



UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
FACULDADE DE ENGENHARIA ELÉTRICA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA BIOMÉDICA

CAROLINE ARAÚJO MARQUEZ VALENTINI

**Protocolo para condução de cadeira de rodas motorizada usando
realidade virtual**

UBERLÂNDIA – MINAS GERAIS

2019

CAROLINE ARAÚJO MARQUEZ VALENTINI

**Protocolo para condução de cadeira de rodas motorizada usando
realidade virtual**

Dissertação de mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Biomédica da Universidade Federal de Uberlândia, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Ciências.

Área de Concentração: Engenharia Biomédica

Linha de Pesquisa: Reabilitação e Tecnologia Assistiva

Prof. Dr. Eduardo Lázaro Martins Naves
Orientador

Prof. Edgard Afonso Lamounier Júnior, PhD
Coordenador do curso de Pós-graduação

UBERLÂNDIA – MINAS GERAIS

2019

Ficha Catalográfica Online do Sistema de Bibliotecas da UFU
com dados informados pelo(a) próprio(a) autor(a).

V161 2019	Valentini, Caroline Araújo Marquez, 1986- Protocolo para condução de cadeira de rodas motorizada usando realidade virtual [recurso eletrônico] / Caroline Araújo Marquez Valentini. - 2019. Orientador: Eduardo Lázaro Martins Naves. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Uberlândia, Pós-graduação em Engenharia Biomédica. Modo de acesso: Internet. Disponível em: http://dx.doi.org/10.14393/ufu.di. 2019.2048 Inclui bibliografia. Inclui ilustrações. 1. Engenharia biomédica. I. Lázaro Martins Naves , Eduardo , 1970-, (Orient.). II. Universidade Federal de Uberlândia. Pós-graduação em Engenharia Biomédica. III. Título. CDU: 62:61
--------------	---

Bibliotecários responsáveis pela estrutura de acordo com o AACR2:
Gizele Cristine Nunes do Couto - CRB6/2091
Nelson Marcos Ferreira - CRB6/3074



UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA

ATA DE DEFESA

Programa de Pós-Graduação em:	Engenharia Biomédica				
Defesa de:	Dissertação de Mestrado Acadêmico, número 045, PPGEB				
Data:	vinte e seis de fevereiro de dois mil e dezenove	Hora de início:	14 horas	Hora de encerramento:	16:15
Matrícula do Discente:	11622EBI003				
Nome do Discente:	Caroline Araújo Marquez Valentini				
Título do Trabalho:	Protocolo para condução de cadeira de rodas motorizada usando realidade virtual				
Área de concentração:	Engenharia Biomédica				
Linha de pesquisa:	Engenharia de Reabilitação e Tecnologias Assistivas				
Projeto de Pesquisa de vinculação:	Sistema multimodal para treinamento a distância em ambiente virtual ou de realidade aumentada destinado aos usuários de cadeiras de rodas motorizadas.				

Reuniu-se no Anfiteatro do Bloco 1E, Campus Santa Mônica, da Universidade Federal de Uberlândia, a Banca Examinadora, designada pelo Colegiado do Programa de Pós-graduação em Engenharia Biomédica, assim composta: Professores Doutores: Edgard Afonso Lamounier Júnior Interno - UFU; Alessandra Cavalcanti de Albuquerque e Souza - UFTM; Eduardo Lázaro Martins Naves - UFU; orientador(a) do(a) candidato(a).

Iniciando os trabalhos o(a) presidente da mesa, Dr(a). Eduardo Lázaro Martins Naves, apresentou a Comissão Examinadora e o candidato(a), agradeceu a presença do público, e concedeu ao Discente a palavra para a exposição do seu trabalho. A duração da apresentação do Discente e o tempo de arguição e resposta foram conforme as normas do Programa.

A seguir o senhor(a) presidente concedeu a palavra, pela ordem sucessivamente, aos(às) examinadores(as), que passaram a arguir o(a) candidato(a). Ultimada a arguição, que se desenvolveu dentro dos termos regimentais, a Banca, em sessão secreta, atribuiu o resultado final, considerando o(a) candidato(a):

Aprovado(a).

Esta defesa faz parte dos requisitos necessários à obtenção do título de **Mestre**.

O competente diploma será expedido após cumprimento dos demais requisitos, conforme as normas do Programa, a legislação pertinente e a regulamentação interna da UFU.

Nada mais havendo a tratar foram encerrados os trabalhos. Foi lavrada a presente ata que após lida e achada conforme foi assinada pela Banca Examinadora.



Documento assinado eletronicamente por **Alessandra Cavalcanti de Albuquerque e Souza**, Usuário Externo, em 28/02/2019, às 14:20, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Eduardo Lazaro Martins Naves, Professor(a) do Magistério Superior**, em 28/02/2019, às 14:52, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Edgard Afonso Lamounier Junior, Coordenador(a)**, em 28/02/2019, às 14:58, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site https://www.sei.ufu.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **1058380** e o código CRC **4C4CB3C9**.

Referência: Processo nº 23117.014723/2019-01

SEI nº 1058380

CAROLINE ARAÚJO MARQUEZ VALENTINI

**Protocolo para condução de cadeira de rodas motorizada usando
realidade virtual**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Uberlândia,
perante a banca de examinadores abaixo, como requisito parcial para a
obtenção do título de Mestre em Ciências.

Banca Examinadora:

Prof. Dr. Eduardo Lázaro Martins Naves - Orientador

Prof. Edgard Afonso Lamounier Júnior, PhD - UFU

Profa. Dra. Alessandra Cavalcanti A e Souza - UFTM

*A Jesus e Maria que intercedem por mim, aos meus
amados pais Rinaldo e Salma, a minha irmã Rafaella
seus filhos Bento e Maria, meu companheiro desta e de
muitas vidas Eduardo e minhas queridas Vovós Lili e
Lucinda...*

Agradecimentos

Agradeço a Deus, Senhor da vida por minha vida, pela proteção, amparo e bênçãos em minha caminhada, me sustentando com coragem, fé e gratidão. A Nossa Senhora, por sua intercessão, e por renovar dentro no meu coração os meus propósitos nesta vida.

Aos meus amados pais Rinaldo e Salma, que me proporcionaram a viver a vida com essência e respeito ao próximo. Meu amado pai vivo em nossos corações, que o Senhor esteja em paz na luz eterna. Minha Mãe, guerreira, minha inspiradora a trilhar essa vida, com coragem no peito e sorriso no rosto. Obrigada pelo amor por mim, e por ser desde a minha infância meu exemplo de garra, determinação, justiça e amor ao próximo.

A minha irmã, Rafaella, por ser minha escora, a minha tranquilidade na irmandade, a certeza de que nunca estou só nesta vida. Por se dispor comigo a segurar a barra dessa vida sem desânimo. Aos seus filhos, “minhas vidinhas:” Bento e Maria, por serem Luz e Bênçãos de Deus em nossas vidas. Ao Marcos, por todo apoio e cuidado conosco.

Ao meu amado companheiro Eduardo, pelo incentivo, apoio, paciência, suporte e amor dedicados a mim em todos os meus projetos e sonhos. Obrigada Senhor por nos proporcionar a vida juntos.

Às minhas avós Eulália e Lucinda, pelo amor por mim. Vovó Lili, por ser Luz, Guia, e interceder em mim mesmo em outro plano. Vovó Lucinda, por todo apoio e toda acolhida nesta vida. Por me permitir ser terapeuta em sua vida. À minha família amada. Por me amar tanto e acreditar em mim, por ser torcida e presença constante em minha vida. À minha querida Tia Virgínia, que está viva em meu coração e nas minhas atitudes e ações diárias de simplicidade e generosidade.

À Gisele, por ser minha parceira da vida, colega de profissão e comadre. Por partilhar comigo os desafios desta vida, pelo amor à nossa Barbara, por me escolher e me incentivar em fazer da felicidade uma opção de vida.

Ao meu orientador, Eduardo, que desde o começo, me incentivou a não desistir, e que acreditou que eu poderia compartilhar conhecimento e experiência. Obrigada pela paciência, pela ajuda, pela parceria e por todos os ensinamentos, que levarei para vida pessoal e profissional. Ganhei um grande amigo e parceiro nesta vida.

A todos os professores que participaram da minha trajetória na Universidade. Pelas aulas, conhecimentos partilhados e experiências para seguir a carreira docente. Em especial,

ao Prof. Edgard, por compartilhar sua sabedoria e dedicação ao que faz, pelo apoio constante, por toda confiança em meu trabalho e minhas ações.

Aos meus colegas de disciplina, e a todos os alunos dos laboratórios que foram essenciais para concluir os trabalhos, definir os propósitos e objetivos para seguir e ir adiante. Muito obrigada!

Aos que participaram ativamente da execução, elaboração, colaboração e inspiração para este trabalho: Ludymila, Isabelas, Daniel, Felipe, Andressa, Camille, Thiago, Ellen, Luiza, Dani e Ângela. Minha gratidão pelo apoio de todas as horas. Muito, muito Obrigada! E a todos os outros alunos e profissionais envolvidos nesta caminhada.

À querida Dra Neuza, sempre serei grata aos ensinamentos, apoio, paciência e atenção. Natália, por todos os momentos que passamos e a amizade verdadeira que construímos. Obrigada pelo incentivo ao meu crescimento como pessoa e profissional. À AACD, onde eu escolhi atuar e compartilhar todo aprendizado acumulado em 10 anos de profissão. Ao Dr João Eduardo e a Gestão Administrativa por confiar nos meus projetos, estudos e boas ações desenvolvidas e planejadas para nossa Instituição.

À minha equipe do setor de Terapia Ocupacional, por todos os dias de convivência, experiências, respeito e amor compartilhado à nossa profissão, por todo apoio diário, confiança, amor aos nossos participantes. As colegas da AACD que participaram e torceram para este projeto. Aos nossos voluntários, que se dedicam a amar o que fazem e por nos escolherem.

Aos meus amigos desta vida, que estão perto ou longe, mas que estão e estarão comigo em todas as circunstâncias. Às TO's que a vida me presenteou e que preenchem minha vida de parceria, companheirismo e amor ao que fazemos.

Aos participantes e as pessoas com deficiência, que se entregam as nossas intervenções, confiam em nossas atuações. Todo nosso esforço terapêutico e acadêmico são para vocês.

Obrigada por toda atenção, apoio, confiança, estímulo e lição compartilhada.

“Eu não sou o que me acontece. Eu sou o que eu escolho me tornar.”

Carl Jung

Resumo

Os serviços de concessão de equipamentos de Tecnologia Assistiva (TA) do Sistema Único de Saúde e os centros responsáveis pela dispensação desses equipamentos devem considerar critérios de elegibilidade para prescrição de cadeira de rodas motorizada (CRM), assim como devem realizar treinamento que garanta segurança e autonomia do usuário para uso da TA. Considerações pontuadas na legislação são lacunas para a inserção de protocolos sistematizados, para acompanhamento dos processos e serviços de TA. O uso de tecnologia sem treinamento adequado além de contribuir para o abandono do equipamento é um risco para o usuário e para o contexto no qual desempenha suas tarefas e atividades. Dificuldades como transpor barreiras, realizar curvas e resolver situações imprevistas exigem manobras específicas na CRM que podem restringir a participação social e a reinserção do usuário em suas ocupações diárias. A Realidade Virtual (RV) se destaca como uma solução, pois a pessoa com deficiência realiza treinamento e se adapta à tecnologia em situações livres de riscos, transpondo e aprimorando habilidades em ambientes virtuais que serão mais tarde incorporados em seu contexto diário. Este estudo selecionou 06 usuários de cadeira de rodas motorizada com lesão medular, de 18 a 90 anos, que cumpriram os critérios de elegibilidade. Desenvolveu-se e foi aplicado um protocolo adaptado com 12 tarefas funcionais pertinentes à condução da CRM em ambiente real, a exemplo: manobrar cadeira entre objetos, condução direta e fazer curva para esquerda. Os usuários conduziram a CRM em ambiente real sem nenhum treinamento prévio, simulando processo de testes terapêuticos realizado no serviço de reabilitação. Em seguida, passaram por treinamento no simulador em cenários virtuais, que consistiu em realizar 1 ou 2 vezes na semana, um mínimo de 8 até 12 sessões durante 3 meses. Variáveis como tempo para conclusão das tarefas, número de colisões e número de comandos foram coletadas. O objetivo foi avaliar o desempenho do usuário na condução de CRM após intervenção em ambiente de RV. Testes foram realizados a fim de comparar o desempenho do usuário na condução da CRM em ambiente real antes e após intervenção terapêutica. O treinamento em RV proporcionou redução no tempo da tarefa, número de colisões e número de comandos no cenário rampa para todos os usuários. Discrepâncias no desempenho de usuários em cenários virtuais apontaram correlação significativa entre idade e a variável colisão. Sugestões para melhoria do simulador como ferramenta de suporte foram documentadas. Aspectos da perspectiva de protocolos de treinamento apontaram relevância para prática terapêutica.

Palavras-chaves: Treinamento, Sistema Único de Saúde, cadeira de rodas motorizada, realidade virtual, simulador.

Abstract

The Assistive Technology (AT) equipment concession services of the Unified Health System and the centers responsible for the dispensing of such equipment, should consider eligibility criteria for power wheelchair prescription (PW), as well as perform training that guarantees security and autonomy for the users. Considerations punctuated in the legislation are gaps for the insertion of systematized protocols to follow the processes and services of AT. The use of technology without adequate training, in addition to contributing to the abandonment PW of the equipment, is a risk to the user and to the context in which this person performs tasks and activities. Difficulties such as crossing barriers, curving and resolving unforeseen situations require specific maneuvers in PW that can restrict social participation and reinsertion of the user in their daily occupations. Virtual Reality (VR) stands out as a solution because the disabled person is trained and adapted to technology in risk-free situations, transposing and improving skills in virtual environments that will later be incorporated into their daily context. This study selected 06 users of motorized wheelchair with spinal cord injury, aged 18 to 90 years, who met the eligibility criteria. An adapted protocol was developed with 12 functional tasks pertinent to conducting the real PW, for example: direct driving, maneuvering the chair between objects and making a left turn. Users conducted real PW without any previous training, simulating the therapeutic testing process performed at the CR. Then they underwent simulator training in virtual scenarios, which consisted of performing, once or twice a week, between 8 and 12 sessions for 3 months. Variables such as time to complete tasks, number of collisions and number of commands were collected. The objective was to evaluate the performance of the user in conducting PW after intervention in a VR environment. Tests were performed in order to compare the performance of the user in conducting the real PW before and after therapeutic intervention. VR training provided a reduction in the task time, in the number of collisions and in the number of commands in the ramp scenario for all users. Discrepancies in the performance of users in virtual scenarios pointed to a significant correlation between age and the collision variable. Suggestions for improving the simulator as a support tool were documented. Aspects of the perspective of training protocols pointed to relevance for the therapeutic practice.

Keywords: Training, Unified Health System, motorized wheelchair, virtual reality, simulator.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Descritivo da Portaria 1.272 do Ministério da Saúde: Critérios e Diretrizes para indicação de CRM	25
Figura 2: Contexto que envolve o possível usuário elegível.	26
Figura 3: Protocolo do processo de prescrição e etapas de treinamento em RV.....	31
Figura 4: Planejamento do Protocolo de Entrega e Treinamento implantado no centro de reabilitação.....	33
Figura 5: Análises das dificuldades durante a condução de CRM.	38
Figura 6: Fluxograma ilustrando as etapas do processo da metodologia.	41
Figura 7: Cadeira de rodas motorizada SM2 Seat Mobile utilizada para a pesquisa.	48
Figura 8: Controle joystick VR2 adaptado para os testes da CRM real e para uso no simulador virtual.....	49
Figura 9: (A) CRM real com joystick e notebook e (B) CRM real com notebook e dispositivo de processamento adaptados.	50
Figura 10: Usuário H realizando a tarefa 3 na CRM: Setas apontam o dispositivo de aquisição e leitura de sinais (número de comandos e o tempo de cada tarefa)	51
Figura 11: Ambiente Físico da AACD – Sala 01 de Recepção utilizada para a realização dos testes no cenário real.	52
Figura 12: Esquema ilustrativo da pista de obstáculos.....	54
Figura 13: Cenário da pista de obstáculos, com os cones de trânsito e faixas delimitadoras.	54
Figura 14: Cenário rampa que inclui cones com placas de sinalização.....	55
Figura 15: Dimensões da rampa utilizada no cenário	55
Figura 16: Protocolo a ser seguido no cenário rampa	56
Figura 17: Protocolo desenvolvido para o cenário elevadores	57
Figura 18: Cenário dos elevadores exemplificando o usuário iniciando o percurso.	57
Figura 19: Tela de resultados apresentada ao usuário ao fim de cada cenário	58
Figura 20: (A) Tarefa 1 do PMRT: Aproximar de pessoas/ objetos sem bater neles. (B) Participante 6 realizando a tarefa 1 no cenário real.	61
Figura 21: Visão abaixada da câmera mostrando o joystick e usuário em primeira pessoa (Fonte: Martins 2017)	62
Figura 22: Participante 2 no cenário pista.	63

Figura 23: Participante 1 realizando a tarefa 2 do PMRT na CRM real.	64
Figura 24: Número de comandos versus Sessão de treinamento (Cenário Elevador).....	66
Figura 25: Tempo versus Sessão de treinamento (Cenário Elevador)	68
Figura 26: Número de colisões versus Sessão de treinamento (Cenário Elevador)	69
Figura 27: Gráfico de colisões versus Sessão da participante 6 no cenário elevador	70
Figura 28: Média geral do grupo no cenário elevador versus comandos acima, e elevador versus tempo no segundo gráfico	71
Figura 29: Cenário Pista versus variável comando	72
Figura 30: Participante 1 apresenta uma tendência crescente de comandos ao término das 12 sessões.	73
Figura 31: Cenário Pista versus variável tempo	73
Figura 32: Cenário Pista <i>versus</i> variável colisão.....	74
Figura 33: Análise geral do grupo no cenário pista versus variável colisão	75
Figura 34: Esquema ilustrativo da pista de obstáculos utilizada no simulador com as marcações sobre o trajeto da rota ilustrando com setas o roteiro a ser seguido.	76
Figura 35: Acima a descritiva do grupo no cenário rampa <i>versus</i> comandos e a abaixo a média da análise geral do grupo.	77
Figura 36: Acima a descritiva do grupo no cenário rampa <i>versus</i> tempo e a abaixo a média da análise geral do grupo.	78
Figura 37: Acima a descritiva do grupo no cenário rampa <i>versus</i> colisão e abaixo a média da análise geral do grupo.	79

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Indicadores determinantes para prescrever cadeira de rodas motorizada.....	28
Tabela 2 – Quadro dos voluntários da pesquisa.	44
Tabela 3 - Correlação número de comandos <i>versus</i> idade.	82
Tabela 4 –Correlação tempo <i>versus</i> idade.....	83
Tabela 5 – Correlação colisão versus idade.....	84
Tabela 6 - Comparação dos testes da CRM real analisados por tarefas.	86

LISTA DE SIGLAS

CRM	– Cadeira de Rodas Motorizada
TA	– Tecnologia Assistiva
RV	– Realidade Virtual
CIF	– Classificação Internacional de Funcionalidade
<i>PMRT</i>	– <i>Power Mobility Road Test</i>
<i>PIDA</i>	– <i>Power Indoor Driving Assessment</i>
OMS	– Organização Mundial de Saúde
CAAE	– Certificado de Apresentação para Apreciação Ética
AVD	– Atividade de Vida Diária
NTA	– Núcleo de Tecnologia Assistiva
UFU	– Universidade Federal de Uberlândia
AACD	– Associação de Assistência à Criança Deficiente
<i>RESNA</i>	– <i>Rehabilitation Engineering and Assistive Technology Society of North America</i>
LM	- Lesão Medular
CONITEC	– Comissão Nacional de Incorporação de Tecnologias
UCD	– <i>User Centered Design</i>
CR	– Centro de Reabilitação
OPM	– Órtese, Próteses e Materiais Especiais

Sumário

LISTA DE FIGURAS	12
LISTA DE TABELAS	14
LISTA DE SIGLAS	15
1. Introdução e Justificativa	18
1.1 Objetivo Geral	20
1.2 Objetivos Específicos	20
1.3 Organização da dissertação	20
2. Fundamentação Teórica.....	22
2.1 Tecnologia Assistiva – Contextualização.....	22
2.2 Sistema Único de Saúde - Leis Vigentes no cenário nacional	24
2.3 Fluxograma dos Serviços de Reabilitação em um Centro de Referência no país.....	30
2.4 Realidade Virtual como ferramenta de treinamento na reabilitação	35
2.5 Uso de Simuladores de RV para condução de cadeira de rodas motorizada.....	36
3. Materiais e Métodos	39
3.1. Desenho do Estudo e Considerações Éticas	40
3.2 Detalhamento da Amostra	40
3.3 Equipamentos e Dispositivos.....	47
3.2.3 Cadeira de Rodas Motorizada.....	47

3.2.4 Interface de Controle - Joystick.....	47
3.5 Protocolo de Testes: <i>Power Mobility Road Test</i> Adaptado.....	50
3.4 Protocolo 1: Teste de habilidades básicas na cadeira de rodas motorizada real...59	
3.5. Protocolo 2: Treinamento em cenários de Realidade Virtual.....	60
3.6. Protocolo 3: Teste após treinamento de RV de habilidades básicas na cadeira de rodas motorizada real.....	62
3.7 Análises dos Dados.....	63
4. Resultados e Discussão	65
4.2 Correlações entre o desempenho no treinamento e características dos usuários..	81
4.3 Resultados da intervenção de testes com a CRM real	84
5. Conclusão	89
5.1. Limitações do estudo	90
5.2. Trabalhos futuros	91
6. Referências Bibliográficas	92
ANEXO I –	100
Parecer do Comitê de Ética e Pesquisa.....	100
ANEXO II –.....	109
Power Mobility Road Test Adaptado	109
APÊNDICE I - Registros Planilhas Descritivas.....	110
APÊNDICE II - Roteiro ilustrativo e elaborado para o Power Mobity Road Test Adaptado	111
APÊNDICE III – Relatório Técnico para o NTA.....	115

Capítulo 1

1. Introdução e Justificativa

O marco histórico no Brasil referente as políticas públicas propostas à pessoa com deficiência (PcD), em especial aos serviços de concessão de equipamentos de Tecnologia Assistiva do Sistema Único de Saúde, concretizou-se no ano de 2011, diante do Plano “Viver sem Limites - Plano Nacional dos Direitos da Pessoa com Deficiência do Governo Federal”. Este, dentre as ações e estratégias, lança o pioneirismo de ampliação das diretrizes de acesso à órteses, próteses e materiais especiais (OPM) e oportuniza à pessoa com deficiência (PcD) o uso de Tecnologia Assistiva (TA) para maior independência e qualidade de vida (BRASIL, 2013a).

A incorporação da cadeira de rodas motorizada (CRM) como meio auxiliar de locomoção para PcD se destaca na tabela de ampliação dos dispositivos ofertados por meio de recursos do Sistema Único de Saúde. Esta tabela, contextualiza normas para prescrição elaboradas pela Comissão Nacional de Incorporação de Tecnologias do Sistema Único de Saúde (SUS) - CONITEC, que esclarece a relevância das etapas para prescrição e dispensação do equipamento (SAÚDE, 2013a).

A justificativa das considerações vem ofertar ao usuário elegível a este tipo de cadeira, a possibilidade de condução do equipamento com autonomia e independência, incentivando sua participação social e pertencimento a sociedade.

O cumprimento dessas diretrizes descritas abordam que há necessidade de comprovação de indicação e veracidade de habilidades necessárias para utilização, cabendo ao usuário ser avaliado por equipe multidisciplinar, submetido a triagem de critérios que revelam sua elegibilidade para uso (BRASIL, 2013b).

Ações como treinamento para uso da CRM, tópico norteador e motivador deste estudo, fazem parte do contexto de itens elucidados no documento vigente na legislação nacional, que considera e afirma, a possibilidade de desenvolver protocolos para mensurar benefícios ofertados pela CRM aos potenciais usuários deste recurso.

No cenário atual dos sistemas prestadores de serviços em TA, onde os recursos de Tecnologia Assistiva disponíveis garantem ao usuário o acesso, acompanhamento e

treino para uso, observa-se reduzida caracterização do processo de padronização nos serviços de prescrição, dispensação e treinamento para uso do equipamento.

As diretrizes nacionais apontam a relevância de que os setores envolvidos no processo prescrição/concessão de OPM, tem por objetivo qualificar e orientar a dispensação do dispositivo, cumprindo efetivamente um processo responsável e qualificado, que envolve entre as ações: a prescrição, a dispensação e treino para uso (BRASIL, 2016a).

No entanto, nas diretrizes que descrevem a obrigatoriedade de treinamento, acompanhamento e manutenção de uso, destaca-se a ausência de protocolos sistematizados e com normatizações padronizadas, onde os serviços de reabilitação vinculados ao SUS, exibem lacunas de que há, necessidade de averiguação do protocolo de intervenção terapêutica, que garanta processos eficientes de treinamento centrado no usuário (BRASIL, 2013b).

