posicionamento dos usuários, assim como também averiguar questões sintomatológicas, como náuseas, desconforto visual, dores de cabeça, cansaço físico, entre outros.

Fase 2: Programa de Intervenção

O programa de intervenção foi aplicado nos mesmos participantes que participaram do teste piloto na Associação Nosso Sonho. Além dos jogos Mercearia e Nave, foram incluídos mais dois jogos: Empilha Blocos e Labirinto. Os encontros ocorreram duas vezes por semana, durante dois meses, totalizando 15 sessões.

Parte 1 - Avaliação Inicial

Foi realizada uma avaliação individual inicial, com uso dos seguintes instrumentos:

- Entrevista inicial semi-estruturada com o participante, separadamente, para identificação da rotina e contexto no qual estava inserido e conhecimento das expectativas com a proposta terapêutica.
- Identificação do nível de gravidade da PC por meio do GMFCS, que classifica o avaliado em V níveis, sendo eles: NÍVEL I – Anda sem limitações; NÍVEL II – Anda com

limitações; NÍVEL III – Anda utilizando um dispositivo manual de mobilidade; NÍVEL IV – Auto-mobilidade com limitações; pode utilizar mobilidade motorizada e NÍVEL V – Transportado em uma cadeira de rodas manual. Esta classificação é recomendada pela National Institute for Health and Care Excellence para adultos com PC (NICE, 2019).

- Manual Ability Classification System (MACS) descrito por Eliasson et al. (2006) para classificar como os jovens com PC usam suas mãos para manipular objetos em atividades diárias. O teste é classificado em V níveis, sendo eles: I. Manipula objetos facilmente e com sucesso; II. Manipula a maioria dos objetos, mas com a qualidade e/ou velocidade da realização um pouco reduzida; III. Manipula objetos com dificuldade; necessita de ajuda para preparar e/ou modificar as atividades; IV. Manipula uma variedade limitada de objetos facilmente manipuláveis em situações adaptadas e V. Não manipula objetos e tem habilidade severamente limitada para desempenhar até mesmo ações simples.

- Teste de Função Manual Jebsen-Taylor (TFMJT) pelo qual foi avaliada a mão não dominante seguida da mão dominante com base nos sete subtestes especificados por JEBSEN et al. (1969): escrever com caneta e papel uma sequência de 24 letras; virar um conjunto de cartas sequencialmente; pegar objetos pequenos (clips de papel, tampas de garrafa e moedas), simular alimentação com uma colher e grãos de feijão, empilhar peças de damas de madeira, mover objetos grandes e leves (latas vazias), mover objetos grandes e pesados (latas pesadas).

- Teste Caixa e Blocos (TCB) descrito por Mathiowetz et al. (1985) e Mendes et al. (2001), para averiguação da destreza manual. O TCB foi utilizado para a contagem do número de blocos transferidos por minuto entre duas divisões de uma caixa padronizada. Foram feitas pelo menos duas avaliações sequenciais para a mão dominante e duas para a mão não dominante.

- Avaliação da força de preensão palmar, com utilização do dinamômetro hidráulico Jamar® que consiste em um sistema hidráulico de aferição (MOREIRA, 2003; PRIOSTI et al., 2013). O equipamento é composto por duas alças paralelas, sendo uma fixa e outra móvel que pode ser ajustada em cinco posições diferentes, propiciando um ajuste ao tamanho da mão do paciente. É baseado em um sistema hidráulico que mede a quantidade de força produzida por uma contração isométrica durante a preensão palmar, A força de é registrada em quilogramas ou libras (FIGUEIREDO et al., 2007). Foi utilizada a padronização recomendada pela Sociedade Americana dos Terapeutas da Mão (SATM), do uso correto deste

dinamômetro, tanto da manopla do aparelho quanto da posição do sujeito a ser testado, a fim de se obter uma análise precisa e correta (CAPORRINO et al., 1998; MOREIRA, 2003).

Parte 2 - Programa de intervenção:

O equipamento necessário para a prática dos jogos, composto por um kit com óculos Gear VR e smartphone Galaxy S8, notebook e software instalado (material financiado pelo MackPesquisa em projeto já contemplado (Projeto num. 181033, cojur-fmp-0286/2018.) foi instalado no local, onde cada participante realizou a prática dos jogos individualmente. O fisioterapeuta acompanhou cada jogador, como observador e quando necessário forneceu auxílio referente as instruções e regras dos jogos. O AppTerapia coletou e armazenou os dados de desempenho de cada participante para futuras análises.

O espaço onde foi praticado os jogos foi disponibilizado pela Associação, sendo tranquilo e silencioso, suficiente para movimentação livre dos braços durante as intervenções, com uma mesa na qual pode ser acomodado um participante sentado em cadeira confortável (sem rodinha e sem encosto de braço) ou cadeira de rodas.

O programa ocorreu na frequência de duas vezes por semana, durante um período de dois meses, totalizando 15 sessões que aconteceram cada uma em um tempo de 15 a 20 minutos, sendo praticados dois jogos por dia. Estavam disponíveis quatro jogos, contudo, o jogo do labirinto foi excluído das sessões, devido ao seu alto nível de complexidade. Em cada sessão dois jogos foram praticados, sendo um dia de maneira imersiva e no outro não-imersiva, sendo previamente selecionado pelo terapeuta. Contudo, adaptações foram realizadas com base nas necessidades de cada participante, por exemplo, desconfortos com óculos, dificuldade visual e física, entre outras.

Ao final de cada sessão, o praticante deu um depoimento, sendo esse registrado em diário de campo pelo pesquisador e considerado para ajustes de interface dos jogos que foram necessários, bem como a opinião dos participantes sobre sua motivação e engajamento para a adesão ao programa proposto.

Parte 3 - Reavaliação:

Após o período estipulado com uso dos jogos, foi feita a reavaliação dos participantes, seguindo-se o mesmo protocolo da avaliação inicial.

3.3. Análise dos dados

Os dados foram analisados estatisticamente, comparando-se o desempenho obtido nos três momentos de avaliação. Foram utilizados testes não paramétricos devido ao número reduzido da amostra. Optou-se pelo teste de Friedman, que é utilizado para comparar dados de amostras correspondentes, no caso o mesmo grupo de indivíduos sendo avaliado em três em situações distintas. A hipótese testada é que as três amostras foram extraídas de uma mesma população tendo, portanto, médias iguais. Este teste não paramétrico utiliza a atribuição de postos aos dados coletados e as hipóteses são definidas pela mediana e não pela média (SIEGEL; CASTELLAN, 2008). Quando a hipótese testada foi rejeitada, as médias foram comparadas duas a duas (contraste 2 a 2), segundo método exposto em Conover (1999). Para significância, foi considerado o valor de referência de $p \leq 0,05$.

As observações registradas no diário de campo foram discutidas do ponto de vista técnico e motivacional, de modo qualitativo, com criação de categorias de análise de acordo com Ludke e André (1986).

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os resultados serão apresentados em três blocos, referentes ao estudo piloto, às análises estatísticas do programa de intervenção e os dados qualitativos decorrentes dos depoimentos obtidos pelos participantes.

4.1 Estudo Piloto

A testagem preliminar, realizada na Associação Nosso Sonho, contou com a participação de cinco adultos com PC que foram selecionados através de revisão de prontuários e visitas regulares na Associação. Dentre estes, todos foram capazes de compreender as regras e as instruções propostas para cada jogo. Neste estudo piloto foram incluídos apenas os jogos Mercearia e Nave, pois eram os únicos que estavam finalizados para testagem. Todos estavam classificados entre os níveis III ou IV da escala GMFCS. Essa testagem ocorreu através de dois encontros, em diferentes semanas, sendo assim, cada participante interagiu com os dois por jogos duas vezes. A Tabela 1 mostra o perfil dos participantes.

Quadro 2: Perfil dos participantes do estudo

Participante	Sexo	Idade	GMFCS	MACS	Marcha
P1	M	38	IV	III	deambulante
P2	F	37	IV	IV	deambulante
P3	M	36	III	II	deambulante
P4	F	26	IV	II	deambulante
P5	F	41	IV	IV	cadeira de rodas

Esse estudo foi realizado na presença de um profissional da fisioterapia e de um profissional da área da computação para montagem e auxílio dos dispositivos utilizados. Cada participante foi chamado individualmente para a sala de testagem e, antes do início dos jogos, o TCLE foi entregue, lido, esclarecido e assinado.