Em conjunto a necessidade terapêutica da autora, atuante em serviço de dispensação de OPM e membro do Núcleo de Tecnologia Assistiva (NTA) da Universidade Federal de Uberlândia (UFU), e em parceria com a Instituição Coparticipante, a Associação de Assistência à Criança Deficiente, este trabalho tem o intuito de desenvolver um protocolo de treinamento de condução de CRM utilizando uma interface de Realidade Virtual (RV), centrado no usuário durante o processo de elaboração, desenvolvimento e aplicação, com objetivo de aplicar os dispositivos eletrônicos e ferramentas de RV na prática terapêutica, para avaliar o desempenho de usuários nas habilidades de condução em CRM.

1.1 Objetivo Geral

- Avaliar o desempenho do usuário na condução de cadeira de rodas motorizada após treinamento em ambiente virtual.

1.2 Objetivos Específicos

- Fornecer feedback sobre o dispositivo de aquisição de sinal da CRM real desenvolvido pelo NTA-UFU;
- Avaliar quantitativamente e qualitativamente o desempenho de condução dos usuários na CRM real;
- Avaliar quantitativamente e qualitativamente a experiência e desempenho do usuário com a interface em ambiente virtual.

1.3 Organização da dissertação

No capítulo 1, são apresentados os eixos motivadores deste trabalho. O estudo destaca a possibilidade de uso de sistemas de RV para treinamento de uso de cadeira de rodas motorizada, junto aos serviços de concessão do equipamento vinculado ao Sistema de Saúde, considerando a hipótese de apresentar reflexões para protocolos de treinamento e uso de ferramentas somatórias para suporte na reabilitação.

No Capítulo 2 são apresentadas as leis vigentes do Ministério da Saúde e os avanços no cenário nacional frente ao acesso a dispositivos de TA. Como também são apresentados os fluxogramas dos serviços de reabilitação, a aplicabilidade de Realidade Virtual e o uso de simuladores virtuais para treinamento de condução de CRM.

No Capítulo 3, são apresentados o desenho do estudo, os critérios de elegibilidade para seleção da amostra, características dos participantes, os equipamentos e dispositivos, os recursos e ferramentas desenvolvidos e utilizados na intervenção, além dos protocolos adaptados e elaborados para coleta e análise dos dados.

No Capítulo 4, são apresentados resultados e discussão do desempenho dos usuários no treinamento com intervenção do simulador virtual, apresentando a evolução dos usuários, abordando o desempenho de cada usuário nos cenários virtuais, correlacionando com as variáveis estudadas. As considerações apontadas pelos usuários

frente ao simulador virtual são descritas e agrupadas em relatório técnico para revisão futura de ajustes e aprimoramento. As correlações entre a variável idade, e desempenho do usuário nos cenários apresenta-se para identificar fatores de correlação versus desempenho do usuário.

No Capítulo 5, são apresentadas as conclusões deste estudo, e os achados relevantes para a prática terapêutica. São apresentadas as limitações do trabalho, apontando considerações de aprimoramento dos dispositivos. Ao final, são apresentadas sugestivas para trabalhos futuros relacionando a pratica terapêutica e a aplicabilidade dos sistemas de RV.

Capítulo 2

2. Fundamentação Teórica

Neste capítulo são abordados os temas que apresentam a fundamentação teórica deste trabalho, sendo eles: contextualização da temática Tecnologia Assistiva, as leis vigentes do Ministério da Saúde, os fluxogramas dos serviços de dispensação em CRM em um centro de reabilitação referência do país, e o contexto da aplicabilidade de sistemas de RV e uso de simulador de realidade virtual para treinamento de habilidades de condução em CRM.

2.1 Tecnologia Assistiva – Contextualização

A descrição do termo Tecnologia Assistiva (*assistive technology*), conceituado no cenário internacional no ano de 1988, promulgada na legislação norte-americana como *Public Law 100-47*, e mais tarde intitulada de *Technology-Related Assistance for Individuals With Disabilities Act of 1988*, teve como finalidade regular os direitos dos cidadãos americanos com deficiência, e instituir por meio do governo assistência e financiamento de recursos para implantar e desenvolver um programa de assistência relacionado à tecnologia destinada a todas as pessoas com deficiência (PUBLIC LAW, 1988).

A definição da terminologia ao longo dos anos se manteve com a descrição: “o termo dispositivo de Tecnologia Assistiva significa qualquer item, peça de equipamento ou sistema de produto, adquirido comercialmente em prateleira, modificado ou customizado, que é usado para aumentar, manter ou melhorar a capacidade funcional de indivíduos com deficiências” (PUBLIC LAW, 1988).

No Brasil, temática da Tecnologia Assistiva evoluiu, com o objetivo de atender a população brasileira, se fortalecendo como um campo interdisciplinar de atuação com potencial vigor para estudos e pesquisas, e em destaque, as entidades concessionárias de dispositivos, distribuídas de acordo com a densidade populacional e no território nacional (CAT/SEDH, 2009).

O termo, nomeado no contexto brasileiro em meados dos anos 90, e com variações terminológicas, como adaptações e ajudas técnicas, se apropriaram através do uso de diferentes profissionais atuantes em ramos da área da saúde como tecnologias de reabilitação (ALBUQUERQUE E SOUZA, A.C., CEZAR DA CRUZ, D. M., JESUS ALVES; R, 2010).

No cenário brasileiro o Comitê de Ajudas Técnicas (CAT), instituído pelo Decreto nº 5.296 em 2004, estruturou as diretrizes e estabeleceu as competências do termo tecnologia assistiva (TA) adotando sua definição como (CAT/SEDH, 2009) :

“Uma área do conhecimento, de característica interdisciplinar, que engloba produtos, recursos, metodologias, estratégias, práticas e serviços que objetivam promover a funcionalidade, relacionada à atividade e participação, de pessoas com deficiência, incapacidades ou mobilidade reduzida, visando sua autonomia, independência, qualidade de vida e inclusão social.”

Em concomitância com a definição do CAT, o Governo menciona na documentação elaborada pelo Centro de Gestão e Estudos Estratégicos, os quatros eixos de Comissões Temáticas, divulgadas pelo Comitê Brasileiro de Tecnologia Assistiva, sendo eles: temáticas entre Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação e Concessão e Aquisição de dispositivo por meio de recursos do SUS.

A relevância do entendimento que desde a disponibilização do recurso de TA até efetiva utilização pelo usuário, a partir da documentação elaborada pelo CGEE é que são definidas as classificações dos sistemas de TA, considerando público-alvo e diretrizes, se destacam as junções temáticas deste estudo: a prescrição de recursos por profissionais de prestação de serviços em TA nos centros de reabilitação no Brasil, e normatização técnica que garanta qualidade do produto e segurança do usuário (CGEE, 2012).

2. 2 Sistema Único de Saúde - Leis Vigentes no cenário nacional

No cenário nacional, a Portaria do Ministério da Saúde, MS/GM nº 1.060, de 05 de junho de 2002, instituiu a Política Nacional de Saúde da Pessoa com Deficiência, marco de evolução significativa dos direitos da pessoa com deficiência (PcD), resultado de múltiplos movimentos e longa mobilização, nacional e internacional, de muitos atores sociais e institucionais (BRASIL, 2002).

A inclusão da pessoa com deficiência em toda rede de serviços do Sistema Único de Saúde (SUS) e as diretrizes de gestão das esferas que envolvem a promoção da qualidade de vida, a prevenção de deficiências; a atenção integral à saúde, a melhoria dos mecanismos de informação; a capacitação de recursos humanos, e a organização e funcionamento dos serviços, são os propósitos que regem essa política que visa proteção à saúde (BRASIL, 2002).

Em sequência, o Decreto n.º 5.296/2004, reforça a regulamentação das leis que dão prioridade de atendimento às pessoas e estabelece normas gerais e critérios básicos para a promoção da acessibilidade das pessoas com deficiência ou com mobilidade reduzida, através da oferta de produtos, instrumentos, equipamentos e tecnologias adaptadas ou especialmente projetadas para melhorar a funcionalidade da pessoa com deficiência ou com mobilidade reduzida, favorecendo a autonomia pessoal, total ou assistida (BRASIL, 2014).

Novas regulamentações para disponibilizar recursos e tecnologias pelo SUS foram publicadas na Portaria GM/MS 793 de 24 de abril de 2012, cujas ações principais tiveram como alvo a implantação da Rede de Cuidados à Pessoa com Deficiência no Âmbito do Sistema Único de Saúde (SUS), através da ampliação de oferta de Órteses, Próteses e Meios Auxiliares de Locomoção (OPM), a se destacar, dentre as tecnologias, a cadeira de rodas motorizada (CRM) (BRASIL, 2012).

O Plano Nacional dos Direitos da Pessoa com Deficiência - Plano Viver Sem Limites, instituído pelo Decreto n.º 7.612, de 17 de Novembro de 2011 ampliou diretrizes de acesso à OPM, além de ter propiciado o incentivo à pesquisa e desenvolvimento de novos produtos e programas de inovação de TA (BRASIL, 2013a).

Por fim, o Ministério da Saúde ampliou e revisou a tabela de dispositivos oferecidos via SUS, tornando-se pública a portaria n.º 17, de 07 de Maio de 2013:

“Torna pública a decisão de incorporar a cadeira de rodas motorizada na tabela de órteses, próteses e materiais especiais não relacionados ao ato cirúrgico do Sistema Único de Saúde (SUS)”.

Cabendo registro, em seu artigo 2:

Art. 2º - “O relatório de recomendação da Comissão Nacional de Incorporação de Tecnologia no SUS (CONITEC) sobre essa tecnologia estará disponível no endereço eletrônico.” (SAÚDE, 2013a).

As recomendações descritas na legislação apontam diretrizes estabelecidas na Portaria n.º 1.272, do Sistema Único de Saúde, que estabelece indicadores para dispensação da cadeira motorizada, apresentando justificativas de inserir a tecnologia para ampliação de acesso ao recurso e a equiparação de oportunidades (BRASIL, 2013b).

A Figura 1 apresenta em resumo, a triagem dos critérios a serem seguidas nos centros de reabilitação no Brasil para indicação de CRM:



Figura 1: Descritivo da Portaria 1.272 do Ministério da Saúde: Triagem dos Critérios para indicação de CRM. (FONTE: BRASIL, 2013B)

No cenário da prática nos serviços de reabilitação, observa-se que as duas primeiras etapas, representadas na Figura 1 nos item 1 e 2, são um filtro inicial para a elegibilidade deste usuário, sendo a idade e o Código Internacional da Doença (CID) fatores de impedimento inicial para prescrição de CRM.

A Figura 2 contextualiza o possível usuário elegível desta tecnologia, regulamentada na Portaria n 793/GM/MS 2012, que ressalva aos serviços especializados de reabilitação a garantia de uma escolha criteriosa da OPM, bem como seu uso seguro e eficiente (BRASIL, 2012):

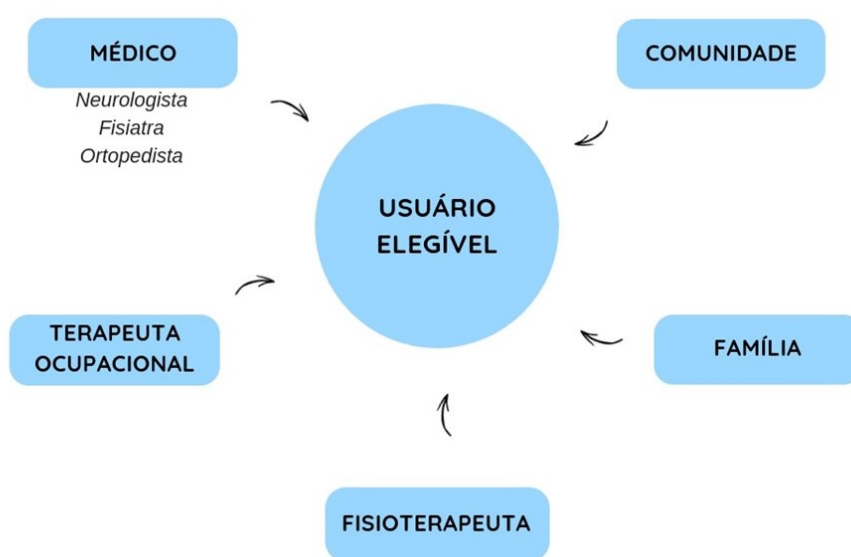


Figura 2: Contexto que envolve o possível usuário elegível.

Os fluxos que envolvem a dispensação de OPM, atrelam nos serviços especializados, os integrantes principais deste processo, nomeado de “avaliação multiprofissional em reabilitação”, que dentre as ações deve-se, considerar aspectos físicos, psicossociais e ambientais. (BRASIL, 2016a)

Os potenciais usuários beneficiários em recursos de TA são aqueles que podem enfrentar barreiras, em relação aos três pilares da funcionalidade: estrutura/função, atividade ou participação, sendo necessária as considerações das etapas que envolvem os sistemas de prestação de recursos em TA o olhar sob o prisma da Classificação Internacional de Funcionalidade (CIF) para que haja com relevância, consideração da indicação técnica e a escolha baseada nos desejos da pessoa e da família (BONINGER et al., 2012)

Observa-se que os usuários tem conhecimento do acesso aos produtos de TA por meio de suas comunidades, em especial aqueles que têm reduzido acesso à informação ou escolaridade, não sendo suficientemente esclarecidos acerca de seus direitos.

Em outras situações, a família conhece e/ou busca o acesso aos recursos, solicitando aos serviços de reabilitação a triagem, avaliação e prescrição do produto.

O Anexo I e II da portaria vigente para dispensação da CRM define os profissionais responsáveis pela avaliação, prescrição e treinamento, descritos conforme suas áreas de formação definidas pelo Catálogo Brasileiro de Ocupação (CBO) no presente documento. Nas áreas médicas, as especialidades de Neurologia, Fisiatria e Ortopedia, e no cenário da reabilitação, terapeutas ocupacionais e fisioterapeutas.

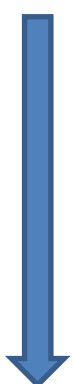
Cabe aos mesmos, cumprir às responsabilidades de preenchimento e emissão de laudos conforme as normas estabelecidas, e ainda, cumprir avaliação completa, com equipe capacitada, com comprometimento de indicação segura e a oportunidade de atividades de treinamento (BRASIL, 2013b).

O entendimento de que a interdisciplinaridade tem sido entendida como um caminho promissor, reflete um perfil de reorganização do trabalho em saúde, que articula princípios e valores, saberes e fazeres que propiciam trocas disciplinares. Assim, considera-se que todo esse processo que envolve a relação serviço, equipe de saúde, pessoa com deficiência e OPM's deve ser pautado no princípio da interdisciplinaridade (BRASIL, 2016a).

Assim, para clareza da compreensão acerca das considerações dos critérios que envolve o usuário de TA em mobilidade, em especial a CRM, e os envolvidos no processo, destaca-se o agrupamento referente à elegibilidade de um usuário conforme descritivo do Anexo II desta portaria vigente (BRASIL, 2013b).

A Tabela 1 retrata o descritivo do Ministério da Saúde, elaborado pela Comissão Nacional de Incorporação de Tecnologias no SUS (CONITEC), publicada em seu relatório de n.º 50, as considerações cabíveis aos serviços responsáveis, quanto as normas e demais considerações para indicação de CRM aos potenciais usuários deste dispositivo.

Tabela 1: Critérios determinantes para prescrever cadeira de rodas motorizada:

Indicadores	Físico	Cognitivo	Visual	Auditivo	Ambiente	Treinamento
	Incapacidade deambulação	Satisfatória	Preservado	Preservado	Favoráveis	Adequado para manuseio
	Ausência Controle tronco	Nível Compreensão			Locais de Uso	
	Diminuição/ausência de força de membros superiores (MS)	Heminegligência			Dificuldade Manuseio	
	Ausência de MS	Praxia			Autonomia Baterias	
	Rigidez articular que impeça realização ativa de propulsão	Orientação Espacial				
Observação 1:	Habilidade mínima para impulsionar controle (manual mentoniano e membro inferior)	Funções Executivas	Ausência alterações visuais compromete / segurança de si e outros	Capacidade de prevenir situações de risco para si e outros	Largura de portas, degraus, rampa, solo.	
Observação 2:	Entrevista Família	Entrevista família	Entrevista família	Entrevista família	Entrevista família	

(Fonte: CONITEC relatório n.º 50)

Em síntese, a tabela aponta as considerações das indicações clínicas, como por exemplo, no desempenho físico, se o usuário apresenta incapacidade de deambulação ou diminuição ou ausência de força de membros superiores (BRASIL, 2013b).

Normas para a prescrição da CRM são detalhadas no relatório, com a nota de que é necessária comprovação da indicação e habilidades necessárias para sua utilização, com tópicos explícitos a serem atendidos, dentro de cada área de desempenho, descritas na tabela em colunas, conforme apresentado de forma redigida no documento.

Nota-se que em complemento as características já solicitadas, o usuário deve ser submetido à avaliação, a partir destes critérios, somados a prescrição de suas medidas e

especificações apropriadas, pressupondo obter informações qualificadas e fidedignas para autorização da concessão da CRM, com ação dos profissionais de elaborar laudo pautado nos critérios e protocolos estipulados.

Referências de dados complementares são indicadas para proceder à autorização desta tecnologia, acreditando que a mesma permita a indivíduos o resgate de sua autonomia, autoestima, socialização e inclusão social (BRASIL, 2013b).

De acordo com o Manual de Boas Práticas de Gestão das Órteses, Próteses e Materiais Especiais (OPME), o estabelecimento de saúde deve dispor de algum mecanismo para evitar que o produto seja levado pelo usuário sem garantia de retorno ao profissional assistente do serviço (BRASIL, 2016b).

Também se faz necessário verificar a relação entre o desempenho e a segurança no uso do dispositivo pelo participante, tendo como recomendação, acompanhamento em estabelecimento de saúde que disponha da equipe de reabilitação, evitando assim, abandono do uso do produto e surgimento de situações iatrogênicas (BRASIL, 2016b).

Diante do exposto, vale ressaltar que as considerações da legislação suscitam a necessidade de padronização de todo este processo através de ações de treinamento sistematizado das equipes, afim de evitar divergências de conduta entre diferentes serviços prescritores.

2.3 Fluxograma dos Serviços de Reabilitação em um Centro de Referência no país.

Os centros devidamente cadastrados como serviços de reabilitação habilitados pelo Ministério da Saúde, nas esferas física, auditiva e visual, sob a Gestão Municipal, devem proceder suas ações e ofertar serviços de atendimento multiprofissional, cabendo aos serviços a responsabilidade de prescrever e fornecer recursos e dispositivos de Tecnologia Assistiva (BRASIL, 2016a).

Dentre as ações que permeiam o processo de prescrição e dispensação de OPM, cabe aos serviços de referência realizar prescrição, avaliação, adequação, treinamento e acompanhamento da dispensação de órtese, prótese e/ou meios auxiliares de locomoção e orientação familiar (BRASIL, 2016a).

Ainda, espera-se que as unidades de reabilitação estabeleçam fluxos junto aos órgãos municipais locais que preconizam dentre as ações, solicitação e dispensação das OPM que requerem maior personalização e atendimento de necessidades específicas dos participantes atendidos, por exemplo, cadeira de rodas e adequação postural (BRASIL, 2016a).

Recomendações já pontuadas pela Organização Mundial de Saúde (OMS), visando auxiliar e direcionar um modelo de organização para serviços de dispensação, estabelece o conceito de ter uma abordagem centrada na usuário, a participação de profissionais qualificados, a boa gestão do serviço, além de ofertar uma máxima variação de modelos para atender as especificidades dos indivíduos (FROST et al., 2012).

No que tange ao processo integral dessas ações, se revelam as etapas fundamentais para a prestação de um serviço em cadeira de rodas, as quais este trabalho aborda para reflexões acerca de ações universais e documentadas em legislação nacional (BRASIL, 2016a):

1.Prescrição: etapa que contempla a qualidade da avaliação e do momento da escolha do dispositivo, bem como a ambiência e a possibilidade de decisão em cima de teste dos diferentes dispositivos;

2.Fornecimento: contempla a entrega em si, incluindo a gestão do tempo de espera para o recebimento;

3.Treinamento: contempla um treino de uso do dispositivo recebido, incluindo treino de tarefas cotidianas e montagem/desmontagem.

Dialogando o exposto com cenário atual dos centros de reabilitação no Brasil, observa-se que apesar do estabelecimento de protocolos específicos das Instituições, os serviços vão de encontro com a demanda local, e não sistematizados sob a ótica das políticas públicas nacionais, em que o transcorrer deste percurso tem o olhar do serviço e não do Governo.

Dessa forma, reflete-se que pode haver ações centradas nos serviços e não na prática centrada no usuário, uma vez que os serviços, baseados em uma legislação universal, realizam as práticas locais a partir de suas demandas.

As considerações mediante particularidades técnicas e/ou administrativas acabam adotando modelos de serviços que cumprem os programas de concessão de OPM, mas sem o refinamento das políticas públicas de assistência em saúde, cujo papel deve ser integral e universal (MEI, 2016).

Em consonância com o acima apresentado, este estudo compartilha os protocolos adotados em um centro de referência no país, que reflete o cumprimento de normas nas ações de prescrição, fornecimento/entrega e treinamento de uso.

Assim, esse protocolo apresenta a possibilidade de uso de Realidade Virtual para treinamento dos futuros usuários de cadeira motorizada, como ferramenta somatória e auxiliar na etapa de treinamento.

A Figura 3 apresenta o protocolo já implantado e realizado nas atividades que envolvem as etapas de prescrição/treinamento de CRM no serviço da AACD Uberlândia-MG e o sequenciamento de ações desenvolvidas e implantadas nesta Instituição elaboradas para a amostra desta pesquisa:



Figura 3: Protocolo do processo de prescrição e etapas de treinamento em RV.
O destaque em amarelo identifica o aspecto inovador deste trabalho.

As etapas 1 e 2 são realizadas na Instituição com as equipes de reabilitação: áreas médicas e setores de terapia ocupacional e fisioterapia, que em suas ações de indicação ou triagem, revisam e selecionam os indicadores para seguimento do processo.

A etapa 2, envolve as ações de triagem e avaliação, realizadas pelo médico e terapeuta ocupacional. As ações são revisão dos filtros iniciais, que visam a conferência das normativas apontadas pelo Ministério da Saúde para dispensação do produto (idade e CID) para seguimento do parecer médico e encaminhamento para prescrição técnica e protocolo de condução básica com setor de terapia ocupacional, realizado com CRM disponível pelo fornecedor para o centro de reabilitação.

Nas ações quando não há elegibilidade em virtude destes critérios, os mesmos são esclarecidos ao usuário pelos profissionais envolvidos.

Relatos de décadas já nos reforçam limitações atuais, uma vez que a prática clínica nos permite inferir que a maior parte das decisões para fornecer ou não o dispositivos de mobilidade motorizado são mais baseadas em julgamentos clínicos do que em avaliações objetivas (FURUMASU; GUERETTE; TEFFT, 1996).

Na vivência da prática diária, para o esclarecimento de possíveis dúvidas em relação à habilidades do usuário, e como conduzir com coerência a indicação segura do equipamento, ações padronizadas das equipe devem ser elaboradas, a fim de certificar-se do cumprimento das normas e da veracidade de testes e avaliações utilizadas para confirmação das habilidades de condução apresentadas pelo provável novo usuário de CRM.

A etapa 3 envolve além da prescrição do produto, a elaboração pela equipe capacitada, de relatórios descritivos e padronizados para realização da prescrição do produto (BRASIL, 2013b).

Cabe mencionar, que os documentos e laudos de registro devem seguir os protocolos específicos das respectivas instituições, com formulários que atendam às normas locais exigidas pelos municípios para evitar desalinhamentos com o processo de liberação.

Ressalta-se que, além do conhecimento técnico sobre os produtos de mobilidade, a avaliação funcional do indivíduo deve identificar fatores como a idade, diagnóstico, expectativas do usuário, fatores como tempo de permanência no equipamento e sistema de transporte utilizado devem ser competências dos colegas responsáveis pela indicação de dispositivo de TA em mobilidade (CAMPOS; GALVÃO; SOUZA, 2007).

Para as prescrições de cadeira de rodas, os profissionais envolvidos devem buscar conhecer variados contextos, a se destacar, a variabilidade de equipamentos disponíveis no mercado e as características do provável usuário (GALVAO et al., 2008).

Realizado este procedimento, o serviço orienta sobre o processo de autorização da Secretária de Saúde do município, os processos de operação para compra, e processo de entrega do equipamento (BRASIL, 2016b).

Na sequência, a etapa 4, o item treinamento, reforça o explícito nos documentos nacionais, no qual o usuário deve ser submetido para que possibilite manuseio adequado da CRM (BRASIL, 2013b).

A ressalva de que há: a obrigatoriedade desta etapa, que visa entre outras ações de treinamento com usuários e cuidadores, informações para uso com segurança e aplicabilidade de uso para evitar o abandono, apresenta-se na prática terapêutica a necessidade de implantar modalidades de treinamento para apoio a este processo.

No serviço apresentado a CRM é liberada para treinamento pelos setores de montagem e de ajustes técnicos, que garantem o correto funcionamento da mesma (BRASIL, 2016a).

O protocolo de entrega e treinamento dos usuários neste serviço é realizado de forma individual ou em grupo, no momento de entrega do produto, através de agendamento prévio, na presença do usuário e de um acompanhante.

O serviço segue roteiro direcionado, que envolve os setores técnicos e administrativos, além dos cumprimentos, que incluem a nota fiscal do produto, emitida pelo centro de reabilitação (BRASIL, 2016a).

A Figura 4 ilustra o processo detalhado do serviço em questão, desenvolvido a partir da demanda local para cumprimento de diretrizes já levantadas e apontadas pela Organização Mundial da Saúde, reforçada em diretrizes nacionais:



Figura 4: Planejamento do Protocolo de Entrega e Treinamento implantado no centro de reabilitação.

Na fase 1 apresentada na Figura 4, são realizados encontros presenciais com os usuários e seus acompanhantes, tendo como ações palestras e ações de esclarecimentos técnicos com terapeutas ocupacionais.

Na fase 2, apresenta-se o produto prescrito e dispensado mediante avaliação prévia da equipe prescritora, bem como os esclarecimentos gerais frente aos fornecedores nacionais da CRM, o que acredita-se ter variação de acordo com os Município e seus gestores locais (BRASIL, 2016b).

Na fase 3, o treinamento prático presencial, com hora pré-agendada, individual ou em grupo, que considera indicadores como: as habilidades básicas, compreensão do manejo do joystick para comandos e direções, necessidade de adaptação do controle e demanda de treinamento dirigido de condução.

Ações desenvolvidas neste serviço incluem: orientações juntos aos familiares e cuidadores ou responsáveis a fim de esclarecer as formas de uso, necessidades de auxílio ao manuseio, despesas e custos.

Além disso, o treinamento tem por objetivo reforçar orientações referentes ao posicionamento do usuário na CRM, a prática do manejo do joystick, apresentação das configurações, instruções de painel de controle e as interfaces utilizadas para variação de velocidade e condução da CRM.

Ao final, são realizados testes de condução da CRM real, recebida conforme indicação para o usuário, em que o mesmo é submetido ao cumprimento de tarefas de habilidades, no ambiente terapêutico da Instituição, entre elas, passar entre portas, seguir em linha reta, fazer curvas, conduzir em rampas, ambientes externos variados e formas de montagem para deslocamento, além de direcionamento aos cuidadores e acompanhantes.

A etapa 5 é a proposta deste estudo. Refere-se ao treinamento em sistema de Realidade Virtual, elaborado a partir da criação de um simulador com cenários virtuais, objetivando a aplicabilidade e auxílio de treinamento, como ferramenta de suporte nos programas de treinamentos antes e após a dispensação da CRM.

Para tal, foi simulado um programa de treinamento de avaliação de habilidades básicas para condução de CRM. Esse treinamento foi elaborado a partir de protocolos adaptados. E, idealizado no ambiente virtual foi utilizado para simular contextos e desenvolver habilidades para condução futura no ambiente real.

2.4 Realidade Virtual como ferramenta de treinamento na reabilitação

Na evidência atual da utilidade da RV aparece uma ampla gama de áreas de aplicação. No estudo de Slater e Sanchez-Vives 2016, os autores afirmam que novos sistemas acessíveis facilitarão não apenas o alcance da consumidores, mas também desenvolvedores e grupos de pesquisas, o que irá resultar, em um maior número de aplicativos e da geração de conteúdos para a RV (SLATER; SANCHEZ-VIVES, 2016).

Trabalhos pioneiros em relação a transferência de habilidades, utilizando interface de RV, apontaram no estudo de Kozak e colegas , que a transferência de habilidades da RV para o mundo real é limitada (KOZAK et al., 1993).

A expansão das pesquisas e da abrangência nas aplicações de RV, novos estudos demonstraram resultados positivos frente a transferências de habilidades (SEYMOUR, 2002).

No campo da reabilitação, estudos em destaque apontam evidências no uso de RV no treinamento sensório-motor em reabilitação neurodegenerativa, e quanto a ferramenta pode ser eficaz, oferecendo modulação automática de dificuldade nas tarefas de habilidade motoras e em relação aos níveis de engajamento e motivação (ADAMOVICH et al., 2009).

Em relação aos jogos baseados em RV, junto a reabilitação de exercícios físicos para idosos, destaca-se a necessidade de uma investigação mais aprofundada sobre os potenciais benefícios do treinamento em RV, quando comparados com métodos mais tradicionais (MOLINA et al., 2014).

Em seguimento a temática desta pesquisa, estudos que envolvem habilidades de condução baseadas em RV, já se destacam desde a década anterior, com uso de simuladores com cadeira de rodas motorizada (COOPER et al., 2005).

Os usuários de cadeiras de rodas motorizadas encontram muitas barreiras, que incluem a falta de acessibilidade nos ambientes construídos, tornando-o como fator de dificuldade para uso de seus dispositivos de mobilidade de forma independente. (PETTERSSON et al., 2014)

Considerando este contexto, o treinamento para novos usuários de cadeira de rodas motorizada beneficia as pessoas que não estão familiarizados com este dispositivo, e podem auxiliar no desenvolvimento de habilidades para reduzir os riscos de acidentes, especialmente em locais públicos, como ruas, escolas, hospitais etc. (FRANK; DE SOUZA, 2013).

2.5 Uso de Simuladores de RV para condução de cadeira de rodas motorizada

O uso de realidade virtual para treinamento e condução de CRM tem sido relatado em estudos atuais, como por exemplo, no de Mahajan e colaboradores (2013). Um estudo preliminar possibilitou a criação de uma ferramenta de treinamento para

expor os usuários às várias situações de condução em cadeira de rodas motorizada, em cenários variados, pelo simulador denominado *VRSIM*. A ferramenta do PMRT foi simulada no ambiente virtual (MAHAJAN et al., 2013).

O simulador *VRSIM* forneceu recursos para os profissionais escolherem exibições e métodos de controle que os indivíduos podem usar para interagir com o ambiente virtual (MAHAJAN et al., 2013).

Outros trabalhos revelam que as dificuldades de dirigir uma CRM afetaram a capacidade dos usuários experientes em realizar atividades de vida diária, em especial, dificuldade em manobrar, evitar obstáculos e controlar o joystick contribuindo para os desafios de realizar suas atividades diárias (TORKIA et al., 2015).

Novas pesquisas, discorrem novas ferramentas utilizadas para treinamento com implantação de sistema de realidade virtual, onde John (2018), afirma melhoria nas habilidades após o sistema proposto, considerando utilizá-lo para desenvolver competência de um usuário no processo de condução (JOHN et al., 2018).

No trabalho de Nunnerley e colaboradores (2017) os autores apresentaram e desenvolveram um simulador utilizando o conceito de design centrado no usuário, utilizando uma ferramenta de imersão para treinamento virtual para pessoas com lesão medular. O estudo coletou informações de profissionais da área e pessoas com lesão medular usuários de CRM (NUNNERLEY et al., 2017).

Nesse estudo, os autores explicam que o design centrado no usuário pode ser caracterizado como processo de resolução de problemas de vários estágios que requer designers para analisar e prever como os usuários provavelmente usarão produto e testar suas suposições com relação ao comportamento frente aos testes com usuários reais em cada estágio do processo (NUNNERLEY et al., 2017).

Tantos os profissionais quanto os usuários, contribuíram para sugestão do simulador, considerando positivamente o treinamento para superar dificuldades e que o uso da ferramenta de RV pode ajudar neste processo de superação e aprendizado (NUNNERLEY et al., 2017)

Por fim, mencionaram que os participantes identificaram uma série de aplicações do treinamento com realidade virtual para as novas pessoas acometidas com a lesão medular, considerando que o período inicial após a lesão os fez lembrar a ansiedade de do futuro desconhecido, e como o sistema com RV poderia auxiliar neste processo (NUNNERLEY et al., 2017).

O estudo de Martins (2017), identificou necessidades específicas de treinamento de CRM, o que se concretizou na criação da primeira versão nacional de um simulador de RV, denominado no trabalho de *uViEW*, utilizado no presente estudo.

Os usuários apontaram dificuldades encontradas por usuários de cadeira de rodas motorizada (MARTINS, 2017).

A Figura 5 enumera estas dificuldades cotidianas, a se destacar: dificuldades colisões com obstáculos, dificuldade com rampas, fazer curvas e elevador.

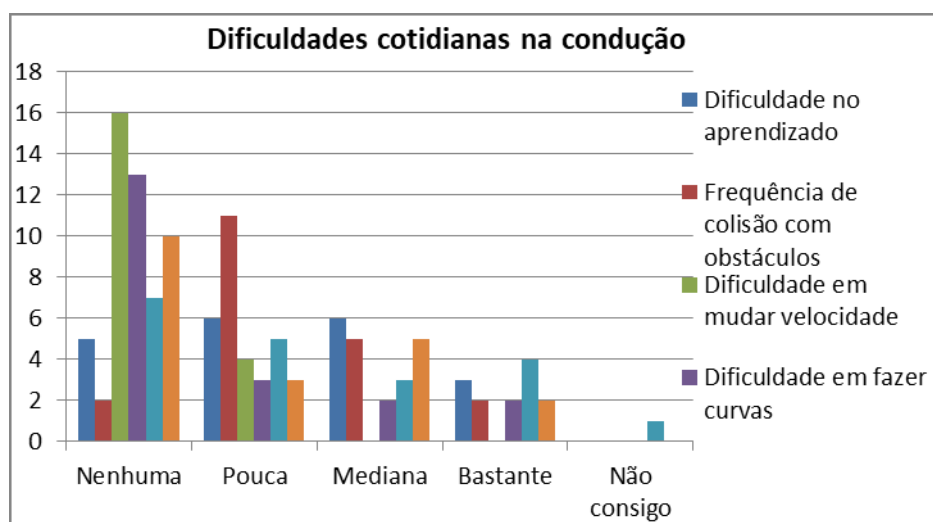


Figura 5: Análises das dificuldades durante a condução de CRM.

A partir das etapas de fundamentação das dificuldades dos usuários e dos estudos prévios de simuladores, o simulador *uViEW* foi disponibilizado como ferramenta de aplicabilidade no contexto terapêutico (MARTINS, 2017).

CAPÍTULO 3

3. Materiais e Métodos

A pesquisadora, autora deste trabalho, está inserida em um Centro de Reabilitação de referência no país e é membro do Núcleo de Tecnologia Assistiva da Universidade Federal de Uberlândia.

O estudo, apresenta a possibilidade de aplicabilidade dos dispositivos e ferramentas em desenvolvimento neste laboratório de pesquisa para uso e aplicação na prática de reabilitação dos serviços de concessão de OPM do SUS.

Neste capítulo do delineamento metodológico são apresentados o desenho do estudo e considerações éticas, o recrutamento para seleção da amostra, a caracterização dos participantes, os critérios de inclusão e exclusão, os instrumentos, os equipamentos e dispositivos, a ferramenta de RV, os procedimentos e protocolos e análise dos dados. O Diagrama da Figura 6 ilustra essas etapas.

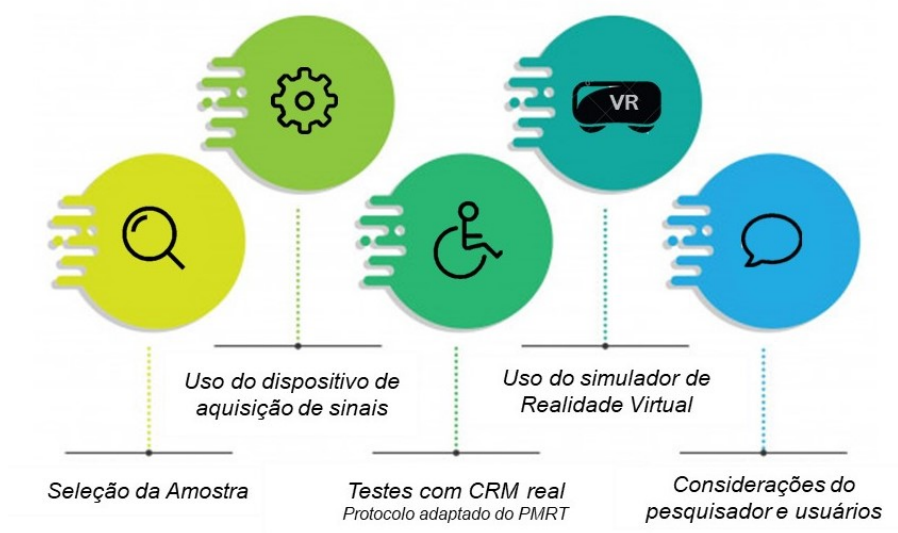


Figura 6: Diagrama ilustrando as etapas do processo da metodologia.

3.1. Desenho do Estudo e Considerações Éticas

A presente pesquisa se apresenta sob a metodologia de um estudo transversal, com abordagem qualitativa e exploratória. O estudo foi submetido ao Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) da Universidade Federal de Uberlândia (UFU), em conformidade com a Resolução 466/12 do Conselho Nacional de Ética em Pesquisa (CONEP). Foi aprovada originalmente pelo CEP da UFU, através da Plataforma Brasil, sob o CAAE 86694117.4.0000.5152 (Anexo 1).

A declaração de Instituição Coparticipante, foi apresentada conforme as considerações e obrigatoriedades para o estudo, sendo aprovada pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Instituição Coparticipante. Todos os participantes e responsáveis tiveram conhecimento dos procedimentos do estudo e assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE).

3.2 Detalhamento da Amostra

3.2.1 Amostra centrada no usuário

Estudos que envolvem a participação do usuário final contemplam resultados positivos nos processos de tomada de decisão, considerando- os como integrantes que, pontuam aconselhamentos em diferentes fases de aplicação dos estudos ou ainda, a participação ativa em diferentes fases, testando protótipos e dispositivos (HERSH, 2010).

A amostra deste estudo apresenta a abordagem centrada no usuário durante o processo de elaboração e aplicação dos protocolos para no decorrer da pesquisa. A amostra considerou recomendações e diretrizes apontadas pela OMS, com enfoque no treinamento no que tange a segurança e eficácia para o uso (FROST et al., 2012).

Considera-se nas etapas deste estudo, que o fator de esclarecimento para que o processo de treinamento centrado no usuário seja bem sucedido, a entrega do equipamento deve ser antecedida por uma adequada montagem e verificação dos ajustes eletrônicos e mecânicos do dispositivo, afim de maximizar o controle do usuário para garantir uma condução segura (ARLEDGE; ARMSTRONG; BABINEC, 2011a).

Além disto, o treinamento centrado no usuário inclui, no momento do treinamento, ajustes de outros componentes e dispositivos, como posicionamento para

os pés, braços, tronco e/ou cabeça, superfícies de apoio das extremidades superiores, garantindo com que esse processo apresente um gerenciamento seguro deste equipamento (ARLEDGE; ARMSTRONG; BABINEC, 2011b).

3.2.2 Recrutamento

Foram convidados a participar deste estudo 20 voluntários, avaliados com diagnóstico de Lesão Medular pela Classificação Internacional de Doenças (CID 10), enquadrados nas limitações/sequelas de Tetraplegia Flácida (CID 10 G82. 3), Tetraplegia Espástica (CID 10 G 82.4) e Tetraplegia Não Especificada (CID 10 G 82.5), assistidos e acompanhados pela Associação de Assistência à Criança Deficiente (AACD), Instituição Coparticipante e sede para esta pesquisa.

Dos vinte voluntários, doze atenderam aos critérios de inclusão. Destes, quatro participantes não puderam seguir no estudo em virtude de limitações funcionais/motoras (quadro de hipotensão na postura sentada, período de internação, e presença de úlceras de pressão) e outros dois foram a óbito.

Desta forma, 6 participantes foram selecionados para triagem e identificação dos critérios estabelecidos para compor esta pesquisa.

Todos os participantes de uma única patologia (clínica de Lesão Medular) corroboram com as estatísticas sobre a lesão em relação a etiologia traumática, sendo as causas dos participantes da pesquisa: queda, ferimentos por arma de fogo e acidente automobilístico.

Estima-se que há 17.500 mil novos casos de lesão medular (LM) por ano nos Estados Unidos, com predominância de ocorrência principalmente em homens e adultos jovens, sendo que a tetraplegia incompleta é atualmente a categoria neurológica mais frequente (NSCSC, 2017).

A lesão medular traumática é relacionada a acidentes automobilísticos, ferimentos por arma de fogo, mergulho em águas rasas, acidentes esportivos e quedas. Já as causas das lesões não traumáticas podem estar relacionadas a tumores, infecções, alterações vasculares, malformações e processos degenerativos ou compressivos. (ADLER, 2005).

A Tabela 2 descreve a amostra da pesquisa.

Descrição Participante	Sexo	Idade	Tempo Lesão (meses)	ASIA	MIF
Participante 1	M	71	156	B	55,2
Participante 2	M	40	28	A	42,2
Participante 3	M	72	35	C	61.1
Participante 4	M	31	30	A	39,6
Participante 5	M	34	170	A	39,7
Participante 6	F	23	42	B	41.6

Para caracterização da população estudada na amostra, explica-se que a lesão medular tem comprometimento da condução sensorial e dos sinais motores nos locais da lesão e acarreta alterações no sistema nervoso autônomo.

O prejuízo ou gravidade é classificado pelo nível neurológico da lesão por instrumentos internacionais padronizados, que determinam, por exemplo, se a lesão é completa ou não, e qual prognóstico funcional deste participante (KIRSHBLUM et al., 2011).

As avaliações funcionais aplicadas no cenário da reabilitação, em especial na Instituição Coparticipante, utiliza como referência o uso de instrumentos que mensuram o quadro funcional e a evolução do indivíduo no processo de reabilitação. Um exemplo, é a escala de Medida de Independência Funcional (MIF), que pontua e considera habilidades funcionais do indivíduo (RIBERTO et al., 2004).

Ressalta-se, que em consonância com as avaliações padronizadas da Instituição e os instrumentos de referência adotados neste serviço, juntamente com as descritivas nacionais da legislação, os indivíduos que possuem limitações na mobilidade e fazem uso de dispositivo para realização de suas atividades enquadrados na clínica de Lesão

Medular, com as classificações do nível neurológico (A/B/C) e MIF < 70%, são potencialmente considerados elegíveis para a triagem de elegibilidade para dispensação da CRM. As demais variáveis, no que tange a capacidade cognitiva, visual e auditiva foram confirmadas pelo serviço clínico das áreas médicas como satisfatórias e não foram temáticas abordadas neste estudo.

3.2.3 Critérios de Inclusão e Exclusão

Os participantes da pesquisa foram selecionados através de análise de prontuário, contato telefônico e avaliação com médico e terapeuta.

Os critérios de inclusão da amostra foram:

- Estar estável clinicamente;
- Ter entre 18 a 90 anos;
- Indivíduos de uma única patologia (Lesão Medular) que aguardavam processo de triagem e prescrição de OPM elegíveis para dispensação;
- Não ter experiência em condução de CRM.

E como critérios de exclusão:

- Não compreender as instruções fornecidas para realização das tarefas;
- Apresentar instabilidade clínica ao longo do estudo ou úlceras de pressão;
- Indivíduos que já receberam CRM ou que tenham experiência no uso;
- Faltar a alguma das etapas do estudo;
- Desejar não mais participar.

3.2.4 Instrumentos de Avaliação

Diversas ferramentas de avaliação estão disponíveis aos profissionais de reabilitação para avaliar a capacidade de condução, tanto no ambiente real do usuário quanto em ambiente terapêutico. O presente estudo ressalva o Power Mobility Indoor Driving Assessment (PIDA) e o Power Mobility Community Driving Assessment (PCDA).

Desenvolvidos por Dawson e colaboradores (DAWSON; KAISERMAN; CHAN, 1994), ambos são instrumentos padronizados utilizados para identificar áreas gerais ou tarefas para qual o treinamento é necessário, ou, por exemplo, quais

necessidades de ajustes ou modificações na cadeira de rodas motorizada são necessárias em ambientes internos e em comunidade (DAWSON; KAISERMAN; CHAN, 1994).

Mountain e colaboradores desenvolveram o *Wheelchair Skills Test* (WST), inicialmente para aplicabilidade em avaliar a mobilidade para usuários de cadeira manual, e uma nova versão adaptada para avaliar habilidades de usuários de cadeira de rodas motorizada (MOUNTAIN et al., 2010).

O *Power Mobility Road Test* (PMRT) foi desenvolvido para atender necessidades específicas a partir da falta de escalas padronizadas, uma vez que os investigadores consideravam que os testes não eram abrangentes para a aplicação de seu estudo (MASSENGALE et al., 2005).

O teste é uma combinação de tarefas de três escalas de avaliação de desempenho em cadeira de rodas: *Power-Mobility Indoor Driving Assessment* (PIDA), *Functional Evaluation Scale* (FES) e o *Power Mobility Functional Evaluation Tasks* (PMFES) (MASSENGALE et al., 2005).

O *score* do PMRT é pontuado usando os critérios do teste PIDA, para avaliar a condução de desempenho do usuário. O avaliador ou terapeuta documenta em uma folha de pontuação, com mínimo de 16 a 64 pontos durante um teste. A pontuação de cada tentativa é calculada e expressa em porcentagem, sendo 4: completa tarefa de forma independentemente; 3: completa de forma hesitante, exigindo várias tentativas e/ou pequenos acidentes; 2: pode cometer graves acidentes que poderiam causar danos ao motorista ou outras pessoas; e 1: incapaz de completar a tarefa.

O PMRT consiste em 2 grupos de 16 tarefas: estruturadas (1-12) e não estruturadas (13-16). As 12 tarefas estruturadas são previsíveis. As 4 tarefas não estruturadas ou dinâmicas são imprevisíveis e exigem que o usuário tome decisões sobre a interação com o ambiente, em ações como, evitar uma pessoa andando pelo corredor ou evitando uma bola no caminho (MASSENGALE et al., 2005)

Quando o *score* total das tarefas é maior ou igual a 95%, sugere que o usuário é um bom condutor, e que o instrumento apresenta boa correlação e confiabilidade entre dois avaliadores, tanto no ambiente real quanto no virtual (KAMARAJ et al., 2016).

3.2.5 Testes Pilotos

Os testes pilotos foram realizados para revisão dos instrumentos de avaliação e elaboração de protocolo adaptado para coleta de dados. As ferramentas e dispositivos desenvolvidos e disponíveis, sendo eles, a cadeira de rodas motorizada, o dispositivo de aquisição e leitura de sinal e o simulador virtual *uViEW*, ambos desenvolvidos no laboratório, foram disponibilizados para esta pesquisa.

O laboratório nomeado de Núcleo de Tecnologia Assistiva (NTA) da Universidade Federal de Uberlândia (UFU) sediou os testes pilotos com voluntários já usuários de CRM, com objetivo de verificação da aplicabilidade dos dispositivos, a definição do ambiente de coleta e a revisão de procedimentos necessários para uso, além da aplicabilidade junto aos voluntários da pesquisa.

Os testes foram realizados na infraestrutura do laboratório junto aos voluntários, os quais se propuseram fazer uso dos recursos disponíveis para a pesquisa.

A sugestiva de realizar a aplicabilidade dos testes e a realização das coletas foram evidenciadas pelos usuários para serem realizadas no ambiente em que o usuário recebe o equipamento do SUS, optando portanto, a realização da coleta de dados na Instituição Coparticipante da pesquisa, a Associação de Assistência à Criança Deficiente (AACD) sediada em Uberlândia - MG

3.2.6 Núcleo de Tecnologia Assistiva

O Núcleo de Tecnologia Assistiva (NTA) é um grupo multidisciplinar de pesquisadores e estudantes de diversas áreas de Engenharia e da Saúde, dedicado ao desenvolvimento de tecnologias para apoio a pessoas com deficiência, idosas ou com mobilidade reduzida.

O NTA-UFU iniciou seus trabalhos em 2012 com a aprovação do seu projeto de criação pela portaria nº 39 de 28 de junho de 2012, da Secretaria de Ciência e Tecnologia para Inclusão Social do Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (SECIS/MCTI).

O resultado das instituições selecionadas para estabelecer Núcleos de Tecnologia Assistiva e compor a rede brasileira de pesquisa e desenvolvimento em tecnologia assistiva, tornou-se público conforme as diretrizes estabelecidas pelo Plano Nacional

dos Direitos da Pessoa com Deficiência - Plano Viver sem Limite, instituído pelo Decreto nº 7.612/2011.

A rede nacional de núcleos é coordenada pelo Centro Nacional de Referência em Tecnologia Assistiva - CNRTA, sediado no Centro de Tecnologia da Informação Renato Archer (CTI) em Campinas-SP. O NTA-UFU é coordenado pelo Prof. Dr. Eduardo Lázaro Martins Naves, orientador deste estudo.