Os cinco adultos selecionados jogaram primeiramente o jogo “Mercearia” e, em seguida, o jogo “Nave Espacial”. O tempo médio de teste foi de aproximadamente 20 minutos por sessão (incluindo instruções de como jogar e entrevistas para preenchimento dos formulários de usabilidade). No jogo Mercearia, cada participante jogou nas quatro etapas (1-

mão dominante; 2-mão não dominante; 3-mãos alternadas; 4-mãos cruzadas).

Ao final de cada teste, um questionário de usabilidade foi entregue e respondido, por meio de entrevista, por cada participante, contendo questões referentes às suas respectivas opiniões sobre cada jogo e aos possíveis desconfortos encontrados. De maneira geral, todos os usuários acharam ambos os jogos divertidos e atrativos. Nenhum deles relatou desconfortos como náuseas, dores de cabeça ou cansaço visual. Porém, algumas questões positivas e negativas foram levantadas, e são discutidas a seguir.

O teste piloto nos permitiu identificar dificuldades em: (a) realizar movimento de alcance cruzado (etapa 4 do jogo Mercearia); (b) problemas de rastreamento de mão; (c) segurança e (d) cansaço nos braços. Pontos positivos foram observados em: (e) facilidade de uso do jogo; (f) engajamento. Cada um desses aspectos é discutido em detalhes a seguir.

(a) Cross Reach: observou-se que apenas um dos participantes (P2) foi capaz de realizar o movimento com a mão cruzada (4ª etapa do jogo da Mercearia) sem dificuldades. Esse movimento requer que o paciente incline o tronco e mova os ombros para o lado oposto, o que foi muito difícil para os outros participantes, que necessitaram de maior treino e algumas adaptações como auxílio do terapeuta para realizar o movimento cruzado ou auxílio da outra mão para conduzir o braço na direção solicitada. Logo, esta etapa do jogo foi excluída do T1 e não foi aplicada no T2. O alcance cruzado pode ser oferecido quando o participante tiver a habilidade para este movimento, o que é provável em classificações mais baixas no GMFCS ou tiver recebido mais prática de exercícios.

(b) Rastreamento manual: O LMC teve um bom desempenho no rastreamento da mão dominante e não-dominante, embora nos testes iniciais tenha apresentado alguns travamentos de tela necessitando reiniciar o jogo. Neste momento foi fundamental a presença do profissional de tecnologia para entender e ajustar o jogo para a prática do usuário. O participante precisava entender que, para rastrear as mãos, era necessário mantê-las na direção do campo de alcance do LMC quando usado na versão imersiva com o Gear RV, ou seja, o paciente tinha que levantar as mãos ou apontar o rosto (olhos) para as mãos.

(c) Segurança: mesmo estando sentado em uma cadeira com encosto de braços, um dos participantes de nível GMFCS IV repetidamente perdeu o equilíbrio do tronco enquanto usava

o jogo no modo imersivo (uso de óculos de RV), necessitando de apoio do terapeuta durante todo o tempo de jogo.

(d) Cansaço nos braços: três dos cinco participantes relataram sentir-se um pouco cansados em seus braços, especialmente quando estavam na última etapa do segundo jogo. Isso porque era necessário manter o braço estendido em direção ao LMC e sem apoio na posição horizontal, causando um pouco de fadiga nos braços. Mas este resultado já era esperado.

(e) Facilidade de uso do jogo: depois de praticar com o LMC, todos os participantes consideraram possível a prática dos jogos, mesmo com a mão não-dominante e com necessidade de algumas adaptações. Quando o LMC é usado no modo imersivo, ele não parece tão intuitivo para pessoas que nunca usaram o dispositivo sendo necessário maior tempo de treinamento.

(f) Envolvimento: todos os participantes respondem que a experiência foi rica, divertida, intuitiva e significativa. Os participantes relataram estarem motivados a praticar regularmente, pois se sentiram fisicamente ativos e desafiados a usar os jogos com um dispositivo diferenciado (LMC e Gear VR). Segundo eles, era uma forma inovadora de terapia, uma vez que nunca haviam usado um dispositivo imersivo de RV anteriormente.

4.2 Análises Estatísticas do Programa de Intervenção

Esta etapa reúne os dados das avaliações iniciais, intermediárias e finais dos cinco integrantes do grupo estudado. Os testes utilizados na avaliação foram o TCB, TFMJT e a dinamometria. As avaliações aconteceram antes da primeira sessão, após a oitava sessão e ao final da última intervenção realizada. As medidas obtidas estão apresentadas nas Tabelas 2 e 3.

As análises estatísticas foram realizadas com uso do teste não paramétrico de Friedman, que utiliza a atribuição de postos aos dados coletados e as hipóteses são definidas pela mediana e não pela média. É utilizado para comparar dados de amostras correspondentes, neste caso, o mesmo grupo de indivíduos avaliado em três em situações distintas. (SIEGEL, S.; CASTELLAN, 2008). Quando a hipótese testada foi rejeitada, as médias foram comparadas duas a duas (contraste 2 a 2), segundo método exposto em Conover (1999).

Tabela 2: Dados brutos TCB e Dinamometria

	TCB			Dinamometria		
	Inicial	Intermediário	Final	Inicial	Intermediário	Final
P1 MD	26	19	25	21	11	12
P1 MND	16	17	23	9	5	3
P2 MD	16	21	23	10	11	10
P2 MND	16	21	23	12	6	10
P3 MD	25	35	31	20	14	18
P3 MND	26	30	30	10	18	19
P4 MD	24	25	25	17	10	12
P4 MND	24	24	27	14	12	12
P5 MD	18	15	16	5	0	4
P5 MND	0	0	0	0	4	0

Tabela 3: Dados brutos TFMJT

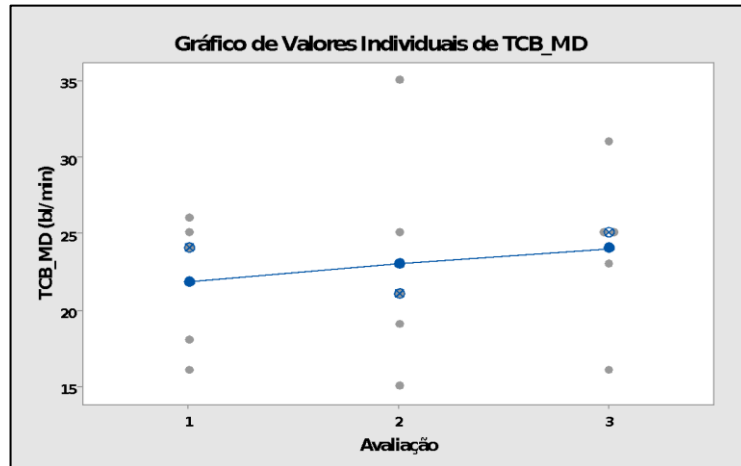
		T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7
P1 MD	Inicial	44,75	7,78	13,96	-	9,55	9,71	7,57
	Interm	59,83	6,61	17,35	36,37	17,98	5,63	5,31
	Final	43,93	5,07	10,56	-	11,45	6,53	6,57
P1 MND	Inicial	-	13,08	30,31	-	54,4	10,3	10,02
	Interm	-	11,67	33,18	175,53	32,73	10,28	11,65
	Final	74,88	10,45	28,87	-	37,6	12,45	11,21
P2 MD	Inicial	-	13,43	22,2	-	-	13,34	14,2
	Interm	-	13,11	21,73	130,87	-	12,05	12,52
	Final	-	14,04	19,66	-	-	13,01	11,23
P2 MND	Inicial	-	11,92	32,03	78,63	-	22,67	15,43
	Interm	-	15,47	27,58	50,21	-	15,22	13,41
	Final	-	14,42	27,62	165,29	69,9	11,35	11,34

P3 MD	Inicial	62,51	8,48	17,77	32,89	19,9	11,89	12,6
	Interm	30,45	11,33	18,5	53,04	13,57	14,17	21,63
	Final	33,48	7,34	16,06	57,63	13,93	10,51	11,96
P3 MND	Inicial	104,02	10,62	20,67	49,89	22,87	15,08	16,91
	Interm	71,69	9,01	18,54	44,65	29,5	11,28	15,72
	Final	60,35	9,43	19,23	70,42	15,63	13,37	11,64
P4 MD	Inicial	55,52	12,44	19,35	43,64	13,9	7,79	8,13
	Interm	56,9	10,5	22	22,26	25,45	7,89	8,61
	Final	52,99	9,34	17	19,67	25,85	6,09	7,49
P4 MND	Inicial	-	8,56	15,69	39,6	21,38	7,98	7,83
	Interm	-	13,18	13,92	32,08	19,81	9,03	9,4
	Final	-	9,24	16,31	21,88	22,31	6,87	7,43
P5MD	Inicial	78,36	56,28	-	-	-	59,67	35,21
	Interm	99,1	74,45	-	-	-	27,49	30,65
	Final	94,78	35,61	66,01	-	-	30,88	30,49
P5 MND	Inicial	-	-	-	-	-	-	-
	Interm	-	-	-	-	-	-	-
	Final	-	-	-	-	-	-	-