3.3 Equipamentos e Dispositivos

3.2.3 Cadeira de Rodas Motorizada

A cadeira de rodas motorizada utilizada neste estudo foi o modelo SM2, fabricada pela *Seat Mobile* do Brasil (SMB). Permite comando da direção por meio de joystick, e não admite variação de velocidade. A Figura 7 mostra a CRM utilizada neste trabalho:



Figura 7: Cadeira de rodas motorizada SM2 Seat Mobile utilizada para a pesquisa.

(Fonte: PGVR2. 2019)

3.2.4 Interface de Controle - Joystick

A interface de controle utilizada neste trabalho foi o joystick convencional, instalado para manejo com os membros superiores. O joystick utilizado foi o modelo VR2, que por meio de sistema eletrônico interpreta os movimentos de intenção de deslocamento realizados pelo usuário. Segue na Figura 8, a imagem do modelo descrito:



Figura 8: Controle joystick VR2 adaptado para os testes da CRM real e para uso no simulador virtual.

(Fonte: PGVR2. 2019)

3.4 Uso do dispositivo de leitura e aquisição de sinal

Para coleta de parâmetros com as métricas quantitativas, cujo objetivo é a detecção de sinais, foi necessário uma alteração na placa do circuito original do joystick, sendo utilizado um micro controlador Arduino Nano (CAETANO et al., 2018).

Foram utilizados dois pinos analógicos, cujos valores de tensão são análogos aos eixos x e y do joystick, e que, a partir de uma combinação de ambos os valores, determina a direção/comando realizado (CAETANO et al., 2018).

A partir desse movimento, o micro controlador envia um comando, que tem uma variância de 1 a 5 (referente às quatro direções e à parada) para a porta serial conectada ao computador. Um dispositivo de processamento de comandos no qual está conectado ao computador, recebe os sinais gerados pelo joystick modulando os valores tensão ideais nos diferentes oito pinos da placa real da CRM, que fará com que a mesma se desloque na direção desejada, conforme Figura 9 (CAETANO et al., 2018):



Figura 1: A) CRM real com joystick e notebook.

(B) CRM real com notebook e dispositivo de processamento adaptados.

Durante a realização de cada tarefa nos testes, dados numéricos (algoritmos), tipo de comando realizado pelo usuário (frente /direita/esquerda/), tempo e número de colisões foram coletados na forma de arquivos de textos para serem analisados posteriormente.

Abaixo, a ilustração na Figura 10 apresenta o dispositivo e o computador acoplados na CRM para realização dos testes:

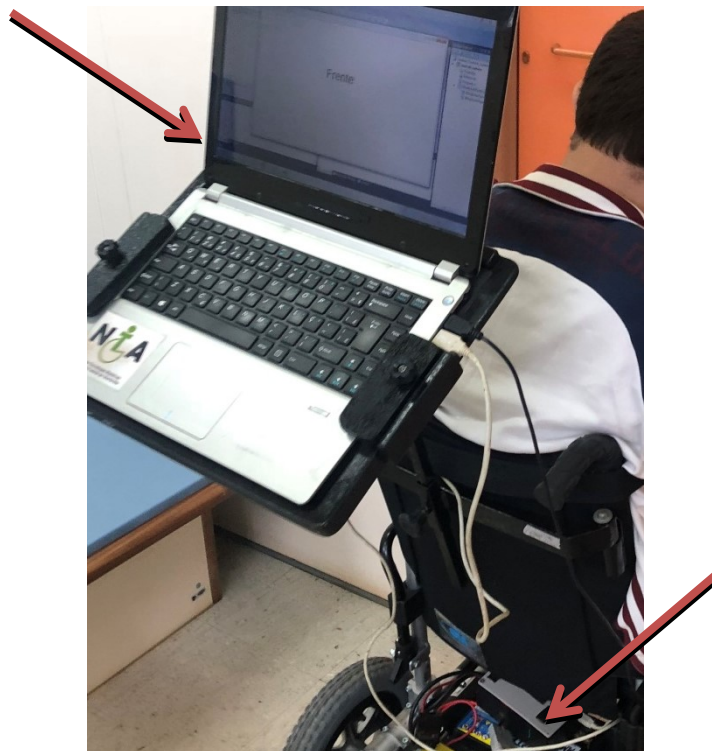


Figura 10: Usuário H realizando a tarefa 3 na CRM: Setas apontam o dispositivo de aquisição e leitura de sinais (número de comandos e o tempo de cada tarefa)

Em relação a variável colisão, os dados foram obtidos pelos registros de vídeos, que foram coletados em cada tarefa realizada pelo usuário, a fim de arquivar o registro nas tarefas antes e após a intervenção com simulador. Os sensores anti-colisão não foram instalados neste equipamento.

3.5 Protocolo de Testes: *Power Mobility Road Test* Adaptado

Para realização das tarefas na CRM real, conforme já mencionado anteriormente, o instrumento *Power Mobility Road Test* foi adaptado apenas com 12 das 16 tarefas para a execução dos usuários nos testes da CRM real (Anexo 2).

O instrumento foi aplicado de modo adaptado, pois previamente avaliado durante a fase da coleta de dados nos testes pilotos, os relatos dos usuários referentes as tarefas 13 a 16, denominadas “não estruturadas” configurariam uma diferença na padronização de tarefas. Destaca-se que um número menor de atividades implicaria em menor tempo na postura sentada, uma vez que os testes para prescrição ou realização de testes foi utilizado uma CRM do laboratório.

A execução das 12 tarefas propostas pelo instrumento adaptado configuraram-se em um roteiro de ilustrações elaborado pela autora, para realização dos protocolos de um e três, adaptados para este estudo, referente aos testes na CRM real, realizados antes e após o treinamento com simulador virtual (Apêndice II).

O ambiente disponível para a realização foi adaptado conforme necessidade do estudo, e acordado no projeto do CEP, que embora estruturado para a pesquisa, contou com a presença de fatores (sons, pessoas, objetos, etc.), uma vez que a instituição estava em funcionamento, com os serviços em regime de funcionamento.

Na Figura 11 o ambiente físico da AACD, ilustra com as marcações no piso, o arranjo elaborado para realização dos testes:



Figura 11: Ambiente Físico da AACD – Sala 01 de Recepção utilizada para a realização dos testes no cenário real. (FONTE: Arquivo Autora)

3.5.1 Centro de Reabilitação de Referência – A Associação de Assistência à Criança Deficiente

A Associação de Assistência à Criança Deficiente- AACD, fundada pelo médico especialista em Ortopedia Dr. Renato da Costa Bomfim, inspirado na evolução tecnológica dos centros de reabilitação no exterior, fundou uma estrutura semelhante no Brasil nos anos 50.

As Instituições filiadas à matriz em São Paulo, conta com os melhores hospitais da área de Ortopedia e é referência em qualidade no tratamento de pessoas com deficiência física.

Com a intenção de assumir o compromisso de qualidade e excelência, foram criados diversos canais de captação de recursos, entre eles o Teleton, que objetiva garantir à Instituição autonomia e proposta de sustentabilidade.

Além da reabilitação física, a AACD também desenvolve diversas outras atividades, como a inserção no esporte paraolímpico e o empenho em assegurar a plena integração social aos participantes, promovendo melhorias por meio da superação diária e da orientação de uma equipe multidisciplinar especializada.

A AACD Uberlândia, pioneira em reabilitação e referência no Estado de Minas Gerais, inaugurada em Agosto de 2001, mantém-se como Centro de Referência e Excelência nos serviços de Reabilitação Física e serviço habilitado em ofertar os produtos de Tecnologia Assistiva por meio de recursos do SUS junto à Secretaria Municipal do Governo de Minas Gerais.

A Instituição atende com abrangência a população da cidade e municípios locais e conta com a equipe técnica da Oficina Ortopédica, além das especialidades médicas e das áreas multidisciplinares que envolvem as terapias de reabilitação. A Unidade adotou a terapia baseada em Reabilitação Virtual com enfoque nos vídeo games como ferramenta aliada na reabilitação física de crianças e adultos.

A sala de Reabilitação Virtual já está em funcionamento desde 2010 na Instituição Matriz (AACD Ibirapuera) e foi implementada na AACD Uberlândia junto ao término deste trabalho em Dezembro de 2018 (ASSOCIAÇÃO DE ASSISTÊNCIA À CRIANÇA DEFICIENTE, 2019).

3.5.2 Simulador de Realidade Virtual – *uViEW*

Martins (2017) propôs a primeira versão elaborada com três cenários iniciais para treinamento de habilidades básicas: pista de obstáculos, rampa e elevadores, cabendo ao usuário escolher as opções do controle e o cenário para seu treinamento. O percurso e as rotas elaboradas possibilitaram o treino de todas as manobras básicas, utilizados na metodologia deste estudo (MARTINS, 2017).

O primeiro é a pista de obstáculos. Baseada em uma versão adaptada de Yousefi (2011), o percurso tem como manobras básicas a realização de curvas em formato de L e de curva em U (180°), dentre outras (YOUSEFI; HUO; GHOVANLOO, 2011).

As manobras do cenário pista são: seguir em linha reta, fazer curva em U (180°), passar por obstáculos, virar para esquerda e para direita a 90°.

O percurso dirigido por setas na Figura 12 demonstra a rota a ser seguida:

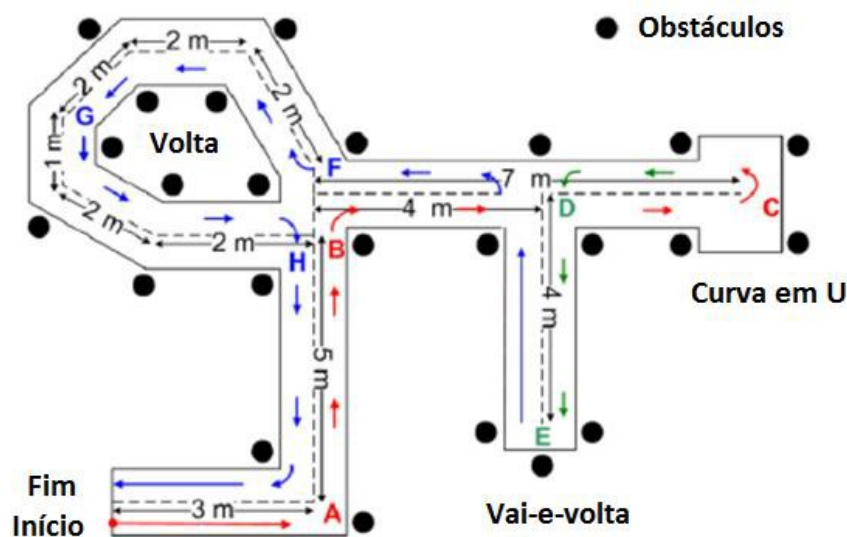


Figura 12: Esquema ilustrativo da pista de obstáculos (Fonte adaptado: YOUSEFI 2011)

A Figura 13 ilustra a representação dos obstáculos, demarcados por cones de trânsito e faixas delimitadoras:



Figura 13: Cenário da pista de obstáculos, com os cones de trânsito e faixas delimitadoras. (Fonte: Martins 2017)

A Figura 14 mostra a representação do cenário rampa, que incluíram tarefas como: dirigir para frente em corredor, subir e descer rampas, realizar manobras entre corredores em espaço reduzido e entre objetos:

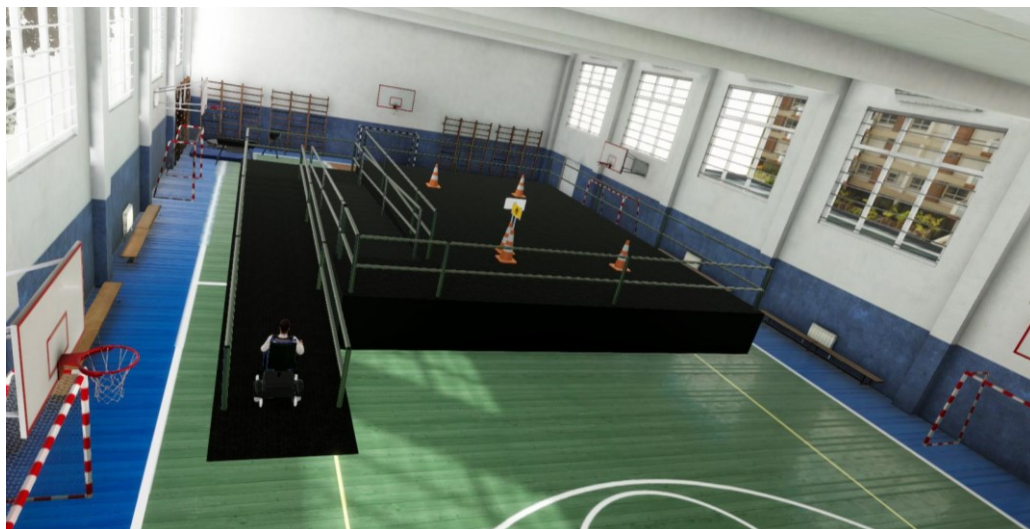


Figura 14: Cenário rampa que inclui cones com placas de sinalização. (Fonte: Martins 2017)

Martins (2017), pontuou a limitação de estudos sobre treinamento de RV em rampas e desenvolveu um modelo próprio, apresentado na Figura 15:

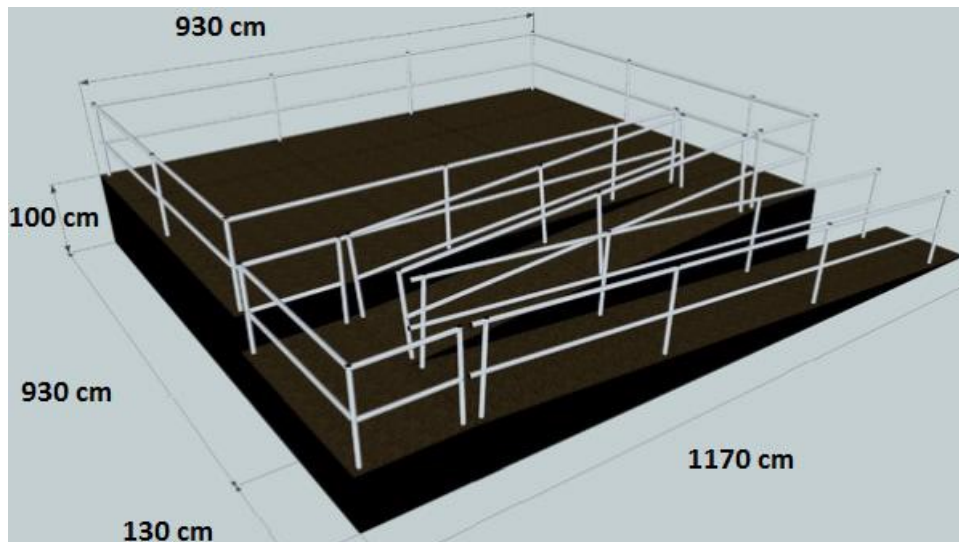


Figura 15: Dimensões da rampa utilizada no cenário (Fonte : Martins 2017)

O protocolo proposto por Martins (2017), no cenário rampa, implica que o usuário suba até a plataforma elevada, dê a volta completa sobre ela e desça até o final, proporcionando direção em corredor estreito, condução em espaços reduzidos e manejo para evitar colisão nas grades laterais, conforme ilustrado na Figura 16:

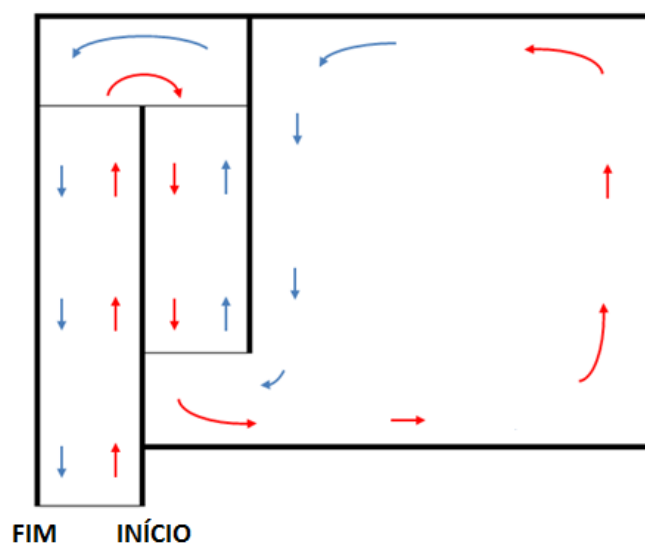


Figura 16: Protocolo a ser seguido no cenário rampa. (Fonte Martins 2011).

Por fim, o cenário elevador, proposto por Martins (2017), utilizou dois elevadores com dimensões de espaçamento de 90 cm entre eles, e divisórias para simular uma parede. Em relação ao protocolo, duas situações distintas foram elaboradas, sendo que a rota sugeria que usuário se aproximasse do Elevador 1 (à esquerda), e se encontra aberto em função da aproximação da CRM e assim permanece.

Tal simulação baseando-se na hipótese de que tendo um ascensorista dentro do elevador, o mesmo pode segurar a porta para que o usuário possa entrar. Dentro do Elevador 1, a porta se fecha por 10 segundos e abre após este tempo, para que o usuário possa sair do mesmo, cumprindo a parte inicial da rota neste cenário.

Em seguida, a rota sugere seguir para Elevador 2, com outra simulação de hipótese de que não havendo outra pessoal disponível para segurar as portas do elevador, elas se fecham durante 20 segundos, e ficam abertas por 10 segundos, sugerindo durante esse período a entrada e saída do usuário. A Figura 17 ilustra o protocolo desenvolvido para o cenário elevadores (MARTINS, 2017).

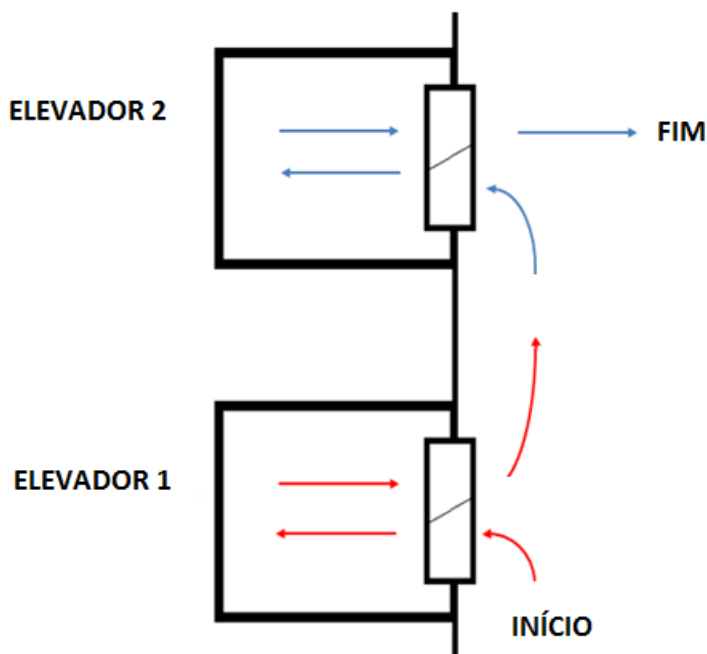


Figura 17: Protocolo desenvolvido para o cenário elevadores (Fonte Martins 2017).

A medida que o usuário iniciava o percurso para cumprir a rota, através de marcadores invisíveis nos cenários mediante a passagem da CRM na rota, o sistema conseguia determinar o trajeto adequado ou se havia erro na rota. Emissão de sons confirmavam sequência positiva da rota e ou erro no percurso. A Figura 18 ilustra o cenário com o Elevador 1 e 2 (MARTINS, 2017).



Figura 18: Cenário dos elevadores exemplificando o usuário iniciando o percurso. (Fonte Martins 2011).

Ao final, após a execução de qualquer um ou dos três cenários elaborados no protocolo, foi exibida ao usuário a tela de resultados (Figura 19), com as variáveis coletadas: o tempo gasto para completar o percurso, o número de colisões realizadas e o total de comandos realizados.



Figura 19: Tela de resultados apresentada ao usuário ao fim de cada cenário. (Fonte Martins 2011).

Estes dados são enviados para a interface e armazenados como arquivos de textos para análise dos usuários e profissionais. Isso oferece a possibilidade de monitorar os melhores resultados durante o desempenho de cada cenário e também, identificar as tarefas que necessitam de revisão ou de maior tempo de treinamento.

3.5.2 Registros de Planilhas Descritivas

Para registro das informações por parte da autora, foi elaborada uma planilha descritiva para arquivamento de dados durante o protocolo de intervenção.

O registro foi elaborado com enfoque de simulação de um prontuário, que futuramente, acredita-se ser implantado de forma digital/eletrônica no arquivamento de dados do simulador.

Registros das datas de todas as sessões, as observações livres dos usuários frente ao uso do simulador, as observações da pesquisadora durante cada sessão foram agrupadas neste documento, além de vídeos das sessões para futura transcrição e análise de desempenho (Apêndice I).

Ao final da intervenção, foi elaborado um relatório técnico para o NTA por parte da autora reunindo as informações relevantes dos usuários frente aos usos dos equipamentos disponíveis para pesquisa e a interface do simulador de RV, para futuro refinamento das considerações técnicas abordadas pelos usuários (Apêndice III).

3.5.3 Procedimentos para Coleta de Dados

De acordo com as etapas listadas na metodologia deste estudo, e o arsenal de recursos desenvolvidos e acessíveis para a aplicabilidade da autora no campo do serviço de prescrição/dispensação, em especial no serviço de treinamento de condução da CRM, o qual, a autora está inserida e responde como gestora técnica deste serviço no CR em que, a pesquisa foi realizada.

As etapas enumeradas, nomeadas de protocolos, clareiam a visualização deste processo desenvolvido para esta amostra, elo de conhecimento técnico e incentivador para pesquisa no campo da TA e das tecnologias em desenvolvimentos para usuários inseridos nos sistemas prestadores de serviços de concessão de dispositivos do SUS.

A primeira etapa inclui a coleta de dados na CRM real, realizada através da aplicação do PMRT para verificação de habilidade de condução (mensuradas pelo nº de colisões, comandos e tempo) através do uso da CRM e os recursos eletrônicos, a qual será descrita no Protocolo 1.

Esta etapa consiste na simulação das ações na etapa de prescrição do equipamento, no qual, se avalia brevemente as características do usuário, solicita-se ordens de condução em tarefas simples e oficializa a ação de prescrever o equipamento.

A segunda etapa inclui o treinamento com Simulador de Realidade Virtual-*uViEW*, baseado em cenários virtuais, os quais já com roteiros e percursos desenvolvidos, apresenta-se como ferramenta de treinamento, para aplicabilidade junto a um protocolo não padronizado, com o objetivo de apresentação deste recurso aos potenciais usuários de CRM, a fim de garantir a vivência das habilidades previamente ao recebimento do seu dispositivo.

Esta etapa consiste na simulação pioneira de treinamento em RV, dentro de um centro de reabilitação, no qual, se espera identificar a demanda do usuário frente a nova modalidade de treinamento, bem como avaliar as habilidades de condução antes da dispensação de seu próprio equipamento, uma vez que, os processos de concessão correm um longo tempo até chegada do dispositivo ao usuário. Acredita-se, após a intervenção, comparar as habilidades do usuários e enumerar as considerações frente ao uso da ferramentas através de relatório técnico emitidos para o NTA.

A terceira etapa, inclui a repetição dos testes para comparação após treinamento com sistema de RV, realizada através da reaplicação do *PMRT* para comparação das habilidades de condução (mensuradas pelo nº de colisões, comandos e tempo) através do uso da CRM e os recursos eletrônicos, a qual será descrita no Protocolo 3.

Por fim, esta etapa inclui a revisão dos dados e simula a confirmação das habilidades dos futuros condutores, e as lacunas de desempenho a serem programadas para treino futuro com uso do seu dispositivo, após recebimento por meio de recursos do SUS.

3.4 Protocolo 1: Teste de habilidades básicas na cadeira de rodas motorizada real

No protocolo um, os usuários foram solicitados a comparecer na Instituição para a confirmação da triagem dos indicadores e para procedimento de prescrição da CRM, exceto um que já havia sido avaliado pela equipe técnica, porém sem testes na CRM real. Os demais relataram não ter vivenciado o contato com uma CRM real.

Realizadas as etapas de prescrição, conforme as normas já descritas, os usuários foram solicitados a realizar o protocolo um na CRM real para averiguar as habilidades básicas de condução.

O cenário real para a execução das tarefas foi apresentado junto ao roteiro ilustrativo das tarefas para melhor compreensão do usuário.

Os usuários foram posicionados na CRM real da pesquisa, onde os ajustes disponíveis foram realizados, como ajustar apoio de pés, e posicionar joystick na mão dominante, ou até mesmo inserir cinto de segurança para acomodação do tronco.

Foram apresentados aos usuários quais eram os objetivos do protocolo um, ilustrando a folha de pontuação do PMRT, o roteiro ilustrativo das tarefas, além das instruções da avaliadora, que seriam verbais, e se necessárias, adicionadas com gestos ou demonstrações.

Todos os usuários cumpriram as tarefas no mesmo dia, seguindo o mesmo roteiro e formato de conduta por parte da pesquisadora.

Para melhor compreensão da execução desta etapa, a Figura 20 apresenta o exemplo do roteiro e a participante posicionada para iniciar o teste na tarefa 1:

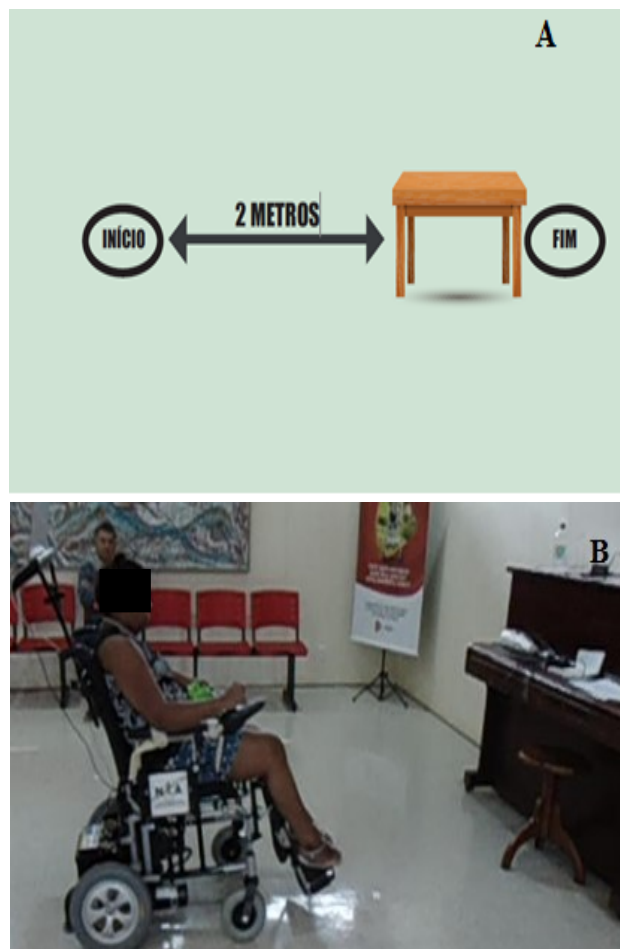


Figura 20: (A) Tarefa 1 do PMRT : Aproximar de pessoas/ objetos sem bater neles. (B) Participante 6 realizando a tarefa 1 no cenário real.

3.5. Protocolo 2: Treinamento em cenários de Realidade Virtual

No protocolo dois, os usuários foram solicitados a participar do treinamento de habilidades de condução no simulador uViEW, cumprindo protocolo de treinamento em cenários de RV, com tarefas similares as do PMRT já realizadas no protocolo um na CRM real.

Durante o treinamento no simulador em cenários de realidade virtual, foi sugerido um protocolo de treinamento para o usuário, que consistia em cumprir por um período de 3 meses, com a variância de ser realizado uma ou duas vezes na semana, com um mínimo de 8 e máximo de 12 sessões, cada uma com duração de 35 minutos.

Os usuários deveriam cumprir no mínimo um cenário, e no máximo os três, repetindo até um cenário, caso houvesse alguma falha, seja no arquivamento de dados ou na interface, dentro do tempo total estipulado para todos os usuários por sessão.

Ao final avaliou-se o desempenho por cenário, monitorando evolução do usuário, correlacionando desempenho versus variável versus cenário.

Durante o protocolo dois, foi possível verificar a opinião do usuário frente à ferramenta de RV, coletando informações relevantes para melhoria e aprimoramento desta interface, através de planilhas descritivas, transcritas pela autora, o registro da opinião de cada usuário após uso do sistema de RV (Anexo 3).

As etapas com a descrição dos procedimentos são enumeradas nas Figuras 23 e 24.

Antes de iniciar a terapia com o sistema de RV, assim que posicionando na CRM, o usuário era instruído a adequar, da melhor forma possível, a postura sentada, seria instruído como proceder durante a sessão e recebia as orientações da rota dos cenários e como proceder durante cada um deles.

A Figura 20 apresenta uma das possibilidades de visão da câmera para realização das tarefas no simulador de RV, simulando o senso de imersão, representando a visão do cenário na perspectiva do usuário. Outra possibilidade foi à visão em terceira pessoa, visualizando maior abrangência do cenário. As duas opções foram apresentadas aos usuários.

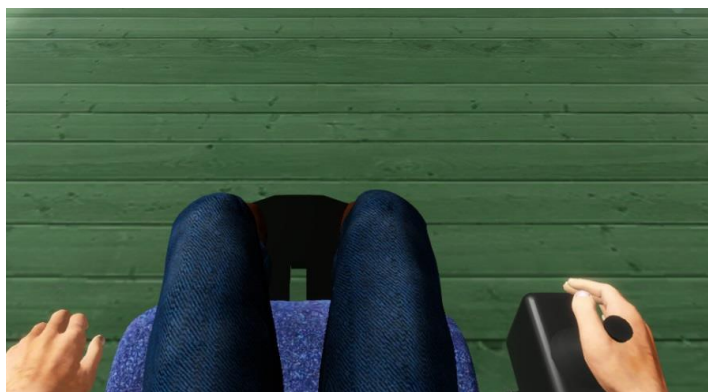


Figura 20: Visão abaixada da câmera mostrando o joystick e usuário em primeira pessoa.

(Fonte Martins 2017)

Além da possibilidade de definir o ângulo de visão, o usuário poderia escolher o tipo de controle, adotado para este trabalho a aptidão e habilidade funcional apenas o joystick convencional e ainda a sequencias dos cenários a partir da intenção e

autonomia de escolha e desafiadora. A Figura 21 apresenta o usuário cumprindo a sessão no treinamento de RV, no cenário pista:

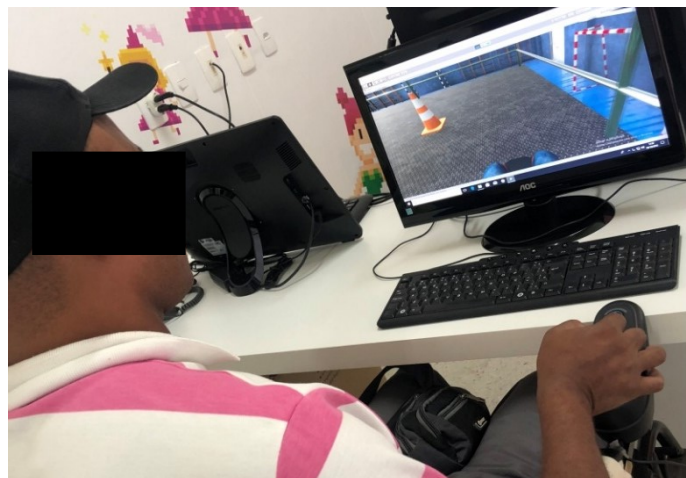


Figura 21: Participante 2 no cenário pista. (Fonte: Arquivo Autora)

3.6. Protocolo 3: Teste após treinamento de RV de habilidades básicas na cadeira de rodas motorizada real

No protocolo três, os usuários foram solicitados a realizar o teste após o treinamento no simulador virtual, cumprindo as mesmas tarefas elaboradas no protocolo um.

O cenário real com o roteiro ilustrativo para realização das tarefas seguiu o mesmo formato do protocolo um, estabelecido para as tarefas iniciais, além do mesmo ambiente físico.

Nova coleta de dados foi registrada por fotos e vídeos, para análise de comparação do desempenho de cada tarefa, identificando as métricas quantitativas por tarefa através dos arquivos do dispositivo de leitura e aquisição de sinal, registrando tempo total de cada tarefa e número de comandos.

As análises da variável colisão foram registradas por vídeos, uma vez que em virtude da CRM não permitir variação de velocidade e as tarefas serem dirigidas, esta variável não apresentou variações relevantes durante desempenho na condução da CRM real. Cabe pontuar, que o participante 5 não compareceu para os testes do protocolo 3, sendo estes então analisados os dados da CRM apenas com a amostra de 5 usuários.

Abaixo, a Figura 22 ilustra o usuário realizando as tarefas do protocolo três após a intervenção com simulador virtual:



Figura 22: Participante 4 realizando a tarefa 2 do PMRT na CRM real. (Fonte: Arquivo Autora)

3.7 Análises dos Dados

Para analisar os dados do treinamento no simulador de RV foi utilizada estatística descritiva, com intuito de apresentar relatório técnico por parte da pesquisadora, para compor a análise das considerações frente ao uso de interface de RV pela amostra da pesquisa.

As planilhas descritivas, exemplificam o período de treinamento, redigidas com parecer técnico da pesquisadora em relação ao desempenho do usuário ao longo das sessões, e visualizar seu desempenho e demandas personalizadas.

Posterior a esta análise, foram feitos testes de comparação para verificar o desempenho dos usuários antes e depois da intervenção. Para verificar se os dados provêm de uma distribuição normal foi utilizado o teste de Shapiro-Wilk, exceto para a variável score, pois é uma variável ordinal, e dados representados neste formato não são parâmetros para outras variáveis, sendo assim, devem ser consideradas como variáveis não paramétricas (NORMANDO; TJÄDERHANE, 2010).

Assim, os resultados obtidos nos testes durante a condução da CRM foram analisados por tarefa, comparando o desempenho do usuário em cada tarefa, considerando a correlação com as variáveis coletadas antes e após o treinamento.

Portanto, para esta variável foi utilizado o teste Wilcoxon pareado, que é um teste não paramétrico, para comparar duas amostras pareadas onde não necessita da presunção de normalidade (LOWRY, 2011).

Para a variável “colisões” foi utilizado o teste McNemar, que é um teste estatístico para dados nominais pareados, sendo utilizada uma tabela de contingência 2x2 (MCNEMAR, 1947).

É válido pontuar, que nos testes na CRM a não permissão de variação da velocidade e o roteiro das tarefas estruturadas, a possibilidade de colisão era nula ou não minimamente relevante, portanto, na tabela acima de acordo com as análises, optou-se por registrar “não se aplica” (MCNEMAR, 1947).

Nas variáveis “comandos” e “tempo” foram utilizados Testes t pareados e Wilcoxon pareado. O primeiro é aplicado quando há a presunção de que os dados provêm de uma população normal e o segundo não.

CAPÍTULO 4

4. Resultados e Discussão

Esta pesquisa, partiu do pressuposto que nos centros de referência em dispensação de OPM aos usuários, há demandas e lacunas no que se refere ao processo de modalidade de treinamento para futuros condutores de CRM.

Acredita-se que, com avanço do uso da interface de realidade virtual, a ferramenta com simuladores torne-se promissora e abrangente em diversas aplicações no contexto terapêutico.

Nessa seção são descritos os resultados e discussão da intervenção de treinamento com simulador virtual, ilustrando por cenário o desempenho do usuário e a influência das variáveis coletadas pelo sistema: n.º comandos, n.º colisões e tempo de execução da tarefa, o qual o usuário foi submetido a vivências sem exposição direta, com a oportunidade de desempenhar tarefas, para mais tarde serem incorporadas no seu contexto diário.

Serão apresentados os gráficos com análise geral dos usuários no contexto grupo, com apresentação do perfil de desempenho individual, frente ao comportamento em cenário específico, correlacionando com as variáveis coletadas.

As Figuras 23, 24 e 25 mostram os resultados obtidos no cenário do elevador, e o comportamento das variáveis apresentadas pelos participantes ao longo do treinamento.

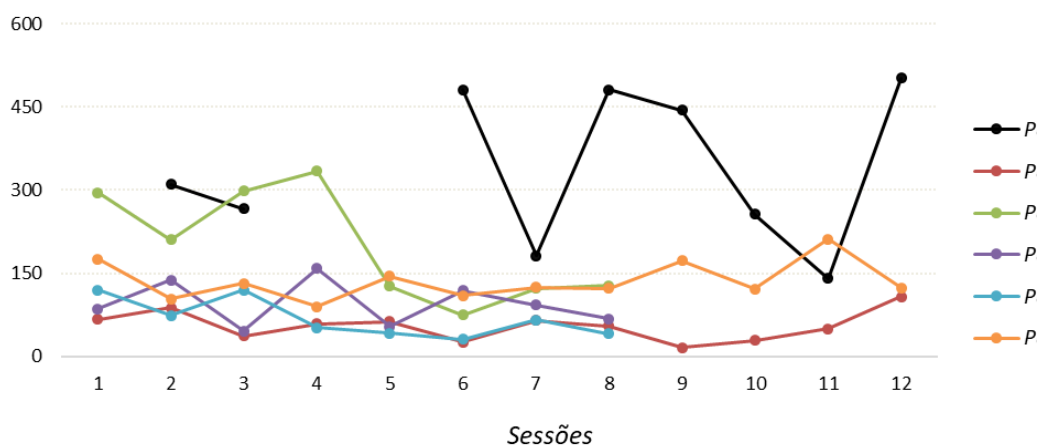


Figura 23: Número de comandos *versus* Sessão de treinamento (Cenário Elevador)

Considerando o cenário elevador e a variável comando, a maioria dos participantes (2, 4, 5 e 6) tiveram desempenho oscilantes, com tendência de variação, com destaca, os participantes 2 e 4, que cumprimento das 12 sessões, oscilam e mantém até o final uma tendência crescente de comandos.

Os participantes 1 e 3 demonstraram desempenho oscilatórios e discrepantes frente ao grupo. O participante 1 excedeu o tempo limite da sessão no cumprimento dos cenários, mesmo cumprindo as 12 sessões. Tal desempenho detectado a partir da terceira sessão evidenciou limitações em compreender o protocolo, com a demanda de maior necessidade de explicação por parte da pesquisadora para entender as rotas nos cenários. Ressalta-se, assim como o participante de número 3, idade avançada em relação aos demais participantes teve particularidades dentro da amostra (>70 anos).

Verificou-se que, variável idade pode interferir, uma vez que os usuários não apresentavam nenhuma vivência com tecnologia. Este achado corrobora com outras evidências de que idosos são menos propensos a acessar internet, além de que, com o decorrer da idade, déficits cognitivos e físicos podem surgir e atuar como barreiras à tecnologia (CHARNESS; BOOT, 2009).

O participante 1 também demonstrou dificuldade de manter a mão no joystick, solicitando auxílio da pesquisadora para sustentar a preensão durante o manejo do controle, o que pode ter interferido na captação dos comandos. Além de relatos de medo dentro do cenário elevador.

Entretanto, apesar destes fatores, o usuário foi capaz de, a partir da sexta sessão, cumprir as atividades do cenário, e, mesmo com a manutenção da oscilação do número de comandos, vivenciar todos os cenários das sessões seguintes.

O participante 3 inicia o treinamento com número de comandos acima da maioria do grupo, e, a partir da quinta sessão reduz e aproxima-se da média. A variação do número de comandos pode ser justificada pelo nível de lesão do mesmo, que possui capacidade de preensão preservada.

Tal fato tem relevância se considerarmos as habilidades motoras referentes ao nível neurológico da lesão, conseguindo habilidades refinadas como preensão para manejo do joystick (KIRSHBLUM et al., 2011).

Com o exposto acima, a métrica do número de comandos nas sessões pode ter sido otimizada pela experiência prévia do usuário com a atividade de direção, antes da lesão. Este achado vai de encontro ao estudo de (MASSENGALE et al., 2005), que apontam uma correlação da variável carteira de habilitação com o *score* do PMRT.

Em virtude da habilidade prévia na condução de veículos e manejo na preensão do joystick, o mesmo oscilava as intenções de comando, fazendo com que os números de comandos fossem registrados, porém sem a ação real de mover-se do lugar.

A Figura 24 ilustra o descritivo das análises em relação ao cenário elevador e a variável tempo em MM:SS (minutos: segundos):

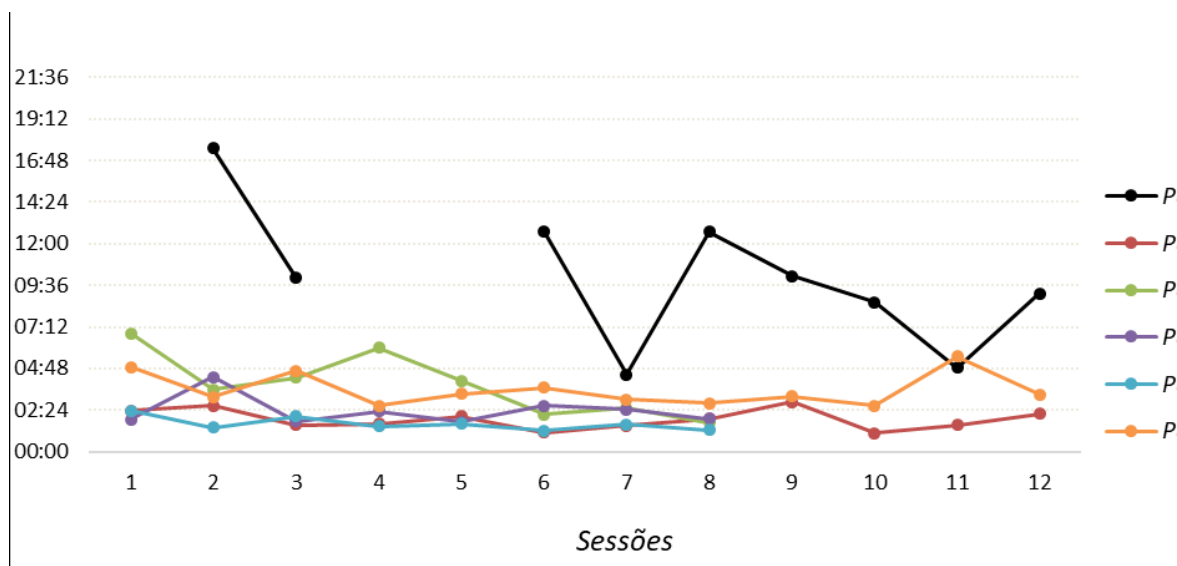


Figura 24: Tempo *versus* Sessão de treinamento (Cenário Elevador)

Em relação ao cenário elevador e a variável tempo, os participantes 2, 4, 5 e 6 trouxeram receios sobre a sequência das tarefas a serem seguidas na rota, considerando as fáceis e simples, e uma revelação comum entre o layout do ambiente, que deveria ser “*fora de uma quadra*”, podendo por exemplo ser o elevador do ônibus de transporte ou de um shopping.

Apesar disso, todos relataram a relevância do cenário do elevador com a rota de entrada e saída, além da atividade de aguardar período de abertura e fechamento das portas, pois consideraram que, além do manejo do joystick em si, foram requisitadas habilidades de atenção e concentração.

De modo semelhante, esta atividade também foi inserida no manual de treinamento proposto por outro estudo, sendo umas das atividades exigidas para se cumprir (DAWSON et al., 2006).

Em relação a variável tempo, também se observa a tendência de manutenção entre a maioria dos participantes, com exceção do participante 1 que novamente, teve oscilações ao longo das sessões.

Entretanto, observa-se que houve uma redução do tempo de execução em aproximadamente cinco minutos para realização da rota elaborada para cumprir as tarefas do cenário elevador.

Isso se deu, em virtude da dificuldade do mesmo em monitorar a rota, compreender o sequenciamento das ações para cumprir os pontos determinados pelo simulador e a dificuldade de percepção dos elevadores no cenário, uma vez que os mesmos estavam dispostos no simulador no ambiente de uma quadra esportiva, e que por várias vezes o participante relatou “*estou procurando o elevador 1 para começar o percurso*”, o que, dentre outros fatores, justificou o comportamento elevado e oscilante desta variável.

Os demais participantes, neste cenário, seguiram ao longo das sessões com tendência estável do tempo para cumprir o percurso, considerando no geral, a rota fácil e de rápida execução. A maioria deles, não necessitou de suporte verbal ou físico da pesquisadora para cumprir o percurso.

Por fim, a Figura 25 apresenta a relação do grupo no cenário elevador e a variável colisão:

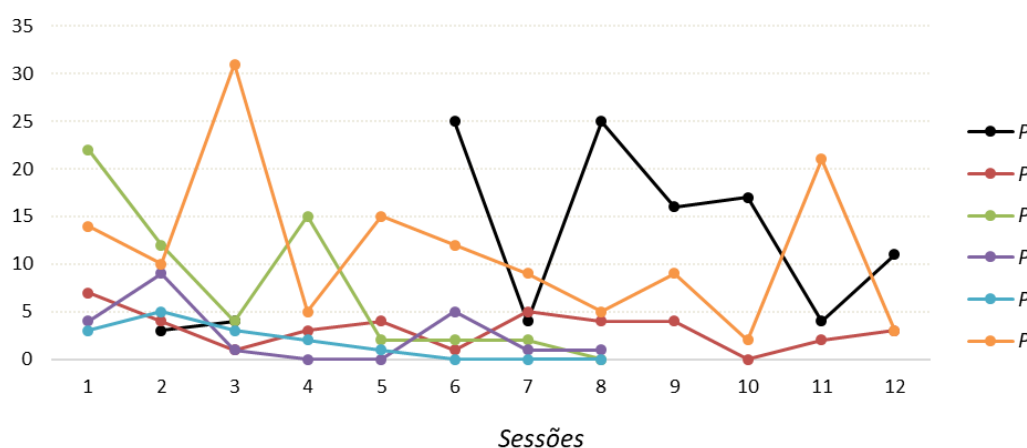


Figura 25: Número de colisões *versus* Sessão de treinamento (Cenário Elevador)

Considerando a última variável no cenário elevador, observa-se o comportamento dos participantes 1, 3, e 6, pela descritiva oscilatória durante todas as sessões, em exceção do usuário 3 que consegue reduzir número de colisões a partir da quinta sessão, conseguindo demonstrar aptidão no cenário e percepção da rota, evitando colisões, e zerando o valor na última sessão.

No entanto o participante 1 mantém-se com perfil atípico e oscilatório, em virtude de não conseguir completar todos os cenários do protocolo, reduzindo a

totalização de suas sessões de 12 para 9, no cumprimento dos três cenários. A elaboração da compreensão frente ao protocolo se deu a partir da sexta sessão.

Destaque especial no gráfico para número elevado de colisões nas sessões 6, 8 e 10, em que nessas sessões respectivamente, seguiu solicitando apoio físico da pesquisadora para manter-se com mão direita no joystick, solicitou direcionamento para perceber o ambiente, relatando “*estou no elevador 1 ou 2?*” e pareceu confuso com som e quais ações realizar depois da saída do elevador 1 para o 2.

Ainda, vale ressaltar o gráfico da participante 6, que diferente dos outros cenários e a relação com suas variáveis, apresentou comportamento oscilatório, com tendência a redução das colisões, porém com números elevados na sessão 3 e 11, conforme gráfico ilustrativo da participante da Figura 26:

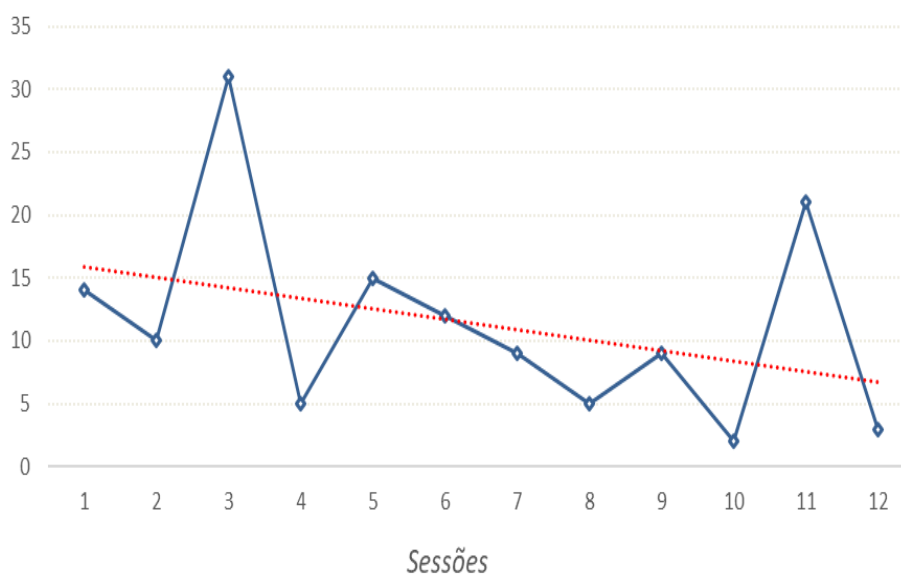


Figura 26: Gráfico de colisões *versus* Sessão da participante 6 no cenário elevador

Neste cenário, observa-se que a participante 6 oscila em torno do comportamento do grupo, apesar de conseguir cumprir os três cenários durante uma mesma sessão, com tendência de escolha inicial para o cenário elevador, o que justificou muita ansiedade de cumprir o percurso, sendo que até a sessão 5 a participante mostrava-se confusa para seguir a rota determinada.