4.2.1 Destreza manual pelo teste Caixa e Blocos

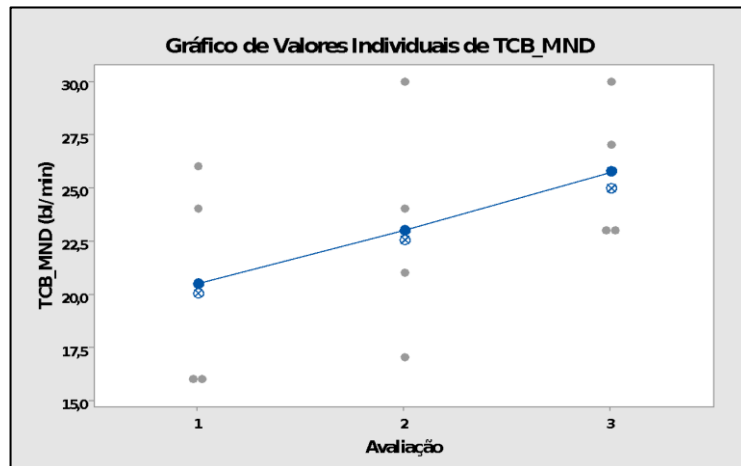
A avaliação da destreza manual foi realizada para mão dominante (MD) e mão não dominante (MND) e todos os participantes conseguiram realizar a tarefa (n=5). Os resultados indicaram que, para MD no TCB, não houve diferença significativa entre as três avaliações (p=0,692). A mediana para as três medidas, todavia, mesmo sem a confirmação estatística, mostrou uma tendência com valores crescentes nas medianas nos três momentos de avaliação (23,66; 24,33 e 25) blocos por minuto (bl/min), respectivamente (Gráfico 1).

Gráfico 1: Medianas para TCB/MD



Para a MND, a tarefa do TCB não foi realizada por um participante por dificuldades motoras (n=4). Foram encontrados resultados estatisticamente significantes ($p=0,030$) mostrando evolução no transporte de bl/min (19,66; 22,33; e 25) nas avaliações inicial, intermediária e final, respectivamente (Gráfico 2). Constatou-se também, por contrastes feitos após análise de variância, que a avaliação 1 foi menor que a avaliação 2 que foi menor que a avaliação 3, o que demonstra a evolução do desempenho dos participantes.

Gráfico 2: Medianas para TCB/MND



No caso da PC, a determinação da MD ou MND está relacionada ao grau de comprometimento ocasionado pela lesão, ou seja, a mão preferida é aquela que tem menor seqüela e atua de modo mais funcional. Atividades manuais requerem a cooperação de ambas as mãos, onde a MD realiza manipulações finas e grosseiras, e a MND é usada para estabilizar objetos. Pessoas com Paralisia Cerebral desenvolvem sua capacidade de ação no lado menos

afetado (GOLUBOVIĆ; SLAVKOVIĆ, 2014).

A literatura chama a atenção para a classificação da dominância lateral, que pode ser classificada como falsa destalidade ou falsa sinistralidade em decorrência de uma paralisia ou outros quadros restritivos (LUCENA et al., 2010). Nesses casos, a determinação pela preferência manual não está ligada à dominância cerebral, mas sim à facilidade de desempenho de uma função com a mão menos acometida.

Em estudo realizado por Chiu et al. (2014) com RV e PC, os resultados mostraram-se surpreendentes por nenhuma melhoria ter sido encontrada na coordenação e função da mão. No entanto, o relato fornecido pelos pais mostrou incremento da função manual e o início do uso da mão afetada pela primeira vez. Para um indivíduo com PC pegar um objeto virtual no ambiente virtual, ele não precisa ter uma gama completa de flexões dos dedos, por exemplo. Em vez disso, um pequeno intervalo pode facilmente permitir que ele pegue o objeto, o que reduz a dificuldade percebida da tarefa (CHEN et al., 2018).

4.2.2 Preensão Manual por Dinamometria

A medida da força de preensão manual foi realizada para MD, a qual todos os participantes conseguiram realizar a tarefa (n=5) e para MND, em que um participante não realizou a tarefa por dificuldades motoras (n=4). Os resultados indicaram que para MD não houve diferença significativa entre as três avaliações (p=0,115). O mesmo ocorreu com a MND (p=0,368).

A literatura indica que em quase 50% dos pacientes com PC a função braço-mão é prejudicada, frequentemente resultando em limitações nas atividades e restrições na participação. Muitos pacientes têm força muscular reduzida devido à fraqueza dos agonistas ou a um distúrbio do tônus muscular, como na espasticidade. A medição da força de preensão é um método bem conhecido para investigar a função da mão, fornecendo informações sobre a ação combinada de vários músculos extrínsecos e intrínsecos (VAN MEETEREN et al., 2007).

Estudos sobre pessoas com PC unilateral, ressaltam que pode haver prejuízo nos parâmetros de força de preensão também na mão não envolvida e sugerem que são necessárias mais pesquisas para entender as razões subjacentes à função prejudicada no hemisfério sadio (VAN MEETEREN et al., 2007).

Observa-se que a literatura traz, quando se fala em avaliação da força de preensão em pessoas com PC, estudos prioritariamente com quadros unilaterais, sendo raros os trabalhos sobre força manual em pacientes com quadro de quadriplegia (AZZAM, 2012; VAN MEETEREN et al., 2007; ARNOULD; BLEYENHEUFT; THONNARD, 2014). Desta forma, os dados sobre a força de preensão para o grupo aqui estudado não apresentou resultados conclusivos.

4.2.3 Função Manual pelo TFMJB

A avaliação da função manual foi realizada para MD e MND em cada uma das sete tarefas propostas pelo TFMJB. Devido à complexidade de algumas tarefas do teste, nem todos os participantes conseguiram realizá-las com as duas mãos. Sendo assim, o número de participantes variou entre 3 a 5, sendo desconsideradas as tarefas não realizada por pelo menos três pessoas.

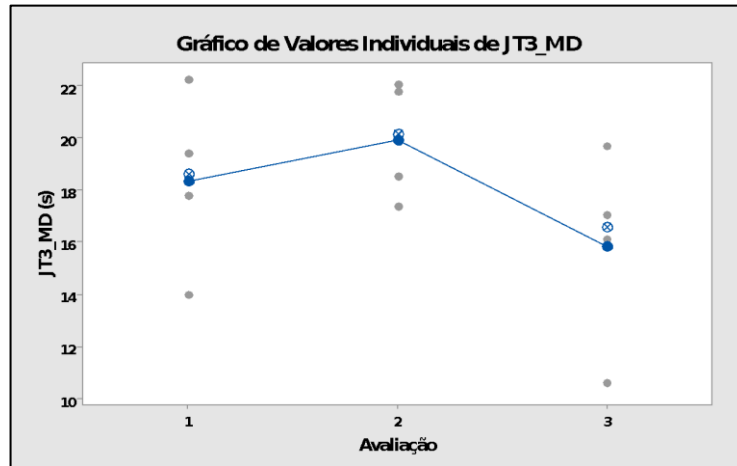
A Tarefa 1 é a escrita. Com a MD foi realizada por quatro participante e com a MND não foi possível a aplicação do teste estatístico. Não houve diferença estatística entre as três avaliações, com $p=0,368$. O tempo médio de realização para esta tarefa foi de 50,92 segundos (média das medianas).

A Tarefa 2 corresponde ao movimento de virar cartas. Para MD ($n=5$) e para MND ($n=4$). Para ambas as mãos não houve diferença significativa (MD, $p=0,247$ e MND, $p=0,779$).