A partir da sessão 6 seguiu com tendência de redução das colisões, oscilando apenas na sessão 11, pois apresentou várias colisões sem a capacidade de antecipar ou evitá-las, e tentou por várias vezes sair de frente no elevador, elevando o número de

colisões entre o ponto 5 e 6, referentes a saída do elevador 2, pois demonstrou intenção de sair de frente e não conseguia.

Para finalizar as considerações do cenário elevador, a Figura 27 exemplifica uma análise geral, de todos os participantes, considerando que as variáveis tempo e número de comandos tiveram uma permanência de oscilações e tendência crescente de comandos:

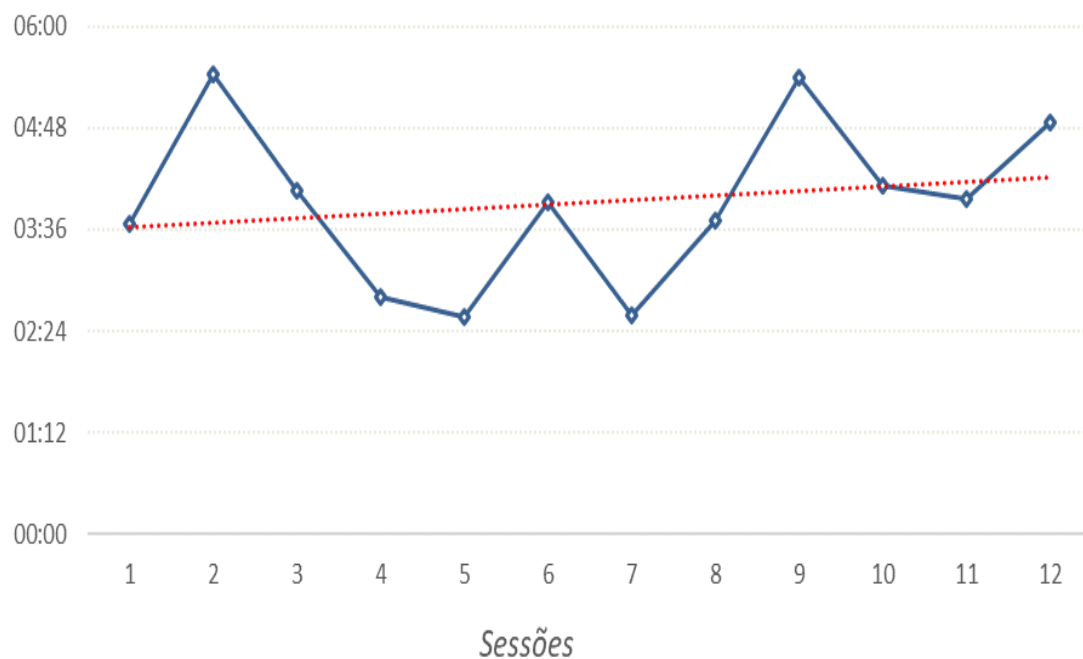


Figura 27: Média geral do grupo no cenário elevador *versus* comandos acima, e elevador *versus* tempo no segundo gráfico.

Seguindo a seção de análise da intervenção com simulador, observa-se abaixo o gráfico dos usuários do cenário pista, e sua relação com as variáveis: comando, tempo e colisão. A Figura 28 apresenta o cenário pista e a variável comando.

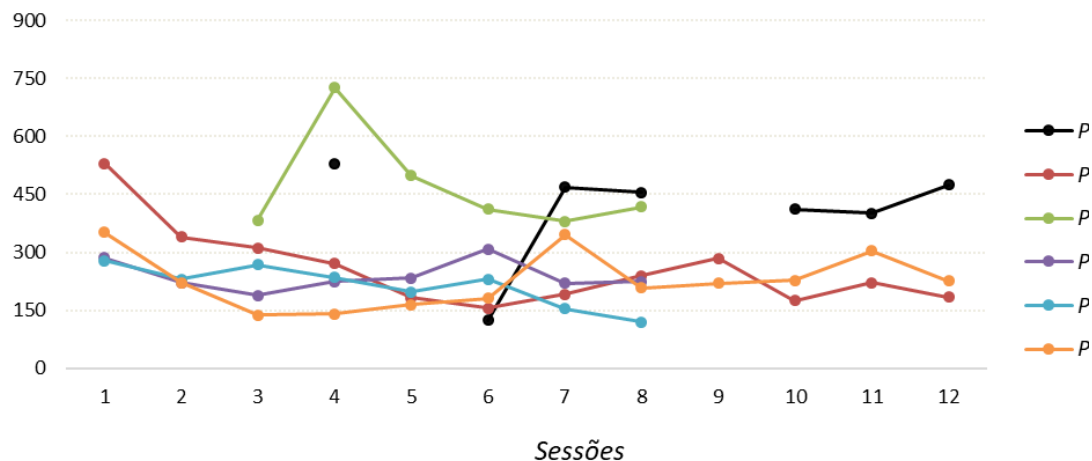


Figura 28: Cenário Pista *versus* variável comando

No cenário pista, é possível observar um maior número de comandos de todos os usuários, no entanto, mantendo os participantes 1 e 3 como destaque visto o comportamento oscilatório.

O participante 3 tem contato inicial com este cenário a partir da sessão 3, cumprindo 6 das 8 totais do seu treinamento, sendo que na sessão 4, escolheu o cenário pista como terceira opção, relatando cansaço após os dois primeiros cenários, e ainda, com dificuldades de manejo com joystick, oscilando os eixos de direção da CRM em sentido de diagonal por exemplo, ou sem executar intenção de frente ou direita, aumentando o número de comandos enviados como arquivos para computador.

Destaque do participante 1 que inicia o treinamento neste cenário apenas na sessão 4, cumprindo 7 sessões das 12 totais. Nota-se que há uma redução na sessão 6, sendo que na sessão usuário demonstrou nível de concentração elevado, otimista em conseguir cumprir o protocolo estabelecido.

Uma análise terapêutica desta sessão identificou a dificuldade de percepção espacial, a localização do objeto e a capacidade de manobrar como indicadores pontuais deste usuário conforme descrição na Figura 29:

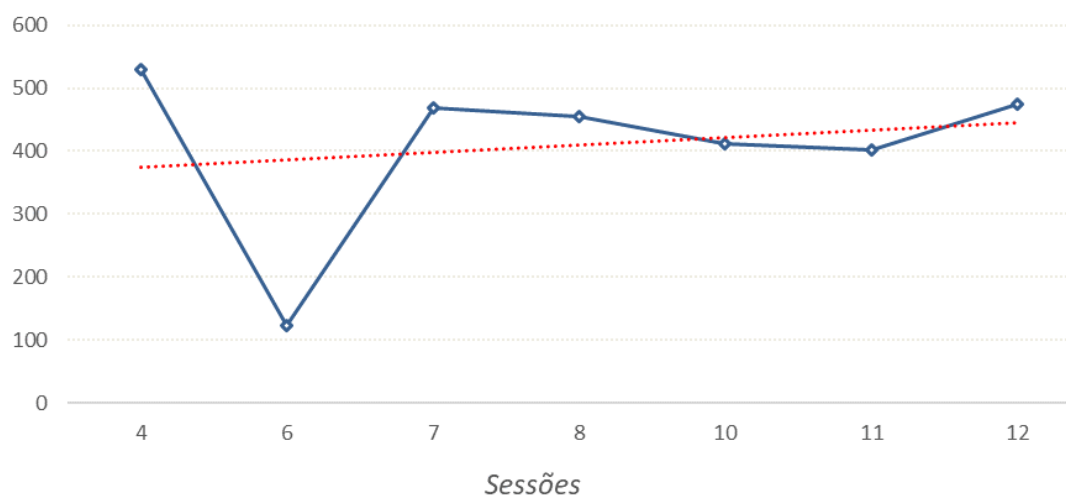


Figura 29: Participante 1 apresenta uma tendência crescente de comandos ao término das 12 sessões.

Em sequência, na Figura 30, as descritivas do cenário pista *versus* variável tempo

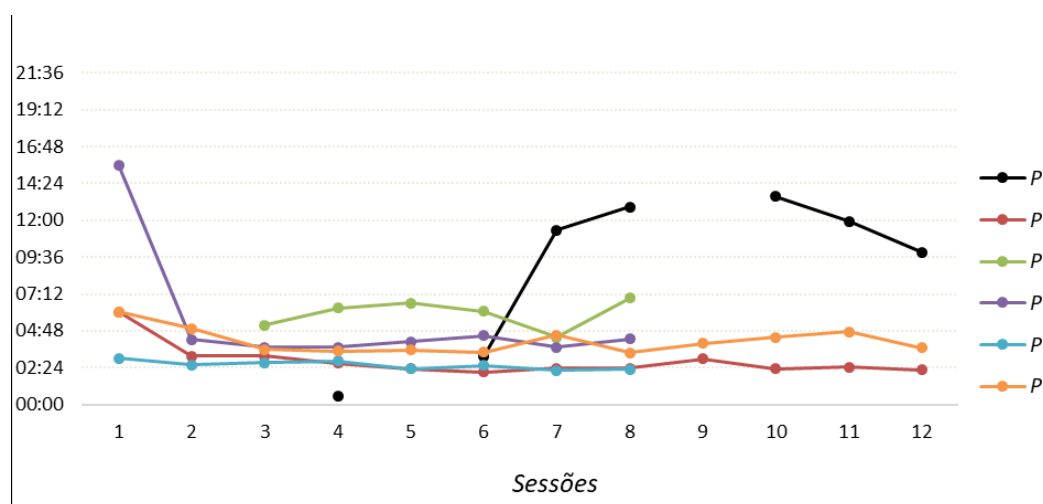


Figura 30: Cenário Pista *versus* variável tempo

Seguindo com observação do participante 1 o mesmo teve uma redução significativa do tempo na sessão 6, apesar de oscilar e seguir uma tendência até retomar a tentativa de redução.

Um comportamento do participante 4 neste cenário em relação ao tempo da primeira sessão, apresentou considerações referentes ao erro de rota, pois o mesmo não percebeu que não havia cumprido os pontos e que ao final da sessão, como não apareceu a tela de resultados, repetiu o cenário para identificar onde foi seu erro, e cumprir a sonorização de cada etapa, considerando esse parecer sonoro uma boa estratégia de lembrar do percurso correto da rota.

Outra consideração do usuário em relação ao tempo, foi em relação ao eixo diagonal da CRM para facilitar o acesso do comando e executar a direção, visto sua limitação funcional. Na prática terapêutica, nos remete identificar necessidade de adaptar o controle para apoio de antebraço e suporte da mão, para otimizar desempenho e sua influência nas manobras deste cenário por exemplo.

Este usuário pontuou que em relação a este cenário o design deve ser melhorado, sugerindo pistas com melhor realismo, com objetos e obstáculos melhor distribuídos, conforme descrito no estudo de Bickenbach e colaboradores, que relatam as considerações de design importante devem incluir: realismo da tarefa simulada, a percepção adequada da localização do objeto e a motivação (BICKENBACH; OFFICER; SHAKESPEARE, 2013)(PITHON et al., 2009).

Por fim no cenário pista, verifica-se a relação com a variável colisão apresentada na Figura 31:

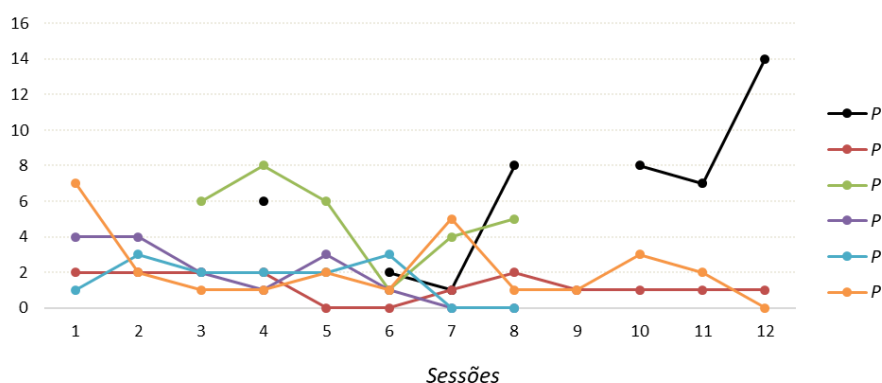


Figura 31: Cenário Pista *versus* variável colisão

No cenário pista, observa-se que há oscilações no geral de todos os usuários, com considerações que se mantêm nos participantes 1, 3, 4 e 5, demonstrando uma tendência crescente desta variável, considerando uma análise da média do grupo ao longo das sessões, conforme a Figura 32:

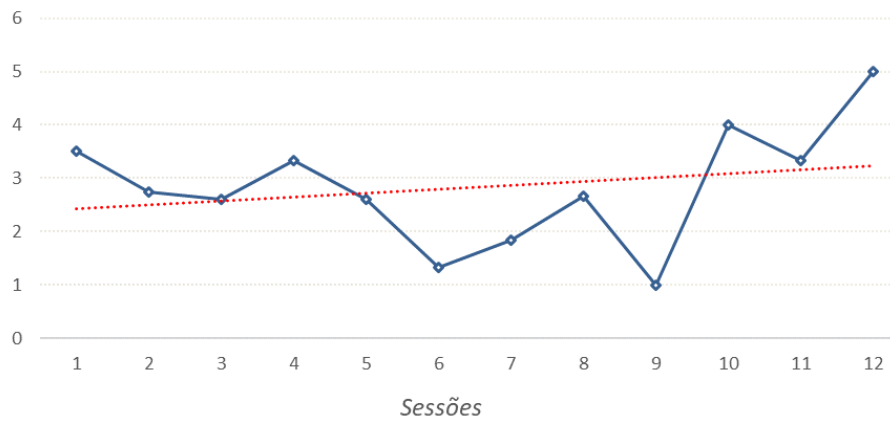


Figura 32: Análise geral do grupo no cenário pista *versus* variável colisão

Pontualmente, os usuários 1 e 3, se destacam, visto a limitação de não cumprir os três cenários dentro de cada sessão proposta, seguindo com um número oscilatórios de colisões por sessão.

O mesmo perfil descritivo, se aplica aos participante 4 e 5, que conduziram seus comportamentos de forma oscilatória, apesar da redução até a tentativa de zerar nas duas últimas sessões.

Considerações deste cenário valem o destaque com essa variável. O sistema da versão atual do simulador de RV opera com pistas visuais e sonoras, no entanto, os usuários necessitaram de orientações do percurso até a 5 sessão, sendo realizadas ações da pesquisadora de explicar e repetir a rota, para cumprir os pontos estabelecidos durante o percurso, concluindo que a sonorização deve ser revisada para emissão de sons adequados aos ambientes virtuais propostos.

No estudo de Adelola e colegas (2002), os mesmos relataram que o som pode ser acoplado com opinião visual para motivar sujeitos em sua tarefa de aprendizagem (ADELOLA; COX; RAHMAN, 2002).

No estudo de Inman e colegas (2011), os autores relatam que o sucesso em uma tarefa pode ser destacado por pistas visuais e auditivas para consciência de pontuação (INMAN et al., 2011).

Os usuários mencionaram que as pistas auditivas de informação sobre o trajeto correto ou sobre a rota incompleta, os ajudaram a memorizar o percurso a partir das sessões seguintes.

variáveis já apresentadas, considerando que este foi o cenário no qual para todos os participantes a média da análise geral foi de redução das variáveis.

A Figura 34 aponta o descritivo do cenário rampa e a variável comandos, com comportamentos oscilatórios da maioria dos usuários, trazendo a atenção para o participante 3 que cumpriu o protocolo mínimo das 8 sessões, no entanto, com perfil oscilatório de desempenho.

Vale destaque frente a esse comportamento dessa variável, pois o usuário mencionava a intenção de direção da CRM com joystick, no entanto não realizava a mesma, fazendo com que os valores de aquisição deste sinal e a forma de leitura dos mesmos variasse entre a opção frente e parar por exemplo, mesmo sem a ação de movimento ser realizada.

Outro fator deu-se em função do eixo da diagonal da CRM, muitas vezes buscava-se essa direção, no entanto, a leitura do sinal não interpretava e usuário mencionava a intenção, mas a negatividade de não conseguir executá-la, sugerindo melhor refinamento dos sistema de leitura dos sinais.

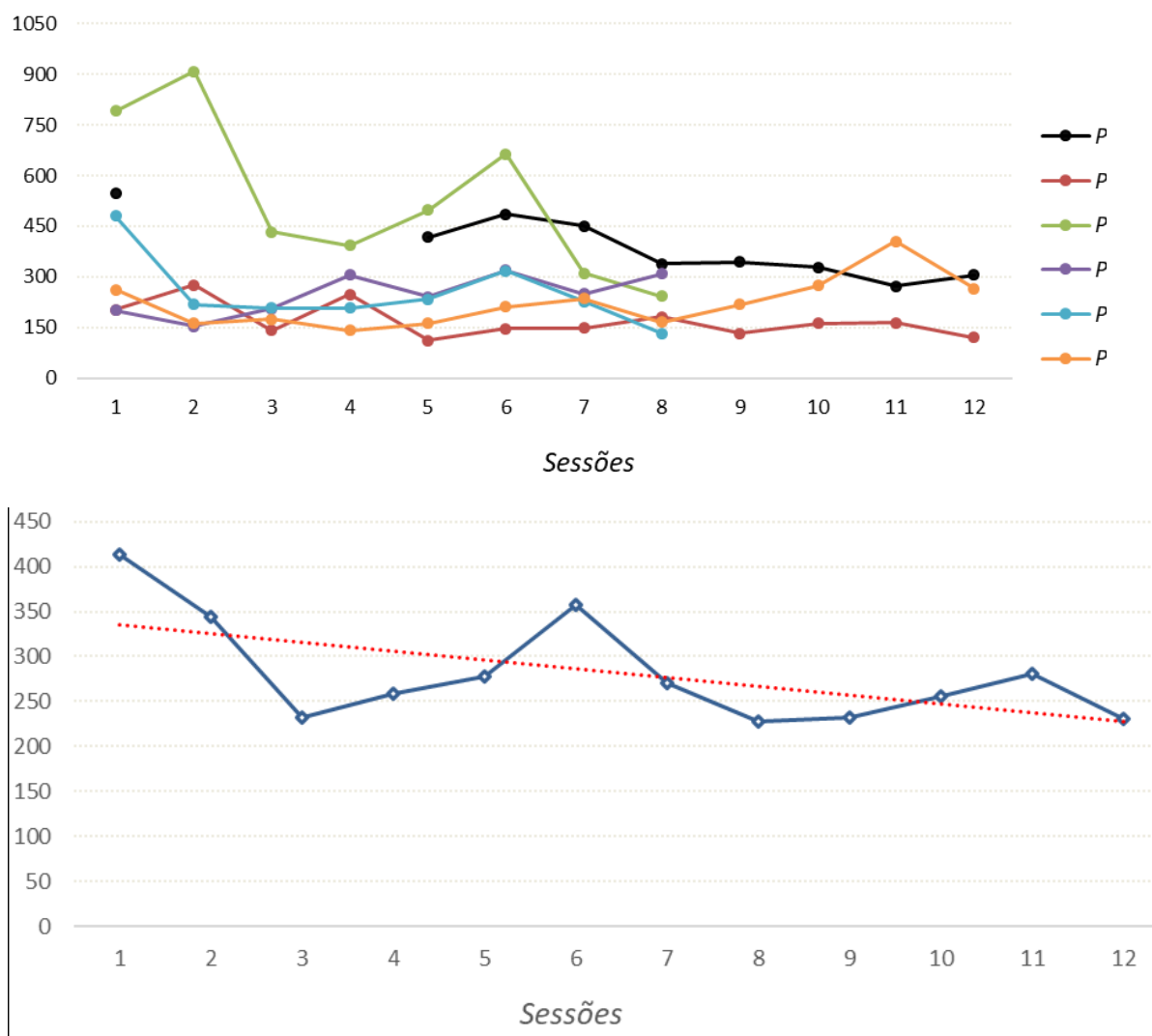


Figura 35: Acima a descritiva do grupo no cenário rampa *versus* comandos e a abaixo a média da análise geral do grupo.

Os participantes 4 e 5, também mencionaram que o eixo do movimento diagonal, influenciou no desempenho e na leitura dos sinais, pois a tentativa de realizá-lo não se consolidava e era preciso realizar mais manobras que o necessário, interferindo não só no número de comandos para cumprir a rota, mas na variável tempo. Consideraram que “*um novo dispositivo de leitura e uma CRM com eixos na diagonal apresentaria melhores resultados no treinamento em RV*”.

Considerando o mesmo cenário, e analisando a variável tempo, retomamos as particularidades dos participantes 1 e 3, com comportamentos oscilatórios, mas com perfil final de redução, conforme apresentação da Figura 36:

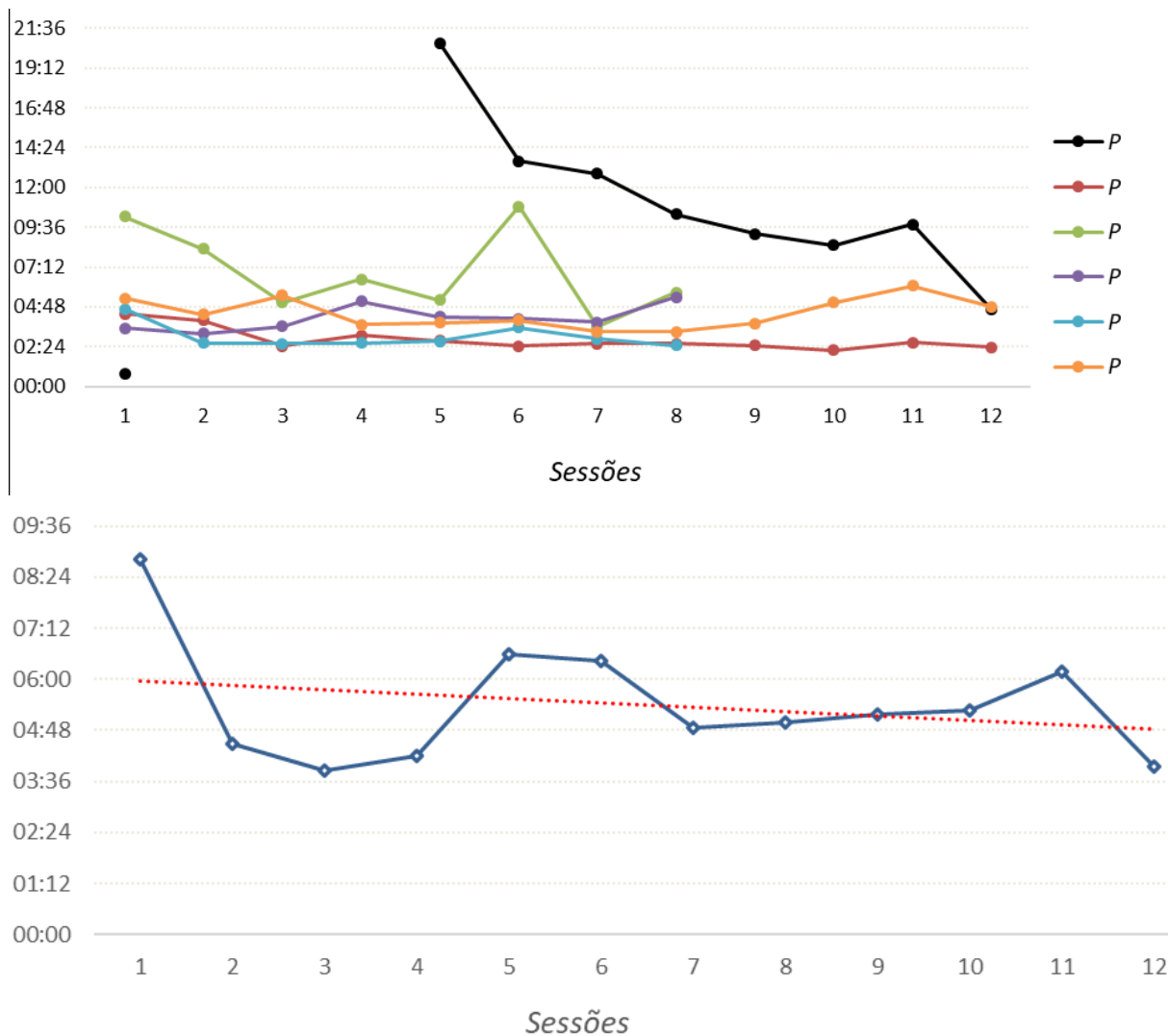


Figura 36: Acima a descritiva do grupo no cenário rampa *versus* tempo e a abaixo a média da análise geral do grupo.

O cenário rampa foi considerado pelos participantes 2, 4, 5 e 6 como sendo o mais fácil de se cumprir, pois envolvia uma rota pequena e que não exigia tanta memorização, apesar de exigir manobras entre objetos e em pequenos espaços e as marcações dos pontos com as pistas sonoras facilitavam cumprir o percurso.

O participante 4, mencionou que depois das sessões no simulador de RV, certificou que é necessário uma adaptação para seu braço e apoio de sua mão no joystick da CRM real, pois acredita que em virtude de sua limitação funcional se estivesse em um cenário desse real ficaria inseguro de realizá-lo.

Já os participantes 1 e 3, frente a esse cenário e a variável, apresentaram necessidade de melhor treinamento e manejo com joystick.

Na execução da rota, pode-se identificar: tempo elevado, em virtude da dificuldade de compreender a intenção do comando e realiza-lo, não apenas mencioná-lo (variar o eixo do comando mas não executá-lo), cumprindo o percurso em um tempo elevado.

Apesar de redução na média geral, constatou-se a atuação de apoio da pesquisadora com estratégias de suporte como: encorajamento verbal e frases curtas, direcionamento visual para atenção nas consequências da atividade e interação no cenário, além de fornecer orientação manual para demonstrar o uso e as funções do joystick (NILSSON et al., 2011).

Por fim, nas análises dos cenários e suas variáveis, a Figura 37 ilustra o cenário rampa e a variável colisão:

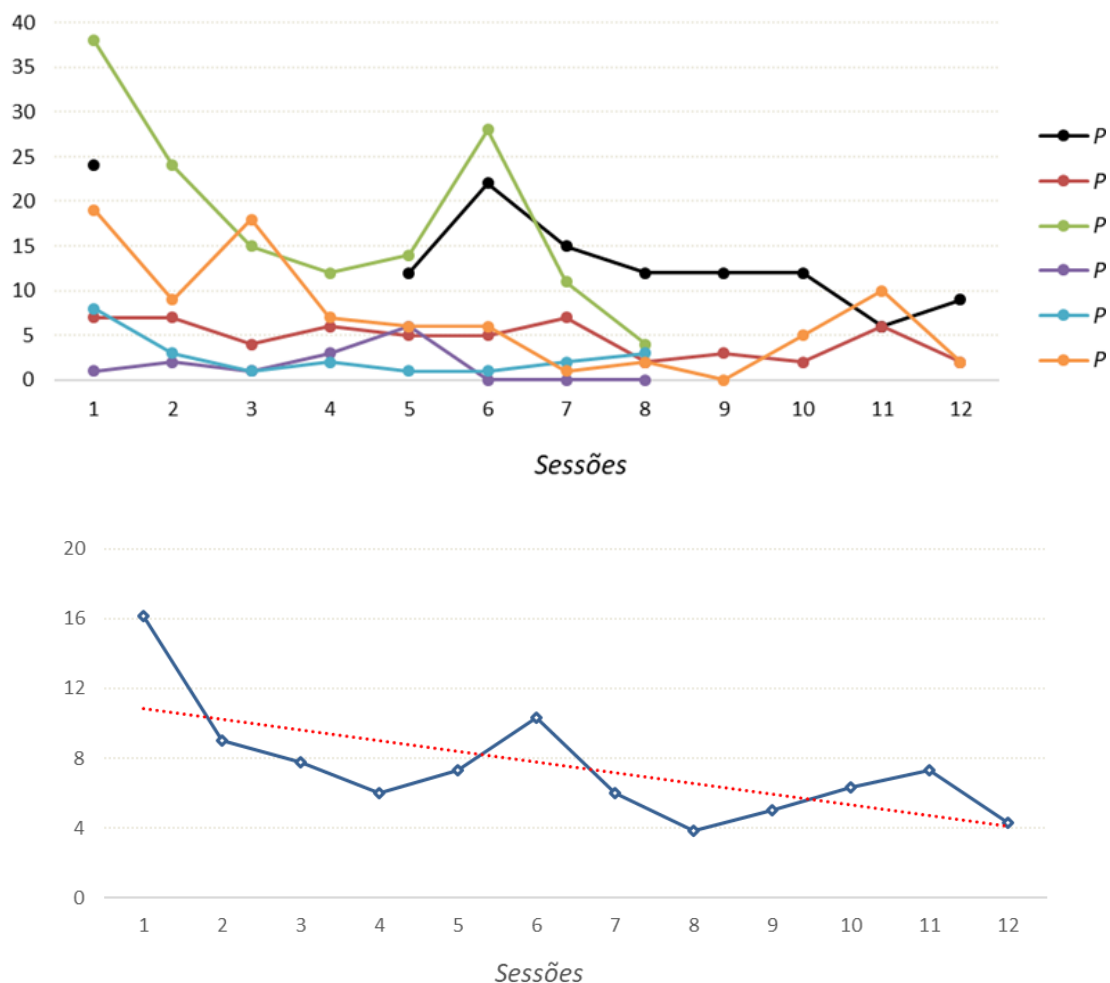


Figura 37: Descritiva do grupo no cenário rampa *versus* colisão e abaixo a média da análise geral do grupo.

No cenário rampa, apesar das considerações apontadas previamente pelos participantes 2, 4, 5 e 6 de rota fácil, menos elaborada e de rápida execução, os mesmos tiveram comportamentos oscilatórios frente a variável colisão, com flutuações no comportamento do desempenho no início das sessões, mas com valores zerados dos participantes 4 e 6, sendo o participante 4, durante as últimas três sessões, pontuando considerações de que apesar de fácil, exigiu gasto energético, concentração e identificação postural necessárias para realização na CRM.

Já os participantes 1, 3 e 6, seguem com desempenho em favor da redução na média geral do grupo, no entanto, com perfil individual de análise desta variável sendo eles: 1 e 3, dificuldade da percepção visual e espacial do cenário, com dificuldade de perceber se o corrimão da rampa, de perceber a CRM e a possibilidade de colisão lateral, e ainda se perdiam na parte superior da rampa, conduzindo a CRM sem direcionamento próximo aos cones.

Tais considerações tornam-se relevantes ao passo que apontam considerações dos estudos no cenário dos simuladores, que consideram avaliar a eficácia de treinamento de RV para navegação de CRM para melhorar percepção espacial (CHEN; FUJIMOTO, 2002).

O participante 2 relatou após o fim da intervenção com simulador de RV, que estava pronto para o teste final na CRM real, relatando *“estou seguro agora para prescrever minha CRM e usá-la quando chegar”*.

Já a participante 6, demonstrou ações reduzidas de não antecipar a colisão e não compreender as consequências de evitá-la, não identificando estratégias de ação para reduzir o número de colisões no ambiente ou solicitar ajuda para não colidir com as grades do cenário.

With e colegas (2014) destacam que em relação a segurança do usuário, a variável colisão é um indicador do desempenho do usuário, não só para se documentar um número de colisões que nortearia medidas de segurança, mas para compreender a ação do condutor em possíveis colisões e ou a capacidade de evitá-la (WITH et al., 2014).

Ao longo das intervenções junto a participante 6, percebe-se que seu perfil físico nas primeiras sessões apresentou alteração em seu tônus muscular, sudorese intensa e instabilidade postural, consequências comuns nos usuários com lesão medular frente a uma episódio de infecção urinária relatada pela participante ao final da 4 sessão.

Ao final da intervenção do treinamento com simulador virtual, os participantes registraram a oportunidade de treinamento das habilidades básicas aprendidas no sistema de RV e na evolução do desempenho, enumerando ações como: evitar colisões e manobras. Fatores pontuais dos recursos utilizados neste trabalho foram documentados para futuras análises (Apêndice III).

A afirmação dos usuários é consolidada por Holliday e colegas (2005) que afirmam que um treinamento de habilidades em CRM, deve se concentrar na aprendizagem de condução básica habilidades, como antecipar os resultados de condução e visualizar o ambiente para evitar colisões (HOLLIDAY1 et al., 2005).

4.2 Correlações entre o desempenho no treinamento e características dos usuários

Acredita-se na hipótese já apontada no estudo de Massengale e colegas (2005) que descreve em seus resultados forte correlação entre desempenho da condução dos usuários com as variáveis cognição, percepção visual e áreas da função visual, podendo impactar na realização das tarefas no desempenho da condução de CRM, sendo fatores significativos, para que se considere durante o processo de avaliação e treinamento de usuários (MASSENGALE et al., 2005).

Em seu estudo, não houve relação significativa entre o desempenho de condução em CRM e a variável traços de personalidade, no entanto, para cognição em relação a habilidades de alerta para o ambiente e capacidade de observar detalhes, apresentaram forte correlação com habilidade de condução (MASSENGALE et al., 2005).

Considerações apontadas por Hardy (2004), complementam que problemas sensoriais (acuidade visual e déficits de campo visual) e deficiências na capacidade de cognição (julgamento, planejamento, capacidade de resposta ao *feedback* e tomada de decisões) podem reduzir a capacidade do motorista de responder a riscos (HARDY, 2004).

Analizando as afirmações de Charness (2009) em relação aos fatores que podem atuar como barreiras ou limitadores ao uso de tecnologias, destaca-se o fator idade e sua relação com os possíveis alterações cognitivas, podendo ou não influenciar ações de desempenho de condução.

Portanto, acreditou-se investigar a relação entre a variável e suas possíveis influências em relação no desempenho de condução dos usuários desta amostra, relacionando cenário X variáveis como: tempo da tarefa, número de comandos e número de colisões (CHARNESS; BOOT, 2009).

Foi realizada uma correlação de Pearson (r) nessa amostra, com intuito de verificar o grau de relacionamento entre as variáveis do treinamento e a variável idade dos usuários (FILHO; JÚNIOR, 2009).

Nas Tabelas 3, 4 e 5 são apresentadas a correlação entre as variáveis número de comandos, tempo e colisões X idade, e seus fatores de correlação para cada cenário, rampa, pista e elevador.

Abaixo a Tabela 3, apresenta forte correlação da idade e o número de comandos em todos os cenários, cabendo coerência apontar sobre os eixos de comandos, as intenções de direção e o comportamento dos usuários 1 e 3 que apresentam mais de 70 anos.

Tabela 3: Correlação número de comandos X idade

Correlação entre número de comando por cenário e idade		
	R	Conclusão
Rampa	0.864	Correlação Positiva Forte
Pista	0.966	Correlação Positiva Forte
Elevador	0.778	Correlação Positiva Forte

A fim de verificar o valor que sugere a força da relação das variáveis, o valor de $r = 0,70$ até 1, positiva forte, considerando maior grau de dependência estatística entre as variáveis (FILHO; JÚNIOR, 2009).

A variável número de comandos apresentou relevância dos usuários acima de 70 anos, uma vez que os mesmos apresentaram dificuldades de manobrabilidade, sendo as capacidades de manobra do ambiente, de manejo do joystick para conduzir suas ações, e não apenas mencionar intenção.

Vale pontuar o formato de leitura e aquisição de sinais, que melhor revisado, conseguirá emitir valores reais de intenção dentro dos eixos de direção.

Conceituando os valores de correlação, o valor de variação de $r = 0,40$ até $0,60$ é considerado moderado, apresentado na Tabela 4, considerando a análise no cenário tempo X idade (FILHO; JÚNIOR, 2009).

No cenário elevador, identifica-se a correlação moderada, uma vez que a tempo de execução da tarefa nas rotas da rampa e pista foram considerados mais desafiadoras, de maior necessidade de memorização da rota e suporte físico ou verbal da pesquisadora para ser concluído.

Tabela 4: Correlação tempo X idade

Correlação entre tempo por cenário e idade		
	R	Conclusão
Rampa	0.789	Correlação Positiva Forte
Pista	0.702	Correlação Positiva Forte
Elevador	0.680	Correlação Positiva Moderada

Em relação a correlação positiva fraca, os valores encontram-se na variação de $r = 0,10$ até $0,30$ apontando correlação fraca, apresentado na Tabela 5 (FILHO; JÚNIOR, 2009).

Cabe ressalva que o cenário elevador, apesar de uma tendência crescente, os participantes tiveram constantemente colisões, em virtude da quantidade de oscilações. No entanto, foi considerado pela maioria o cenário de rota mais fácil e rápida para se realizar.

Os cenários rampa e pista, que exigiam maiores habilidades de manobrabilidade, entre elas, manobra entre objetos, direção em espaços reduzidos, necessidade da habilidade de antecipar colisão, ou de evita-las, apresentando fator de correlação forte na variável tempo e colisão.

Tabela 5: Correlação colisão X idade

Correlação entre número de colisões por cenário e idade		
	R	Conclusão
Rampa	0.883	Correlação Positiva Forte
Pista	0.899	Correlação Positiva Forte
Elevador	0.405	Correlação Positiva Fraca

Diante dessas conclusões, consegue-se identificar o perfil de necessidade de cada participante, e selecionar futuros programas de treinamento para abordar as dificuldades pontuais apresentadas por cada um, em especial aos que necessitam de maior tempo de treinamento antes de receber e fazer uso da CRM, confirmando

considerações de Archambault e colegas (2015), de que o simulador pode ser efetivamente utilizado para completar o treinamento de pessoas que necessitam de CRM e usam joystick para melhorar seu desempenho no ato de condução (ARCHAMBAULT et al., 2015).

4.3 Resultados da intervenção de testes com a CRM real

A identificação das necessidades de um protocolo de treinamento durante a vivência terapêutica de serviços de reabilitação nortearam os objetivos deste estudo.

Na prática clínica se observa que, embora o uso e o manuseio de cadeira de rodas motorizada seja de fácil aprendizado, é preciso contextualizar a indicação deste dispositivo e considerar além das habilidades de desempenho, as possíveis limitações que podem afetar o uso, como por exemplo, o tipo de controle mais adequado, que pode influenciar na otimização de performance do usuário (HARDY, 2004).

Os protocolos estabelecidos para os testes e a aplicabilidade de uso de RV, reforçam a afirmativa já apontada por Caiana e colegas (2016), em que conhecer as particularidades do usuário, por meio de uma avaliação especializada, apresenta suma relevância no uso da RV como recurso terapêutico, agrupando o levantamento de dados e evidências de atividades ou equipamentos mais adequados para cada participante.

O uso bem sucedido da CRM real depende de um programa de instrução prévio, capaz de monitorar o desempenho do usuário e oferecer orientações para manejo do joystick, configurações personalizadas, treinamento de habilidades básicas e formas adequadas de uso (HARDY, 2004).

Este programa de instrução prévio, de treinamento, deve ser capaz de avaliar a capacidade do condutor em manter a direção em que pretende dirigir ou que é solicitado a dirigir, bem como identificar determinados parâmetros para quantificar a habilidade em condução, sendo os principais: avaliação de segurança (número de colisões que usuário apresenta em uma avaliação) e eficiência no desempenho em uma tarefa de

condução, descrita pela capacidade de controlar a velocidade, suavidade e tempo necessário para executar as tarefas em um espaço pré-definido (WITH et al., 2014).

Assim, apresentar os cenários com ambientes de RV na condução de novos usuários de cadeira de rodas motorizada, pode configurar-se como uma nova ferramenta complementar, tanto para a exposição de treino livre de riscos ao usuário quanto como interface de suporte a equipe responsável pelo serviço de prescrição deste dispositivo de TA.

Os usuários relataram positivamente a experiência no protocolo um, demonstrando ser uma “ideia legal” de ação para “*encarar essa etapa com uma prova inicial*” antes de receber a própria CRM real pelo SUS. Outros usuários demonstraram interesse em visualizar a “*nota*” antes para depois utilizar a CRM na vida cotidiana.

Estudos relacionados utilizaram metodologia semelhante a deste estudo para analisar os dados antes após o treinamento com sistemas de RV.

No estudo de Hernandez-Ossa e colaboradores (2017) os autores utilizaram o teste de Shapiro-Wilk, para averiguar o tempo decorrido ao longo dos percursos reais e virtuais, pois neste estudo avaliaram a aplicabilidade de tarefas similares no ambiente real e no ambiente virtual (HERNANDEZ-OSSA et al., 2017).

Neste estudo piloto os resultados mostraram que não existe uma diferença significativa ($p > 0,05$) entre as medias dos tempos de percurso ao longo do percorrido real e o virtual.

Para análise desta amostra, os resultados obtidos nos testes durante a condução da CRM real foram analisados por tarefa, comparando o desempenho do usuário em cada tarefa, considerando a correlação com as variáveis coletadas antes e após o treinamento.

Cabe ressaltar, que as tarefas elaboradas no protocolo um e três, do ambiente real, foram baseadas nas referências dos instrumentos de avaliação padronizados, que avaliam e mensuram a habilidade de desempenho dos usuários na condução de CRM (DAWSON et al., 2006).

E que as atividades propostas pelo simulador *μViEW*, abordaram em seus cenários virtuais à similaridade das 12 tarefas do PMRT que são utilizadas no teste na CRM real, na expectativa do usuário apreender as habilidades do ambiente de RV e transpor para as atividades nos testes no ambiente real (MARTINS, 2017).

Conforme já descrito previamente foram feitos testes de comparação, para verificar o desempenho dos usuários antes e depois da intervenção.

Os resultados apresentados na Tabela 6 expressam os dados dos testes de comparação das tarefas dos protocolos 1 e 3, listadas por tarefas para melhor visualização de resultados.

Os mesmos referem-se a cada variável realizadas antes e após o treinamento com simulador de RV, além do *score* do PMRT pontuada subjetivamente pela avaliadora.

Tabela 6: Comparação dos testes da CRM real analisados por tarefas.

	Score	Colisões	Comandos	Tempo
Tarefa 1	0,7728	1	0,343	0,8319
Tarefa 2	0,4142	1	0,7194	0,625
Tarefa 3	1	0,2482	1	1
Tarefa 4	0,3447	-	0,8125	0,4916
Tarefa 5	0,0719	-	0,5509	0,2502
Tarefa 6	0,0718	-	0,3455	0,1447
Tarefa 7	0,0719	-	0,0393*	0,1765
Tarefa 8	0,4227	0,4795	0,0222*	0,1035
Tarefa 9	1	-	0,0985	0,3605
Tarefa 10	0,0947	-	0,4375	0,5144
Tarefa 11	1	-	0,8419	0,3232
Tarefa 12	0,3458	1	0,1896	0,625
Geral				0,1012

Legenda: menor que 0,05 (*); menor que 0,01 (**); menor que 0,001 (***); não se aplica (-)

Se adotada uma confiança de 95%, pode-se dizer que, para esta amostra, houve diferença estatisticamente significativa $p < 0.05$ apenas no número de comandos das tarefas 7 e 8, onde percebeu-se que os participantes compreenderam melhor a execução das tarefas. Além disso, a tarefa implicava em, basicamente, conduzir a CRM por uma única direção, e em não variar os eixos de comandos. As demais tarefas envolvem mudanças de direção, inclusive em eixos diagonais, que não puderam ser tão bem captados pelo sistema utilizado.

Em relação ao manejo de uso das direções do joystick (com exceção do eixo diagonal), houve uma redução do número de comandos utilizados, o que demonstra

melhora na habilidade de manobrabilidade nesta tarefa e menos ansiedade de conseguir realizá-la.

Se adotando uma confiança menor de 90%, pode-se afirmar que, para esta amostra, haveria diferença significativa para os *scores* das tarefas 5, 6, 7 e 10, e no número de comandos da tarefa 9. Isso pode ter ocorrido, provavelmente, em virtude da amostra pequena dos usuários desta pesquisa, além do próprio dispositivo de leitura e aquisição de sinal utilizado, que talvez não tenha sido suficientemente sensível para detectar a intenção real de controle do joystick, uma vez que os eixos de direcionamento tem variância de 1 a 5 (referente às quatro direções e à parada) e que a velocidade não apresentou possibilidade de alteração.

Apesar deste fator, considera-se importante esta análise em virtude da comparação dos dados antes e após treinamento dos usuário, fato que nos proporcionou identificar perfil de habilidade dos usuários frente ao uso da CRM, as características das habilidades a serem desenvolvidas após o experimento com sistema de RV, e ao final, a conferência de habilidade por tarefa, identificando métricas quantitativas para suporte e definição de níveis de protocolos, além de conclusões pautadas em resultados objetivos que oferecerão suporte a realização efetiva de prescrição da CRM.

Os relatos de usuários, ao longo das etapas da pesquisa, apontam a memorização do percurso virtual, de simulação da atividade real, especialmente na tarefa de “Virar 180°” (curva em U - tarefa 8), o que nos permite inferir que o treinamento em realidade virtual pôde ser utilizado para antecipar o planejamento e ações de direção da CRM no contexto real.

A demanda motivacional deste estudo, que dispensa dispositivos de mobilidade aos usuários de TA, e rege os serviços de concessão de OPM, lança a demanda para reforçar a recente afirmação apontada por Kirby e colegas (2018), que há sim, a necessidade de melhorar as oportunidades de treinamento para garantir que cadeiras de rodas motorizadas sejam usadas com segurança e em toda a sua capacidade (MACGILLIVRAY et al., 2018).

CAPÍTULO 5

5. Conclusão

Este estudo, apresentou a possibilidade de uso de Realidade Virtual para a amostra escolhida para treinamento de CRM para potenciais usuários assistidos e vinculados aos serviços de concessão deste equipamento na Instituição Coparticipante desta pesquisa.

Este trabalho permite sugerir necessidade de pesquisas no que tange os processos dos protocolos de prescrição e treinamento dos equipamento dispensados por meio do Sistema Único de Saúde, à medida em que pode contribuir para reflexão às equipes do serviços de reabilitação, apresentando a possibilidade de sistematização destes processos, bem como uso de novas ferramentas para apoio durante as etapas de prescrição e treinamento.

O teor inovador da aplicação das tecnologias com interfaces dos dispositivos eletrônicos e sistemas de RV, apresentaram para essa amostra, aproximação de áreas atuantes no campo da tecnologia assistiva, considerando a participação de futuros usuários de CRM na elaboração deste estudo, apreciando a hipótese de que o uso da ferramenta como recurso complementar pode ser promissor nos programas de reabilitação.

A utilização de RV, configura-se como recurso de suporte que poderá auxiliar os processos de triagem da elegibilidade do usuário de CRM, no treinamento de habilidades básicas, sendo um potencial instrumento terapêutico utilizado para monitorar e comparar habilidades de desempenho dos usuários inseridos nos centros de reabilitação de reabilitação que ofertam dispositivos de TA no Brasil.

O treinamento em RV com o simulador *uViEW* se mostrou promissor para detectar mudanças nos aspetos avaliados após a intervenção com RV, comprovado por relatórios técnicos gerados para o NTA, apresentando necessidade de revisão dos sistemas e dos dispositivos e recursos eletrônicos, para refinamento de captação de dados, e novos estudos de aplicabilidade no cenário terapêutico.

5.1. Limitações do estudo

O estudo apresentou variabilidade da amostra e uma limitação de critérios para a proposta do protocolo de treinamento de RV. Considera-se relevante alguns fatores que levaram a desistência de participantes, ainda na fase de triagem e coleta de dados.

A coleta ter sido realizada em apenas um centro de dispensação de cadeira de rodas também pode ser descrita como uma limitação deste estudo, uma vez que a ampliação dos centros possibilitaria uma amostra com poder estatístico. Além disso, acredita-se também que a disponibilidade de um único protótipo de CRM instrumentada para testes e treinamento, utilizada como estratégia para efetivação da pesquisa é fator que pode ser limitador deste estudo.

Destaca-se que o uso do único protótipo deve-se à demora no tempo de concessão da cadeira de rodas motorizada pelo próprio centro de concessão, o que é uma característica de queixa comum entre os inúmeros centros existentes no país.

No rol dos equipamentos e dispositivos disponibilizados para este trabalho destaca-se o modelo da CRM, com ausência de movimento na diagonal e a não permissão de velocidade, sendo fatores relevantes abordados pelos usuários e confirmados pela pesquisadora como itens para aperfeiçoamento futuro, considerando o modelo atual de dispensação nos centros de reabilitação.

Considerações de relevância por parte dos usuários frente ao simulador em relação às melhorias como som, cenários realísticos, testes similares tanto reais como virtuais, apresentam-se como sugestivas para novas versões e aplicabilidades de uso na reabilitação.

5.2. Trabalhos futuros

A relevância deste estudo está na sugestiva de desenvolvimento e pesquisa no campo de conhecimento de TA, aproximando áreas envolvidas por profissionais das esferas que envolvem saúde e engenharias, por meio da aplicabilidade de dispositivos eletrônicos e ferramentas de RV no cenário de reabilitação.

Sugere-se, para estudos futuros, o aprimoramento de ferramentas e recursos que envolvam a coleta de métricas e parâmetros com sistemas mais sensíveis, a fim de tornar mais precisa a investigação do desempenho de condução dos usuários em CRM.

A implantação de banco de dados digitais, que aperfeiçoem a análise dos dados dos usuários, inclusive multicêntricos poderão envolver amostras com poder estatístico, abrangendo outras patologias e implicações funcionais associadas, para, quiçá, compor um banco nacional de controle do desempenho do usuário na CRM.

Novos trabalhos utilizando Sistemas aperfeiçoados de RV, futuramente com cenários criados para detectar níveis de habilidades e competências, também contribuirão positivamente como estratégia complementar de treinamento dos usuários e suas necessidades individualizadas, permitindo que a utilização deste sistema se constitua como uma ferramenta somatória nos serviços de reabilitação.