A Tarefa 3, representada pelo movimento de pegar pequenos objetos (clips, moeda e tampa de garrafa) foi realizada com a MD ($n=4$) e MND ($n=4$). Obteve-se resultado significante para MD ($p=0,039$), porém o contraste após análise de variância mostrou que as medidas não foram crescentes, isto é, a avaliação 1 foi menor que a avaliação 2 que foi maior que a avaliação 3, o que demonstra irregularidade no desempenho dos participantes, conforme observado no Gráfico 3. Para MND, não foi encontrada diferença ($p=0,368$).

A Tarefa 4, equivalente a simular alimentação, apresentou uma irregularidade na sua execução, e na avaliação inicial e final só foi realizada com a MD por dois participantes, impossibilitando a análise estatística. Para a MND ($n=3$) não houve diferença estatisticamente significante ($p=0,368$).

Gráfico 3: Medidas de avaliação para TFMJT



A Tarefa 5, de empilhar damas, foi realizada com a MD (n=3) e com a MND (n=3). Em ambos os casos não houve diferença estatisticamente significativa (MD $p=0,717$ e MND, $p=0,717$).

A Tarefa 6, representada por mover objetos grandes e leves, foi realizada com a MD (n=5) e com a MND (n=4). Para as duas mãos, não foram encontrados resultados estatisticamente significantes (MD $p=0,247$ e MND $p=0,472$).

A Tarefa 7, de mover objetos grandes e pesados foi realizada pela MD (n=5) e pela MND (n=4). Para a MD houve resultado estatisticamente significativo ($p=0,074$) se for considerado $p \leq 0,10$, o que pode ser justificado pelo tamanho reduzido da amostra para obtenção de melhor poder do teste. Para a MND não houve resultados estatisticamente significativos ($p=0,174$).

A ausência de resultados significantes pode estar relacionada a diversos fatores, como idade do grupo estudado, tempo de sessão e tempo de intervenção, os quais são muito variáveis. Estudos anteriores com foco na reabilitação de pessoas com PC, variam o tempo de intervenção entre 4 e 20 semanas. O tempo gasto em RV também varia entre 20 a 90 minutos podendo ser praticado entre um a sete dias por semana (ACAR et al., 2016; CHEN et al., 2018; CHIU et al., 2014). Esses dados são provavelmente influenciados pela gravidade da PC, quanto mais grave, menos tempo de tolerância para jogar.

Chen et al (2018), em um estudo de meta análise, mostram que crianças mais jovens que receberam intervenção com RV em casa ou em laboratório e que usaram um sistema de

RV construído por engenheiro tiveram efeito melhor sobre o desempenho de habilidades motoras. Esse estudo mostra que o efeito de RV teve uma associação linear negativa com a idade dos indivíduos na função do braço. Quanto mais jovens os participantes forem, melhor o efeito. Isso é consistente com a ideia de intervenção precoce, pois pessoas mais jovens podem ter mais plasticidade cerebral e adaptabilidade para melhorar sua função motora do que pacientes em idades mais avançadas.

4.3 Análise qualitativa dos depoimentos

Ao final de cada sessão foi colhido um depoimento dos participantes a partir de uma pergunta:

- Qual a sua nota entre zero e dez para o dia de hoje? Justifique. Tem algo mais que você gostaria de dizer sobre hoje?

Ao longo das 15 sessões foram registrados alguns temas que serão tratados como categorias de análise. São elas:

- Sugestões de ajustes técnicos no jogo (dificuldade técnica para execução do jogo, travamento, feedback positivo ou negativo do jogo);
- Preferência entre jogos e entre RVI e RVNI;
- Cansaço, desconforto e frustrações na prática dos jogos e
- Dificuldades nos movimentos necessários para o jogo e percepção de melhora no desempenho.

Categoria 1: Sugestões de ajustes técnicos no jogo (dificuldade técnica para execução do jogo, travamento, feedback positivo ou negativo do jogo) : Todos os participantes possuíram um importante papel no apontamento de melhorias técnicas nos jogos. Mudanças na cor dos gráficos, feedback auditivo e visual, dificuldades com travamento dos jogos ou layout foram referidos como pontos a serem aprimorados para melhor execução das tarefas propostas. As sugestões foram captadas na fala dos participantes após cada sessão:

Sugiro trocar a cor dos blocos para que eu consiga enxergá-los melhor (P1)

Gosto quando o jogo bate palma no final para mostrar que eu acertei (P3)

A música do jogo da nave é chata (P3, P5)

O jogo do bloco é complicado para empilhar porque ele cai (P2)

Gostei do jogo do labirinto, porém ele fica difícil por questões técnicas (bolinha trava) (P5)

Categoria 2: Cansaço, desconforto e frustrações na prática dos jogos: Todos os participantes relataram sintomas de cansaço ou desconforto em algum dos jogos, ocorridos provavelmente devido às dificuldades específicas de cada um deles.

Achei o jogo do bloco cansativo, me deu fadiga (P5)

O jogo do tabuleiro é muito difícil de controlar com o punho (P3)

Gosto do jogo da nave, porém não praticar sempre faz com que eu esqueça algumas coisas (P3)

Prefiro o jogo da maçã porque ele trava menos (P2)

O jogo do labirinto é difícil por ter muita movimentação e pela minha apraxia visual não consigo memorizar (P1)

Hoje vou dar nota 10 porque o jogo não travou (P3)

Categoria 3: Preferência entre jogos e entre RVI e RVNI: Apenas um dos participantes apresentou sintomas após o uso dos óculos de RV. Todos os outros realizaram os jogos das duas maneiras sem intercorrências. As preferências variaram de acordo com as adaptações de cada um.

Achei difícil jogar por causa do peso dos óculos (P5)

Sinto tontura quando jogo com os óculos e minha pressão subiu (P5)

Tanto faz jogar com os óculos ou sem ele não me incomoda (P4)

Prefiro jogar com os óculos por causa da minha deficiência visual (P1)

Categoria 4: Dificuldades nos movimentos necessários para o jogo e percepção de melhora no desempenho: Todos os participantes relataram sentir melhora em seu desempenho e apesar das dificuldades encontradas, gostariam de continuar jogando a fim de superá-las.

Acho que os jogos estão mais fáceis porque estou pegando a prática (P4)

Prefiro jogar o jogo da maçã porque é mais fácil (P2)

Não gostei do jogo do tabuleiro porque faz muito esforço (P2)

Muito difícil controlar o jogo com o punho (P3)

Fiquei feliz porque consegui bater minha meta de pontuação (P5)

A tabela 4 é referente às notas atribuídas aos jogos durante as sessões realizadas. Observa-se que o jogo Merceria foi o melhor avaliado o que é justificado pelo fato de ser o jogo em que os participantes apresentaram maior facilidade tanto para os movimentos quanto para o entendimento das regras propostas. Esse jogo, também foi o primeiro a ser desenvolvido e por consequência pode melhor reestruturado e adaptado às necessidades dos participantes.

Tabela 4: Média de nota para cada jogo em cada sessão

Sessões	Merceria	Nave Espacial	Blocos	Labirinto
Sessão 1	8,3	8,3	-	-
Sessão 2	7,25	-	6,75	-
Sessão 3	-	8,2	8,2	-
Sessão 4	8,8	-	-	5,4
Sessão 5	-	8,2	7,8	-
Sessão 6	8	-	-	6,6
Sessão 7	8,8	8,8	8,8	-
Sessão 8	8	-	8	8
Sessão 9	7,7	7,7	7,7	-
Sessão 10	10	-	8	6,3
Sessão 11	9,3	9,3	10	-
Sessão 12	8	-	8	-
Sessão 13	9,4	9,4	9,4	-
Sessão 14	7	-	7	-
Sessão 15	8,8	8,8	-	-
Sessão 16	9,3	-	9,3	-
Total	118,65	68,7	98,95	26,3

O jogo Blocos aparece com a segunda melhor pontuação, por ter sido um jogo também de fácil adesão às regras proposta, além de proporcionar movimentos, os quais todos os participantes julgaram ser simples e necessários em situações da vida diária. Esse jogo também sofreu alterações ao longo das sessões, estas, requisitadas pelos próprios participantes.

O jogo Nave Espacial, em terceiro lugar, pode ser justificado pelo maior nível de

dificuldade nas ações propostas. Por ser um jogo que acontece em movimento, alguns participantes apresentaram problemas de adaptação. Esse jogo também deve ser realizado de maneira mais rápida e exige maior nível de concentração, o que pode ter ocasionado alguns dos desconfortos apresentados. Além disso, dois deles referiram desmotivação com a música de fundo.

O jogo Labirinto, por ter sido excluído das sessões, apresentou a menor pontuação. No geral, esse jogo não foi bem aceito pelos participantes pelo seu alto nível de complexidade de movimentos. Eles não conseguiram realizar por dificuldades motoras e técnicas, como a falta de compressão das regras propostas.

Na última sessão, foi solicitado um comentário sobre o que mais gostou e o que menos gostou da experiência, relatados a seguir:

Gostei das mudanças que foram feitas nos jogos após meus comentários (P1)

Gostei mais de jogar o jogo da maçã sem óculos (P2)

Gostei mais do jogo da Nave e não senti diferença com e sem os óculos de RV (P3)

O jogo que mais gostei foi o dos blocos e gostei de jogar em RV (P4)

Gostei muito do jogo do labirinto, mas precisa ficar mais claro para facilitar a execução (P5)

Gostei muito de participar (P5)

No geral, todos os participantes manifestaram satisfação e interesse pela experiência vivenciada. Destacam-se alguns relatos e ajustes, os quais foram importantes no processo de intervenção tanto para a parte técnica como para a reabilitação, pois uma vantagem do uso da RV é a facilidade de ajustar a dificuldade do jogo (CHEN et al., 2018).

O participante P1 sentiu-se muito satisfeito por ter sido atendido em suas solicitações para mudanças técnicas. Por ser um participante com rebaixamento visual, atender suas necessidades foi um ponto importante para que ele pudesse continuar a participar da intervenção. Muitas das observações feitas por ele, não seriam notadas por participantes que não apresentam esse tipo de necessidade.

Ressalta-se também, a preferência do participante P3 pelo jogo Nave Espacial. Esse participante, por apresentar uma deficiência motora menos agravante nos membros superiores, obteve maior facilidade na realização desse jogo. Além do fato de ser um participante que já possui a prática de jogos de videogame em sua vida cotidiana, justificando

sua facilidade em lidar com jogos que exigem maior nível de atenção.

Todos os participantes sentiram-se desafiados a melhorar seu desempenho na realização dos jogos, o que pode ser uma consequência das pontuações serem visíveis durante a prática de cada um deles. Além disso, os jogos forneceram feedback auditivo quando a tarefa proposta era realizada com acertos ou com erros, levando os participantes a criarem desafios próprios e em grupo. O feedback positivo pode otimizar o aprendizado em decorrência da motivação aumentada (CHEN et al., 2018). Além disso, a capacidade manual e a realização de tarefas motoras podem ser influenciadas pela motivação e cognição (GOLUBOVIĆ Š, SLAVKOVIĆ S., 2014).

Embora os resultados estatísticos não tenham evidenciado, em sua maioria, por meio de testes com significância, mudanças no desempenho dos participantes em sua função manual, os depoimentos e as discussões ocorridas durante o programa de intervenção possibilitou percepções individuais acerca do próprio desempenho e desencadeou um debate crítico sobre os jogos elaborados, fazendo com que os membros do grupo fossem valorizados em seu papel crítico e colaborativo na construção dos jogos.

Programas de atividades terapêuticas para adultos com PC devem oferecer não apenas oportunidades para vivências motoras, mas devem constituir-se em um espaço crítico e rico para prática de atividades e participação social.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Houve efeito benéfico na manutenção do quadro motor dos participantes, sem resultados estatísticos significantes na maioria das avaliações. O sensor LMC pode ser considerado um dispositivo adequado para o estímulo da função de membros superiores em adultos com PC, bem como o uso do acessório Gear VR. Destaca-se que a usabilidade dos jogos criados por equipes interdisciplinares deve ser avaliada para que os jogos possam ser ajustados de acordo com as necessidades do grupo que irá praticá-los. Sendo assim, a participação ativa dos participantes nos ajustes técnicos e motivacionais dos jogos foi um diferencial para a adesão dos envolvidos.

É importante ressaltar a relevância científica e social dessa pesquisa, pois estratégias de motivação e estimulação em terapias devem ser desenvolvidas, principalmente no tratamento de população adulta com PC, uma vez que esse público, por ter características de sério comprometimento motor, requer atenção para manutenção de sua funcionalidade.

Sugere-se a continuidade de estudos com a RV com grupos de pessoas com PC diversificados pela idade, gravidade do quadro e tempo de intervenção.

6. REFERÊNCIAS

ACAR, G. et al. Efficacy of neurodevelopmental treatment combined with the Nintendo Wii in patients with cerebral palsy. **J Phys Ther Sci**. v. 28, n. 3, p. 774-80, 2016.

ADAMOVICH, S. V. et al. Sensorimotor training in virtual reality: a review. **Neuro Rehabilitation**. Philadelphia, v. 25, n. 1, p. 1-21, 2009.

AFYOUNI, I. et al. Motion-Based Serious Games for Hand Assistive Rehabilitation. **In Proceedings of the 22nd International Conference on Intelligent User Interfaces Companion (IUI '17 Companion)**. ACM, New York, NY, USA, p. 133-136, 2017.

ALIMANOVA, M. et al. Gamification of hand rehabilitation process using virtual reality tools: using leap motion for hand rehabilitation. **In: 1th International conference on robotic computing (IRC)**, p. 336–339, 2017.

ARAKAKI, V. C. et al. Paralisia cerebral - membros superiores: reabilitação. **Acta Fisiátr**. v. 19, n. 2, p. 123-129, 2012.

ARNONI J. L. B. et al. Efeito da intervenção com videogame ativo sobre o autoconceito, equilíbrio, desempenho motor e sucesso adaptativo de crianças com paralisia cerebral: estudo preliminar. **Fisioter e Pesqui**. v. 25, n. 3, p. 294-302, 2018.

ARNONI, J. L. B. et al. Effects of virtual reality in body oscillation and motor performance of children with cerebral palsy: A preliminar randomized controlled clinical trial, **Complementary Therapies in Clinical Practice**, 2019.

ARNOULD, C; BLEYENHEUFT, Y; THONNARD, J. L. Hand functioning in children with cerebral palsy. **Front Neurol**. v. 5 , n. 48, 2014.

ASSIS-MADEIRA, E. A; CARVALHO, S. G; BLASCOVI-ASSIS, S. M. Desempenho funcional de crianças com paralisia cerebral de níveis socioeconômicos alto e baixo. **Revista Paulista de Pediatria** (Impresso). v. 31, p. 51-57, 2013.

AZZAM, A. M. Effect of Hand Function Training on Improvement of Hand Grip Strength in Hemiplegic Cerebral Palsy in Children. **J Nov Physiother**. v. 2, p. 116, 2012.

BARROSO, P. N. et al. Improvement of hand function in children with cerebral palsy via an orthosis that provides wrist extension and thumb abduction. **Clin. Biomechan**. v. 26, p. 937–943, 2011.

BATISTA, T. V. et al. Evaluating User Gestures in Rehabilitation from Electromyographic Signals. **In: IEEE Latim America Transactions**. v. 14, n. 3, p. 1387-1392, 2016.

BORREGO, A. et al. Comparison of Oculus Rift and HTC Vive: feasibility for virtual reality-based exploration, navigation, exergaming, and rehabilitation. **Games Health J.** v. 7, p. 151–156, 2018.

BROMHAM, N. et al. Cerebral palsy in adults: summary of NICE guidance **BMJ.** 364:1806, 2019.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Atenção à Saúde. Departamento de Ações Programáticas Estratégicas. Diretrizes de atenção à pessoa com paralisia cerebral / Ministério da Saúde, Secretaria de Atenção à Saúde, Departamento de Ações Programáticas Estratégicas. – Brasília : Ministério da Saúde, 2014.

BURDEA, G. Rehabilitation systems and methods. **Proceedings of the IEEE International Conference on Virtual Rehabilitation (ICVR)**, 2015.

BURDEA, G. et al. Long-Term Hand Tele-Rehabilitation on the PlayStation 3: Benefits and Challenges, **IEEE Engineering in Medicine and Biology Congress (EMBC)**, Boston, USA, p. 1835- 1838, 2011.

BUTT, A. H. et al. Leap motion evaluation for assessment of upper limb motor skills in Parkinson's disease; **Proceedings of the 2017 International Conference on Rehabilitation Robotics (ICORR)**, London, UK. p. 116–121, 17–20 July, 2017.

CAPORRINO, F. A. et al. Estudo populacional da força de preensão palmar com dinamômetro Jamar. **Revista Brasileira de Ortopedia**, São Paulo, v. 33, n. 2, p. 150-154, 1998.

CARVALHO, B. A.; CARROGI-VIANNA, D.; BLASCOVI-ASSIS, S. M. Influência do uso do Nintendo® Wii- na destreza e na força de preensão manuais: estudo de caso na distrofia muscular de Becker. **ConScientiae Saúde**, v. 13, 2014.

CHEN, Y. P.; LEE, S. Y.; HOWARD, A. M. Effect of virtual reality on upper extremity function in children with cerebral palsy: a meta-analysis. **Pediatr Phys Ther.** v. 26, p. 289–300, 2014.

CHEN, Y. P; FANCHIANG, H.D; HOWARD, A. Effectiveness of Virtual Reality in Children With Cerebral Palsy: A Systematic Review and Meta-Analysis of Randomized Controlled Trials, **Physical Therapy.** V. 98, n. 1, p. 63–77, 2018.

CHIU, H.C; ADA, L; LEE, H.M. Upper limb training using Wii Sports Resort™ for children with hemiplegic cerebral palsy: a randomized, single-blind trial. **Clinical Rehabilitation**, v. 28, n. 10, p. 1015–1024, 2014.

CONOVER, W. J. Practical nonparametric statistics. **3. ed. Wiley series in probability and statistics.** Applied probability and statistics section. John Wiley & Sons: New York, 1999.

CORRÊA, A. G. D.; et al. Gear VR and leap motion sensor applied in virtual rehabilitation for manual function training In: **REHAB 2019: 5th Workshop on ICTs for improving Patients Rehabilitation Research Techniques**, Popayan Columbia, p.148, 2019.

CORREA, A. G. D.; KINTSCHNER, N. R.; BLASCOVI-ASSIS, S. M. System of Upper Limb Motor Rehabilitation Training Using Leap Motion and Gear VR in Sessions of Home Game Therapy In: **2019 IEEE Symposium on Computers and Communications (ISCC)**. Barcelona, p.1097, 2019.

DeCS. Descritores em Ciências da Saúde. Ed. rev. e ampl. São Paulo: BIREME / OPAS / OMS, 2017. Disponível em: < <http://decs.bvsalud.org> >. Acesso em 10 de jun. 2019.

DOMENECH, A. C. P. et al. Cerebral palsy: the meaning of physical therapy for mother caregivers. **Fisioter. mov**, Curitiba , v. 29, n. 4, p. 757-766, Dec, 2016.

ELIASSON A. C. et al. The Manual Ability Classification System (MACS) for children with cerebral palsy: scale development and evidence of validity and reliability. **Developmental Medicine and Child Neurology**. v. 48, p. 549-554, 2006.

FERREIRO, K.; SANTOS, R. D.; CONFORTO, A. Psychometric properties of the Portuguese version of the Jebsen-Taylor test for adults with mild hemiparesis. **Rev. Bras. Fisioter.** v. 14, n. 5, p. 377-82, 2010.

FIGUEIREDO, I. M. et al. Teste de força de preensão utilizando o dinamômetro Jamar. **Acta Fisiátr.** v. 14, n. 2, p. 104-110, 2007.

GERBER, C. N.; KUNZ, B.; HEDEL, H. J. Preparing a neuropediatric upper limb exergame rehabilitation system for home-use: A feasibility study. **Journal of Neuroengineering and Rehabilitation**, v. 13, n. 33, 2016.

GHAI, S; GHAI I. Virtual Reality Enhances Gait in Cerebral Palsy: A Training Dose-Response Meta-Analysis. **Front Neurol.** v. 10, p. 236, 26 Mar 2019.

GOLOMB, M. et al. "In-home virtual reality videogame telerehabilitation in children with hemiplegic cerebral palsy," Arch. Phys. **Med. Rehabil.**, v. 91, p. 1–18, Jan. 2010.

GOLUBOVIĆ, Š; SLAVKOVIĆ, S. Manual ability and manual dexterity in children with cerebral palsy. Hippokratia. v. 18, n. 4, p. 310–4, 2014.

GRAHAM, H. K. et al. Cerebral palsy. **Nat Rev Dis Primers.** v. 2:15082, 2016.

HIRATUKA, M. P. Adaptação transcultural para o Brasil do sistema de classificação da função motora grossa (GMFCS). **Revista Brasileira de Fisioterapia**, v.14, n.6, p.537-44, São Carlos, nov/dez. 2010.

HUBER, M. et al. Feasibility of modified remotely monitored in-home gaming technology for

improving hand function in adolescents with cerebral palsy. **IEEE Transactions on Information Technology in Biomedicine**, vol. 14, n. 2, 2010.

IOSA, M. et al. Leap motion controlled videogame-based therapy for rehabilitation of elderly patients with subacute stroke: a feasibility pilot study, **Topics in Stroke Rehabilitation**, v. 22, n. 4, p. 306-316, 2015.

JAMES, S. et al. Randomized controlled trial of web-based multimodal therapy for unilateral cerebral palsy to improve occupational performance. **Dev Med Child Neurol**; v. 57, p. 530–538, 2015.

JEBSEN, R. H. et al. An objective and standardized test of hand function. **Archives of Physical Medicine and Rehabilitation**; v. 6, p. 311-319, 1969.

JUNIOR, R. S. M. et al. Efeito da reabilitação virtual em diferentes tipos de tratamento: artigo de revisão. **Rev Bra Cienc Saúde**. v. 9, n. 29, p. 56-62, 2011.

KIM, J. M. Cerebral Palsy Update - Focusing on the Treatments and Interventions. **Hanyang Medical Reviews**, 2016.

KINTSCHNER, N. R.; CORREA, A. G. D; BLASCOVI-ASSIS, S. M. Realidade virtual controlada por sensores de detecção de movimentos das mãos aplicada aos transtornos do desenvolvimento. In: Cibelle Albuquerque de la Higuera Amato; Decio Brunoni; Paulo Sérgio Boggio. (Org.). **Distúrbios do Desenvolvimento: Estudos Interdisciplinares**. 1ed.São Paulo: Editora Memnon, p. 443-454

KOCH, H. G. B. et al. Therapeutic climbing: a possibility of intervention for children with cerebral palsy. **Acta Fisiátrica**. v. 22, n. 1, mar, 2015.

LARSEN, L. R. et al. Field assessment of balance in 10 to 14 year old children, reproducibility and validity of the Nintendo® Wii board. **Bio Med Central Pediatrics**, v. 14, n. 1, p. 144, 2014.

LEAP MOTION. Disponível em: <<https://www.leapmotion.com/>> Acesso em 06 de junho de 2019.

LEE, W. C. et al. “Using health games for rehabilitation of patients with infantile cerebral palsy.,” **J. Phys. Ther. Sci**. vol. 28, n. 8, p. 2293– 8, 2016.

LOPES, S. et al. Games Used With Serious Purposes: A Systematic Review of Interventions in Patients With Cerebral Palsy. **Front Psychol**. v. 9. n. 17, p. 12, 2018.

LUCENA, N. M. G. et al. Lateralidade manual, ocular e dos membros inferiores e sua relação com déficit de organização espacial em escolares. **Revista Estudos de Psicologia**, v.27, n.1, Campinas – SP, p. 3-11, 2010.

LÜDKE, M.; ANDRÉ, M. E. D. A. Pesquisa em educação: abordagens qualitativas. São Paulo: EPU, 1986.

MARGRE, A. L. M.; REIS, M. G. L.; MORAIS, R. L. S. Caracterização de adultos com paralisia cerebral. **Rev. bras. fisioter.**, São Carlos , v. 14, n. 5, p. 417-425, Oct, 2010.

MASSETTI, T. et al. Motor learning through virtual reality in cerebral palsy-a literature review. **MedicalExpress**. v. 1, p. 302-6, 2014.

MATHIOWETZ, V. et al. Adult Norms for the Box and Block Test of Manual Dexterity. **American Journal of Occupational Therapy**, v. 39, p. 386-391, jun, 1985.

MENDES, F. et al. Teste de destreza manual da caixa e blocos em indivíduos normais e em pacientes com esclerose múltipla. **Arq. Neuro-Psiquiatr**. v. 59, n. 4, p. 889-894, 2001.

MENDES, J. L. V. et al. O Aumento da População Idosa no Brasil e o Envelhecimento nas Últimas Décadas: Uma Revisão da Literatura. **REMAS-Revista Educação, Meio Ambiente e Saúde**, v. 8, n. 1, p. 13-26, 2018.

MENEZES, E da C.; SANTOS, F. A. H.; ALVES, F. L. Disfagia na paralisia cerebral: uma revisão sistemática. **Rev. CEFAC**, São Paulo , v. 19, n. 4, p. 565-574, Aug, 2017.

MOFFET, H. et al. In-Home Telerehabilitation Compared with Face-to-Face Rehabilitation After Total Knee Arthroplasty: A Noninferiority Randomized Controlled Trial. **Journal of Bone Joint Surgery**, v. 97, n. 14, p. 1129-1141, 2015.

MONTEIRO-JUNIOR, R. S.; CARVALHO, R. J. P. Efeito da Reabilitação Virtual em Diferentes Tipos de Tratamento. **Revista Brasileira de Ciências da Saúde**, v. 9, n. 29, p. 53-66, 2011.

MORAN, C. A. M. et al. A Prática do Exercício Físico e o Videogame no Século XXI. **Revista DERC Departamento de Ergometria, Exercício e Reabilitação Cardiovascular da Sociedade Brasileira de Cardiologia**, v. 20, n. 1, 2014.

MOREIRA, D. Avaliação da força de preensão palmar em pacientes portadores de hanseníase atendidos em nível ambulatorial no Distrito Federal. 2003. 107f. Tese (Doutorado em Ciências da Saúde) - Universidade de Brasília, Brasília, 2003.

MORO, C., ŠTROMBERGA, Z., STIRLING, A. Virtualisation devices for student learning: Comparison between desktop-based (Oculus Rift) and mobile-based (Gear VR) virtual reality in medical and health science education. **Australasian Journal of Educational Technology**, v. 33, n.6, 2017.

NICE. Cerebral palsy in adults (guideline), jan 2019. Disponível em: www.nice.org.uk/guidance/ng119 Acesso em 12/02/2020.

NIECHWIEJ-SZWEDO, E. et al. Evaluation of the Leap Motion Controller during the performance of visually-guided upper limb movements. **PLoS ONE**. v. 13, n. 3, 2018.

OLIVEIRA, J. M. et al. “Novel virtual environment for alternative treatment of children with cerebral palsy,” **Computational Intelligence and Neuroscience**, vol. 2016, Article ID 8984379, 2016.

OÑA, E. D. et al. “Effectiveness of Serious Games for Leap Motion on the Functionality of the Upper Limb in Parkinson’s Disease: A Feasibility Study,” **Computational Intelligence and Neuroscience**, vol. 2018, Article ID 7148427, 17 pages, 2018.

PARRY, I. et al. A pilot prospective randomized control trial comparing exercises using videogame therapy to standard physical therapy: 6 Months follow-up. **Journal of Burn Care and Research**. v. 36, n. 5, p. 534-544, Oct 2015.

PAVÃO, S. L. et al. Impact of a virtual reality-based inter-vention on motor performance and balance of a child with cerebral palsy: a case study. **Rev Paul Pediatr**. v. 32, n. 4, p. 389-94, 2014.

PERES, L. W. et al. Estratégias lúdicas na reabilitação motora de crianças com paralisia cerebral: revisão integrativa. **Rev. Eletr. Enf.** [Internet]. 2018. [acesso em: 27/05/2019; 20:v20a25. Disponível em: <https://doi.org/10.5216/ree.v20.50936>.

PETERS, C. et al. An integrative review of assessments used in occupational therapy interventions for children with cerebral palsy. **Cad. Bras. Ter. Ocup.**, São Carlos , v. 27, n. 1, p. 168-185, Jan, 2019.

PINHEIRO, I. M.; SANTOS, D. M. Telereabilitação no Tratamento de Disfunções Neurológicas: revisão narrativa. **Revista Scientia**, v. 1, n. 1, p. 96-106, 2016.

POOLE, J. I. Measures of hand function: Arthritis Hand Function Test (AHFT), Australian Canadian Osteoarthritis Hand Index (AUSCAN), Cochin Hand Function Scale, Functional Index for Hand Osteoarthritis (FIHOA), Grip Ability Test (GAT), Jebsen Hand Function Test (JHFT), and Michigan Hand Outcomes Questionnaire (MHQ). **Arthritis Care e Research**. v. 63, n.11, p. 189–199, 2011.

PRIOSTI, P. A. et al. Força de preensão e destreza manual na criança com Síndrome de Down. **Fisioterapia e Pesquisa**, v. 20, p. 278-285, 2013.

RATHINAM, C. et al. Effectiveness of virtual reality in the treatment of hand function in children with cerebral palsy: A systematic review. **Journal of Hand Therapy**, 2018.

REICHARDT, D.; ELNAGGAR, A. Digitizing The Hand Rehabilitation Using the Serious Games Methodology With a User-Centered Design Approach, 2016.

REIS, M. M.; ARANTES, P. M. M. Medida da força de preensão manual- validade e

confiabilidade do dinamômetro saehan. **Fisioter. Pesqui.**, São Paulo , v. 18, n. 2, p. 176-181, June, 2011.

ROSENBAUM, P. et al. A report: the definition and clas-sification of cerebral palsy. **Dev Med Child Neurol.** p. 49:9-14, 2007.

SAAD, P. M. Os desafios do envelhecimento populacional na América Latina. Sumários **Revista da ESPM**, v. 24, n. 4, p. 82-87, 2019.

SANCHEZ, V. L. A. et al. “BeeSmart: A Gesture-Based Videogame to Support Literacy and Eye-Hand Coordination of Children with Down Syndrome”, in **International Conference on Games and Learning Alliance**, Springer, Cham, p. 43–53, November, 2017.

SHAHRBANIAN, S. et al. Use of virtual reality (immersive vs. non immersive) for pain management in children and adults: A systematic review of evidence from randomized controlled trials. **Eur. J. Exp. Biol.** v. 2, n. 5, p. 1408-1422, 2012.

SHIN, J. W.; SONG, G. B.; HWANGBO, G. Effects of conventional neurological treatment and a virtual reality training program on eye-hand coordination in children with cerebral palsy. **J Phys Ther Sci.** v. 27, n. 7, p. 2151–2154, 2015.

SIEGEL, S.; CASTELLAN JR., N. J. **Estatística não-paramétrica para ciências do comportamento.** Métodos de Pesquisa. 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 2008.

SILVA, A. S.; VALENCIANO, P. J.; FUJISAWA, D. S. Playing in Pediatric Physical Therapy: Literature Review. **Rev. bras. educ. espec.**, Marília, v. 23, n. 4, p. 623-636, Dec, 2017.

SKIRVEN, T. M. et al. **Rehabilitation of the Hand and Upper Extremity.** 6th ed. Philadelphia: Mosby Elsevier; 2011.

SOARES, N. M. et al. Terapia baseada em realidade virtual usando o Leap Motion Controller para reabilitação do membro superior após acidente vascular cerebral. v. 27, n. 2, 2017.

STARK, C. et al. Early vibration assisted Physiotherapy in toddlers with cerebral palsy – a randomized controlled pilot trial. v. 16, n. 3, p. 183-192, 2016.

STRAUSS, D. et al. Life expectancy in cerebral palsy: an update. **Dev Med Child Neurol.** v. 50, n. 7, p. 487-93, 2008.

TARAKCI, E. et al. Leap Motion Controller–based training for upper extremity rehabilitation in children and adolescents with physical disabilities: A randomized controlled trial. **Journal of Hand Therapy.** p.1-8, 2019.

TEO, W. P. et al. Does a Combination of Virtual Reality, Neuromodulation and Neuroimaging Provide a Comprehensive Platform for Neurorehabilitation? - A Narrative Review of the Literature. **Front Hum Neurosci.** v. 24, n. 10, p. 284, Jun, 2016.

TORI, R; HOUNSELL, MS. (ed.). Introdução à realidade virtual e aumentada. Porto Alegre: SBC; 2018.

TURCO, B. P. CYMROT, R.; BLASCOVI-ASSIS, S. Caracterização do desempenho de destreza manual pelo teste caixa e blocos em crianças e adolescentes brasileiros. **Revista de Terapia Ocupacional da Universidade de São Paulo**, v. 29, n. 2, p. 164-169, 2018.

VALDES, B. A. et al. “Application of commercial games for home-based rehabilitation for people with hemiparesis: Challenges and lessons learned”, **Games for health journal**, vol. 7, n. 3, pp. 197–207, June, 2018.

VAN MEETEREN, J. et al. Grip strength parameters and functional activities in young adults with unilateral cerebral palsy compared with healthy subjects. **J Rehabil Med** v. 39, p598–604, 2007.

ZANINI, G.; CEMIN, N. F.; NIQUE PERALLES, S. PARALISIA CEREBRAL: causas e prevalências. **Fisioterapia em Movimento**, [S.l.], v. 22, n. 3, set, 2017.

ZHU, G. C.; YUYING, S. M.; ENRUI, L. A Series of Leap Motion-Based Matching Games for Enhancing the Fine Motor Skills of Children with Autism, 2015.

WU, Y. T. et al. “Evaluation of leap motion control for hand rehabilitation in burn patients: An experience in the dust explosion disaster in Formosa Fun Coast.” **Burns : journal of the International Society for Burn Injuries**, 2018.

YANCOSEK K. E.; HOWELL D. A narrative review of dexterity assessments, **Journal of Hand Therapy**, v. 22, p. 258–270, 2009.

YUMINAKA, Y. et al. “Rehabilitation Assistance Using Motion Capture Devices and Virtual Reality Feedback”, **Applied Mechanics and Materials**, vol. 888, n. 1, p. 37–42, February, 2019.

ANEXO 1- TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Participantes da Pesquisa

Gostaríamos de convidá-lo a participar do projeto de pesquisa: “**Sistema de Auto-reabilitação Motora baseado em Tecnologia Wearable**”, que se propõe a desenvolver um sistema de realidade virtual para reabilitação de membros superiores para pessoas com Paralisia Cerebral. Os dados para o estudo serão coletados por meio do preenchimento de uma ficha de identificação (entrevista com os Responsáveis) e por uma avaliação por meio dos Testes de Função Manual Jebsen-Taylor (TFMJT) e Teste Caixa e Blocos (TCB). Os instrumentos de avaliação serão aplicados por um dos pesquisadores integrantes do grupo, antes e após um programa de intervenção baseado na prática de jogos virtuais. Tanto os instrumentos de coleta de dados quanto o contato interpessoal oferecem riscos mínimos aos participantes (No caso pode haver cansaço ou desinteresse pelo tema proposto. Os procedimentos de intervenção podem causar algum desconforto temporário, porém os participantes têm total liberdade para a descontinuidade no estudo). Os benefícios do estudo estão voltados ao maior conhecimento sobre o referido tema na população estudada e na definição de melhores estratégias de avaliação e intervenção para desenvolvimento da função manual.

Em qualquer etapa do estudo você terá acesso ao Pesquisador Responsável para o esclarecimento de eventuais dúvidas (no endereço abaixo), e terá o direito de retirar a permissão para participar do estudo a qualquer momento, sem qualquer penalidade ou prejuízo. As informações coletadas serão analisadas em conjunto com a de outros participantes e será garantido o sigilo, a privacidade e a confidencialidade das questões respondidas, sendo resguardado o nome dos participantes (apenas o Pesquisador Responsável terá acesso a essa informação), bem como a identificação do local da coleta de dados.

Caso você tenha alguma consideração ou dúvida sobre os aspectos éticos da pesquisa, poderá entrar em contato com o **Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Presbiteriana Mackenzie** “é um Colegiado interdisciplinar, com *munus público*, de caráter consultivo, deliberativo e educativo, criado para defender os interesses dos participantes da pesquisa em sua integridade e dignidade, e para contribuir no desenvolvimento da pesquisa dentro de padrões éticos” - Rua da Consolação, 896 - Ed. João Calvino – 4º andar sala 400 – telefone 2766-7615. E-mail: prpg.pesq.etica@mackenzie.br

Desde já agradecemos a sua colaboração. Este documento é elaborado em duas vias, uma para o pesquisador e outra para o participante.

Declaro que li e entendi os objetivos deste estudo, e que as dúvidas que tive foram esclarecidas pelo Pesquisador Responsável. Estou ciente que a participação é voluntária, e que, a qualquer momento tenho o direito de obter outros esclarecimentos sobre a pesquisa e de retirar a permissão para participar da mesma, sem qualquer penalidade ou prejuízo.

Nome do Participante da Pesquisa:

Assinatura do Participante da Pesquisa:

Declaro que expliquei ao Participante da Pesquisa os procedimentos a serem realizados neste estudo, seus eventuais riscos/desconfortos, possibilidade de retirar-se da pesquisa sem qualquer penalidade ou prejuízo, assim como esclareci as dúvidas apresentadas.

São Paulo, ___ de _____ de _____.

Profa. Dra. Ana Grasielle Dionísio Corrêa
(Pesquisador responsável pela pesquisa)
telefone: (11)971132466, endereço eletrônico:anagrasi@gmail.com

Nome da Instituição: Universidade Presbiteriana Mackenzie
Endereço: Rua da Consolação, 896, prédio 28
Telefone e e-mail para contato: (11) 2114-8707

ANEXO 2- TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Instituição Participante

Gostaríamos de convidá-lo a participar do projeto de pesquisa: “**Sistema de Auto-reabilitação Motora baseado em Tecnologia Wearable**”, que se propõe a **desenvolver um sistema de realidade virtual para reabilitação de membros superiores para pessoas com Paralisia Cerebral**. Os dados para o estudo serão coletados por meio do preenchimento de uma ficha de identificação (entrevista com os Responsáveis) e por uma avaliação por meio dos Testes de Função Manual Jebsen-Taylor (TFMJT) e Teste Caixa e Blocos (TCB). Os instrumentos de avaliação serão aplicados por um dos pesquisadores integrantes do grupo, antes e após um programa de intervenção baseado na prática de jogos virtuais. Tanto os instrumentos de coleta de dados quanto o contato interpessoal oferecem riscos mínimos aos participantes (No caso pode haver cansaço ou desinteresse pelo tema proposto. Os procedimentos de intervenção podem causar algum desconforto temporário, porém os participantes têm total liberdade para a descontinuidade no estudo). Os benefícios do estudo estão voltados ao maior conhecimento sobre o referido tema na população estudada e na definição de melhores estratégias de avaliação e intervenção para desenvolvimento da função manual.

Em qualquer etapa do estudo você terá acesso ao Pesquisador Responsável para o esclarecimento de eventuais dúvidas (no endereço abaixo), e terá o direito de retirar a permissão para participar do estudo a qualquer momento, sem qualquer penalidade ou prejuízo. As informações coletadas serão analisadas em conjunto com a de outros participantes e será garantido o sigilo, a privacidade e a confidencialidade das questões respondidas, sendo resguardado o nome dos participantes (apenas o Pesquisador Responsável terá acesso a essa informação), bem como a identificação do local da coleta de dados.

Caso você tenha alguma consideração ou dúvida sobre os aspectos éticos da pesquisa, poderá entrar em contato com o **Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Presbiteriana Mackenzie** “é um Colegiado interdisciplinar, com *munus público*, de caráter consultivo, deliberativo e educativo, criado para defender os interesses dos participantes da pesquisa em sua integridade e dignidade, e para contribuir no desenvolvimento da pesquisa dentro de padrões éticos” - Rua da Consolação, 896 - Ed. João Calvino – 4º andar sala 400 – telefone 2766-7615. E-mail: prpg.pesq.etica@mackenzie.br

Desde já agradecemos a sua colaboração. Este documento é elaborado em duas vias, uma para o pesquisador e outra para a instituição.

Declaro que li e entendi os objetivos deste estudo, e que as dúvidas que tive foram esclarecidas pelo Pesquisador Responsável. Estou ciente que a participação é voluntária, e que, a qualquer momento tenho o direito de obter outros esclarecimentos sobre a pesquisa e de retirar a permissão para participar da mesma, sem qualquer penalidade ou prejuízo.

Nome do Responsável pela Instituição onde será realizada a pesquisa:

Assinatura do Responsável pela Instituição:

Declaro que expliquei ao Responsável pelo Participante da Pesquisa os procedimentos a serem realizados neste estudo, seus eventuais riscos/desconfortos, possibilidade de retirar-se da pesquisa sem qualquer penalidade ou prejuízo, assim como esclareci as dúvidas apresentadas.

São Paulo, ___ de _____ de _____.

Profa. Dra. Ana Grasielle Dionísio Corrêa
(Pesquisador responsável pela pesquisa)
telefone: (11)971132466, endereço eletrônico:anagradi@gmail.com

Nome da Instituição: Universidade Presbiteriana Mackenzie
Endereço: Rua da Consolação, 896, prédio 28
Telefone e e-mail para contato: (11) 2114-8707