Detectou-se com este estudo, que na modalidade atual dos critérios de elegibilidade do SUS, (CID e idade), muitos usuários, estão aptos a receberem sua CRM. No entanto, verifica-se que muitos deles, não apresentam habilidades suficientes e esperada para condução eficiente de uma CRM.

Neste cenário, a adoção de testes padronizados baseados em ferramentas de RV, como a sugerida neste trabalho, proveria um suporte complementar à tarefa de prescrição, bem como um inédito protocolo de treinamento do futuro usuário de CRM. Por fim, vale ressaltar que uma maior eficiência no processo de prescrição de CRM está diretamente relacionado a otimização dos recursos do SUS.

6. Referências Bibliográficas

ADAMOVICH, Sergei V. et al. Sensorimotor training in virtual reality: A review. **NeuroRehabilitation**, [s. l.], v. 25, n. 1, p. 29–44, 2009.

ADELOLA, I. A.; COX, S. L.; RAHMAN, A. Adaptable virtual reality interface for powered wheelchair training of disabled children. **The Fourth International Conference on Disability, Virtual Reality and Associated Technologies**, [s. l.], n. October, 2002. Disponível em: <<http://www.icdvrat.reading.ac.uk/2002/index.htm>>

ALBUQUERQUE E SOUZA, A.C., CEZAR DA CRUZ, D. M., JESUS ALVES, A. C.; R, AGOSTINI. Tecnología assistida en Brasil: reflexiones. [s. l.], 2010.

ARCHAMBAULT, Philippe S. et al. Disability and Rehabilitation: Assistive Technology Driving performance in a power wheelchair simulator Driving performance in a power wheelchair simulator. [s. l.], v. 3107, n. November, 2015.

ARLEDGE, S.; ARMSTRONG, W.; BABINEC, M. RESNA Wheelchair Service Provision Guide. **Resna**, [s. l.], p. 1–26, 2011. a. Disponível em: <<http://www.eric.ed.gov/ERICWebPortal/recordDetail?accno=ED534426>>

ARLEDGE, S.; ARMSTRONG, W.; BABINEC, M. RESNA Wheelchair Service Provision Guide. **Resna**, [s. l.], p. 1–26, 2011. b.

ASSOCIAÇÃO DE ASSISTÊNCIA À CRIANÇA DEFICIENTE. **Vida é Movimento**. 2019. Disponível em: <<https://aacd.org.br/>>. Acesso em: 20 ago. 2009.

BICKENBACH, J.; OFFICER, A.; SHAKESPEARE, T. **International Perspectives on Spinal Cord Injury**. Switzerland: World Health Organization, 2013. Disponível em: <http://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/94192/WHO_NMH_VIP_13.03_eng.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

BONINGER, M. et al. Technology for mobility in SCI 10 years from now. **Spinal Cord**, [s. l.], v. 50, n. 5, p. 358–363, 2012. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1038/sc.2011.165>> <https://doi.org/10.1038/sc.2011.165>

BRASIL, Ministério da Saúde. **Política Nacional de Saúde da Pessoa com Deficiência.** 2002. Disponível em: <http://bvsmms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/politica_nacional_pessoa_com_deficiencia.pdf>.

BRASIL, Ministério da Saúde. **Institui a Rede de Cuidados à Pessoa com Deficiência no âmbito do Sistema Único de Saúde.** 2012. Disponível em: <http://bvsmms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2012/prt0793_24_04_2012.html>.

BRASIL, Ministério da Saúde. **Viver Sem Limites – Plano Nacional dos Direitos da Pessoa com Deficiência** Brasília, Brasil, 2013a.

BRASIL, Ministério da Saúde. **Anexo I e II Portaria 1272.** 2013b. Disponível em: <http://bvsmms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2013/anexo/anexo_prt1272_26_06_2013.pdf>. Acesso em: 21 jan. 2019.

BRASIL, Ministério da Saúde. **Decreto nº 5296, de 02/12/2004. Brasília. Presidência da República,** 2014. 2014. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil/_ato2004-2006/2004/decreto/d5296.htm>.

BRASIL, Ministério da Saúde. **DIRETRIZES PARA PRESCRIÇÃO, CONCESSÃO, ADAPTAÇÃO E MANUTENÇÃO DE ÓRTESES, PRÓTESES E MEIOS AUXILIARES DE LOCOMOÇÃO.** 2016a.

BRASIL, Ministério da Saúde. **Manual de Boas Práticas de Gestão das Órteses, Próteses e Materiais Especiais (OPME).** Ministério da Saúde. 2016b. p. 39. Disponível em: <http://bvsmms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/manual_praticas_gestao_proteses_materiais_especiais.pdf>

C, Adler. Lesões na medula espinhal. In: **Terapia ocupacional: capacidades práticas para as disfunções físicas.** [s.l: s.n.]. p. 805–831.

CAETANO, Daniel et al. Adaptação de uma interface USB para Joystick VR2 aplicada ao Treinamento de Usuários de Cadeira de Rodas. In: **Tecnologia Assistiva: Desenvolvimento e Aplicação.** [s.l: s.n.]. p. 261–267.

CAMPOS, MAAD; GALVÃO, CRC; SOUZA, ACA. Cadeira de rodas e sistemas de

adequação postural. In: **Terapia Ocupacional – Fundamentação & Prática**. [s.l: s.n.].

CAT/SEDH. Comitê de Ajudas Técnicas. Subsecretaria Nacional de Promoção dos Direitos da Pessoa com Deficiência. Tecnologia Assistiva 2009.

CGEE. Mapeamento de Competências em Tecnologia Assistiva. Relatório Final. [s. l.], 2012. Disponível em: <<http://www.cgee.org.br/>>

CHARNESS, Neil; BOOT, Walter R. Aging and Information Technology Use. **Association for Psychological Science**, [s. l.], v. 18, n. 5, p. 253–258, 2009. Disponível em: <<http://journals.sagepub.com/doi/10.1111/j.1467-8721.2009.01647.x>>
<https://doi.org/10.1111/j.1467-8721.2009.01647.x>

CHEN, Lian-Yi; FUJIMOTO, H. Development of wheelchair experience system and spatial recognition in virtual environment. In: 2002, **Anais...** [s.l: s.n.]

COOPER, Rory A. et al. Virtual Reality and Computer-Enhanced Training Applied to Wheeled Mobility: An Overview of Work in Pittsburgh. **Assistive Technology**, [s. l.], v. 17, n. 2, p. 159–170, 2005. Disponível em: <<http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/10400435.2005.10132105>>. Acesso em: 17 abr. 2019. <https://doi.org/10.1080/10400435.2005.10132105>

DAWSON, Deirdre R. et al. Power-Mobility Indoor Driving Assessment Manual (PIDA). [s. l.], 2006. <https://doi.org/10.1177/000841749406100507>

DAWSON, Deirdre R.; KAISERMAN, Ethel; CHAN, Roberta. Development of the Power-Mobility Indoor Driving Assessment for Residents of Long-Term Care Facilities: A Preliminary Report. **Canadian Journal of Occupational Therapy**, [s. l.], v. 61, n. 5, p. 269–276, 1994.

FILHO, Dalson B. F.; JÚNIOR, José A. S. Desvendando os mistérios do coeficiente de correlação de Pearson (r). **Revista Política Hoje**, [s. l.], v. 18, n. 1, p. 115–146, 2009.

FRANK, Andrew O.; DE SOUZA, Lorraine H. Recipients of Electric-Powered Indoor/Outdoor Wheelchairs Provided by a National Health Service: A Cross-Sectional Study. **Archives of Physical Medicine and Rehabilitation**, [s. l.], v. 94, n. 12, p. 2403–2409, 2013. Disponível em:

<<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0003999313005455>>. Acesso em: 17 abr. 2019. <https://doi.org/10.1016/j.apmr.2013.07.010>

FROST, Sarah et al. Cadeira de rodas. **Pacote de terinamento em servicos- nível básico**, [s. l.], p. 88, 2012.

FURUMASU, Jan; GUERETTE, Paula; TEFFT, Donita. The development of a powered wheelchair mobility program for young children. **Technology and Disability**, [s. l.], v. 5, n. Seating and Wheeled Mobility, p. 41–48, 1996.

GALVAO, Claudia et al. Programa de Concessão de órteses e prótese no estado do rio grande do norte: direito e cidadania. [s. l.], p. 25–33, 2008.

HARDY, Peta. Powered wheelchair mobility : An occupational performance evaluation perspective. [s. l.], n. May 2003, p. 34–42, 2004. <https://doi.org/10.1111/j.1440-1630.2004.00413.x>

HERNANDEZ-OSSA, KEVIN A. et al. DESENVOLVIMENTO DE UM SISTEMA DE REALIDADE VIRTUAL PARA TREINAMENTO DE USO DE CADEIRA DE RODAS MOTORIZADA. In: XIII SIMPÓSIO BRASILEIRO DE AUTOMATIZAÇÃO INTELIGENTE 2017, Porto Alegre - RS. **Anais...** Porto Alegre - RS

HERSH, Marion A. The Design and Evaluation of Assistive Technology Products and Devices Part 2 : Evaluation of Assistive Products Introduction : Definition and Aims of Evaluation. [s. l.], p. 1–16, 2010. Disponível em: <<http://cirrie.buffalo.edu/encyclopedia/en/article/311/>>

HOLLIDAY1, P. J. et al. Understanding and measuring powered wheelchair mobility and manoeuvrability. Part I. Reach in confined spaces. **Disability and Rehabilitation**, [s. l.], v. 27, n. 16, p. 939–949, 2005. <https://doi.org/10.1080/09638280500052799>

INMAN, Dean P. et al. Learning to Drive a Wheelchair in Virtual Reality. **Journal of Special Education Technology**, [s. l.], v. 26, n. 3, p. 21–34, 2011. Disponível em: <<http://journals.sagepub.com/doi/10.1177/016264341102600303>> <https://doi.org/10.1177/016264341102600303>

JOHN, Nigel W. et al. The Implementation and Validation of a Virtual Environment for

Training Powered Wheelchair Manoeuvres. **IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics**, [s. l.], v. 24, n. 5, p. 1867–1878, 2018. <https://doi.org/10.1109/TVCG.2017.2700273>

KAMARAJ, Deepan C. et al. Interrater Reliability of the Power Mobility Road Test in the Virtual Reality-Based Simulator-2. **Archives of Physical Medicine and Rehabilitation**, [s. l.], v. 97, n. 7, p. 1078–1084, 2016. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.apmr.2016.02.005>> <https://doi.org/10.1016/j.apmr.2016.02.005>

KIRSHBLUM, Steven C. et al. Reference for the 2011 revision of the international standards for neurological classification of spinal cord injury. **The Journal of Spinal Cord Medicine**, [s. l.], v. 34, n. 6, p. 547–554, 2011. Disponível em: <<http://www.tandfonline.com/doi/full/10.1179/107902611X13186000420242>> <https://doi.org/10.1179/107902611X13186000420242>

KOZAK, J. J. et al. Transfer of training from virtual reality. **Ergonomics**, [s. l.], v. 36, n. 7, p. 777–784, 1993. <https://doi.org/10.1080/00140139308967941>

LOWRY, Richard. **Concepts and Applications of Inferential Statistics**. 2011. Disponível em: <<http://onlinebooks.library.upenn.edu/webbin/book/lookupid?key=olbp66608>>.

MACGILLIVRAY, Megan K. et al. Goal satisfaction improves with individualized powered wheelchair skills training. **Disability and Rehabilitation: Assistive Technology**, [s. l.], v. 13, n. 6, p. 558–561, 2018. Disponível em: <<https://doi.org/10.1080/17483107.2017.1353651>> <https://doi.org/10.1080/17483107.2017.1353651>

MAHAJAN, Harshal P. et al. Assessment of wheelchair driving performance in a virtual reality-based simulator. **The Journal of Spinal Cord Medicine**, [s. l.], v. 36, n. 4, p. 322–332, 2013. Disponível em: <<http://www.tandfonline.com/doi/full/10.1179/2045772313Y.00000000130>> <https://doi.org/10.1179/2045772313Y.00000000130>

MARTINS, Felipe. **SIMULADOR PARA TREINAMENTO DE CADEIRANTES EM AMBIENTE VIRTUAL ACIONADO POR COMANDOS MUSCULARES**

E/OU VISUAIS. 2017. [s. l.], 2017.

MASSENGALE, Samantha et al. Effect of visual perception, visual function, cognition, and personality on power wheelchair use in adults. **Assistive Technology**, [s. l.], v. 17, n. 2, p. 108–121, 2005. <https://doi.org/10.1080/10400435.2005.10132101>

MCNEMAR, Quinn. NOTE ON THE SAMPLING ERROR OF THE DIFFERENCE BETWEEN CORRELATED PROPORTIONS OR PERCENTAGES It is well known that the sampling variance of the difference between two proportions, $p \sim$ and p_s , based on independent samples is given by $p \sim q$ $p_{sq} \sim i$. **Psychometrika**, [s. l.], v. 12, n. 2, p. 153–157, 1947. <https://doi.org/10.1007/BF02295996>

MEI, Andre Eduardo. **OS PROCESSOS DE DISPENSAÇÃO DE CADEIRAS DE RODAS E A INTEGRALIDADE: UM ESTUDO DE CASO DE UM CENTRO DE REFERÊNCIA EM REABILITAÇÃO DO MUNICÍPIO DE CAMPINAS (SP)**. 2016. UNICAPM, [s. l.], 2016.

MOLINA, Karina Iglesia et al. Virtual reality using games for improving physical functioning in older adults: a systematic review. **Journal of neuroengineering and rehabilitation**, [s. l.], v. 11, p. 156, 2014. Disponível em: <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/25399408>%0Ahttp://www.pubmedcentral.nih.gov/articlerender.fcgi?artid=PMC4247561> <https://doi.org/10.1186/1743-0003-11-156>

MOUNTAIN, Anita D. et al. Ability of People With Stroke to Learn Powered Wheelchair Skills: A Pilot Study. **Archives of Physical Medicine and Rehabilitation**, [s. l.], v. 91, n. 4, p. 596–601, 2010. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.apmr.2009.12.011>> <https://doi.org/10.1016/j.apmr.2009.12.011>

NILSSON, Lisbeth et al. Driving to learn in a powered wheelchair: The process of learning joystick use in people with profound cognitive disabilities. **American Journal of Occupational Therapy**, [s. l.], v. 65, n. 6, p. 652–660, 2011. <https://doi.org/10.5014/ajot.2011.001750>

NORMANDO, David; TJÄDERHANE, Leo. escolha do teste estatístico – um tutorial em forma de apresentação em PowerPoint. **Dental Press J. Orthod.**, [s. l.], v. 15, p. 101–106, 2010. <https://doi.org/10.1590/S2176-94512010000100012>

NSCSC. **Spinal Cord Injury Facts and Figures at a Glance**. 2017. Disponível em: <<https://www.nscisc.uab.edu/Public/Facts and Figures - 2017.pdf>>. Acesso em: 14 jan. 2019.

NUNNERLEY, Joanne et al. Training wheelchair navigation in immersive virtual environments for patients with spinal cord injury—end-user input to design an effective system. **Disability and Rehabilitation: Assistive Technology**, [s. l.], v. 12, n. 4, p. 417–423, 2017. <https://doi.org/10.1080/17483107.2016.1176259>

PETTERSSON, Cecilia et al. Men’s and women’s perspectives on using a powered mobility device: Benefits and societal challenges. **Scandinavian Journal of Occupational Therapy**, [s. l.], v. 21, n. 6, p. 438–446, 2014. Disponível em: <<http://www.tandfonline.com/doi/full/10.3109/11038128.2014.905634>>. Acesso em: 16 abr. 2019. <https://doi.org/10.3109/11038128.2014.905634>

PITHON, Thomas et al. Wheelchair simulators: A review. **Technology and Disability**, [s. l.], v. 21, n. 1–2, p. 1–10, 2009.

PUBLIC LAW. 1988. Disponível em: <<http://www.gpo.gov/fdsys/pkg/STATUTE-102/pdf/STATUTE-102-Pg1044.pdf>>. Acesso em: 20 set. 2001.

RIBERTO, Marcelo et al. DOC BERTRAND.pdf. [s. l.], p. 3–7, 2004.

SAÚDE, Ministério Da. **Relatório Conitec**. 2013a. Disponível em: <<http://conitec.gov.br/images/Incorporados/CadeiradeRodasMotorizada-final.pdf>>. Acesso em: 25 dez. 2018.

SAÚDE, Ministério Da. **Portaria 1.272**. 2013b.

SEYMOUR, N. E. Virtual reality training improves operating room performance: Results of a randomized, double-blinded study. [s. l.], v. 236, n. 4, p. 458–464, 2002. <https://doi.org/10.1097/00000658-200210000-00008>

SLATER, Mel; SANCHEZ-VIVES, Maria V. Enhancing Our Lives with Immersive Virtual Reality. **Frontiers in Robotics and AI**, [s. l.], v. 3, p. 74, 2016. Disponível em: <<http://journal.frontiersin.org/article/10.3389/frobt.2016.00074/full>>. Acesso em: 13 jun. 2019. <https://doi.org/10.3389/frobt.2016.00074>

TORKIA, C. et al. Power wheelchair driving challenges in the community: a users' perspective. **Disability and Rehabilitation: Assistive Technology**, [s. l.], v. 10, n. 3, p. 211–215, 2015. <https://doi.org/10.3109/17483107.2014.898159>

WITH, Introduction et al. QUANTIFYING POWER WHEELCHAIR DRIVING ABILITY Deepan C Kamaraj , Brad E Dicianno , Michael Schmid , Timothy Boyanoski , Rory A Cooper Human Engineering Research Laboratories , VA Center of Excellence on Wheelchairs and Related Technology , VA Pittsburgh He. [s. l.], p. 1–4, 2014.

YOUSEFI, Behnaz; HUO, Xueliang; GHOVANLOO*, Maysam. Preliminary Assessment of Tongue Drive System in Medium Term Usage for Computer Access and Wheelchair Control. In: 2011, **Anais...** [s.l: s.n.] <https://doi.org/10.1109/IEMBS.2011.6091427>

**ANEXO I –
Parecer do Comitê de Ética e Pesquisa**

PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: Proposta de ferramenta de treinamento virtual para condução de cadeira de rodas motorizada

Pesquisador: Eduardo Lazaro

Martins Naves **Área Temática:**

Versão: 2

CAAE: 86694117.4.0000.5152

Instituição Proponente: Faculdade de Engenharia Elétrica

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 2.706.910

Apresentação do Projeto:

Trata-se de análise de respostas às pendências apontadas no parecer consubstanciado número 2.646.111, de 09 de Maio de 2018.

Conforme apresenta o protocolo: O projeto de pesquisa intitulado “Proposta de ferramenta de treinamento virtual para condução de cadeira de rodas motorizada” será desenvolvido pela Faculdade de Engenharia Elétrica, do Núcleo de Tecnologias Assistivas. Apresenta uma preocupação com indivíduos com deficiências, no Brasil, embora não haja um estudo concreto que determine este número, estima-se, entre os fabricantes de cadeiras de rodas, um número superior a 3,5 milhões de brasileiros que utilizam a tecnologia. Em função

destas expectativas, percebeu-se um crescimento na demanda por dispositivos de Tecnologia Assistiva (TA).

Estes dispositivos têm como objetivo promover auxílio à pessoa com deficiência na execução de suas atividades diárias, as quais esta não pode executar de forma não assistida, como, por exemplo, locomover-se de forma independente.

A partir da incorporação da cadeira de rodas motorizada, suas normas de indicação e prescrição, essa tecnologia trouxe tamanha contribuição para a possibilidade de ofertar a mobilidade independente para indivíduos, ampliando as possibilidades e a inserção social, além de permitir ao mesmo alcançar um nível significativo de mobilidade, autonomia e independência.

Os usuários identificam dificuldades em acessar edifícios públicos, ou quando são confrontados com barreiras e circunstâncias imprevistas, sendo que estes novos usuários geralmente só experimentam problemas quando estão aprendendo a manobrar sua cadeira e isso pode limitar a participação da comunidade.

Neste contexto, o uso de simuladores de Realidade Virtual (RV) pode se apresentar como uma solução interessante, na qual o indivíduo possa treinar e se adaptar à tecnologia em uma situação completamente segura e livre de riscos.

Objetivo da Pesquisa:

O Projeto de Pesquisa apresenta como objetivo geral:

Aplicar e avaliar o uso do recurso de treinamento em Realidade Virtual, a partir da criação de um simulador virtual, na transferência de habilidades para usuários de cadeira de rodas motorizadas.

E objetivos específicos:

- Avaliar a resposta dos usuários à ferramenta proposta, tanto qualitativamente quanto quantitativamente.
- Melhorar a transferência de habilidades fornecida pelo simulador.
- Avaliar o protocolo experimental.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

O projeto apresentou como risco que os participantes da pesquisa serão identificados por um número para manter sua identidade em sigilo, de acordo com a Resolução 466/12. Além disso, os dados de cada voluntário serão armazenados de forma segura, com acesso restrito e controlado pelo coordenador da pesquisa.

É possível que ao decorrer da pesquisa o participante esteja sujeito aos seguintes eventos:

Risco 1 – Poderá surgir fadiga mental e ou motora no usuário em razão do uso/manuseio do joystick após um período de tempo prolongado;

Estratégia 1 – Breve pausa para recuperação antes de retomar as atividades ou teste, ou interromper os experimentos;

Risco 2 – Poderá surgir desconforto em razão de inadequação postural pelo dispositivo utilizado (cadeira de rodas motorizada);

Estratégia 2 – Fornecer ferramentas para adequação da postura (cinto de segurança) Risco 3 – Possibilidade mínima de identificação dos participantes da pesquisa;

Estratégia 3 – Comprometimento da equipe de pesquisadores ao sigilo, através de códigos de identificação para os participantes.

O projeto apresentou como benefícios avaliar se o treinamento virtual auxiliou os participantes nas tarefas treinadas com uma cadeira de rodas motorizada, dessa forma melhorando suas habilidades de condução e minimizando os riscos inerentes ao ato de conduzir a mesma, permitindo assim que esta ferramenta seja disponibilizada para outros centros de pesquisa e reabilitação a fim de auxiliar outros usuários de cadeira de rodas no processo de adaptação à mesma.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

O projeto apresenta que:

- O público da pesquisa será recrutado na Associação de Assistência à Criança Deficiente (AACD) de

Uberlândia;

- A amostra será com 20 indivíduos, com idade entre 18 e 90 anos; que possuem lesão medular com sequela de tetraparesia ou tetraplegia, ou seja, indivíduos com comprometimento total dos membros inferiores e parcial dos membros superiores.

- A proposta trata de um estudo experimental com dois grupos, sendo o primeiro grupo aqueles usuários que irão passar por treinamento com simulador usando joystick convencional e em seguida irão fazer o teste, e o segundo grupo aqueles usuários que não irão utilizar o simulador virtual e em seguida irão fazer o teste.

- A pesquisa se divide em duas etapas :

a) Aplicação do instrumento para avaliação da condução em cadeira de rodas motorizada, nos testes pré e pós treinamento, será uma adaptação do Power Mobility Road Test (PMRT), contém 16 tarefas, as quais foram elaboradas a partir de uma combinação de três escalas de avaliação de desempenho em cadeira de rodas: O Power-Mobility Indoor Driving Assessment (PIDA), Functional Evaluate Scale (FES), e Power Mobility Functional Evaluation Tasks (PMFES).

b) Serão coletados parâmetros como o número de comandos dados no joystick (através de software conectado a CRM), número de colisões feitas

durante o percurso (através de gravações em vídeo do experimento e sua posterior transcrição) e tempo para execução da tarefa (através de cronometragem).

Serão também observados através das filmagens, alguns parâmetros

Página 03 de

qualitativos, sendo eles: capacidade cognitiva, visual, auditiva e motora.

Como critérios de inclusão:

- Indivíduos que estejam na faixa etária entre 18 e 90 anos;
- Indivíduos que possuem lesão medular com sequela de tetraparesia ou tetraplegia, ou seja, indivíduos com comprometimento total dos membros inferiores e parcial dos membros superiores.
- Indivíduos elegíveis para receber a cadeira de rodas motorizada, segundo a portaria 1272 do Ministério da Saúde;

Critério de Exclusão:

- Ter consumido álcool nas últimas 24hrs antes do experimento;
- Ter consumido medicamentos que possam causar sonolência;
- Não compreender as instruções fornecidas para a realização das tarefas.
- Indivíduos que possuem o quadro clínico apresentado no critério de inclusão, mas que já tenha recebido a cadeira motorizada e/ou já tenha experiência na condução da mesma.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Os Termos de apresentação obrigatória estão incluídos na Plataforma e estão adequadamente preenchidos e assinados. Incluem:

a) Folha de Rosto preenchida e assinada pelo pesquisador principal Eduardo Lazaro Martins Naves e pelo

Diretor Substituto Carlos Augusto Bissochi Junior da Faculdade de Engenharia Elétrica;

b) Declaração da Instituição Co-participante, assinada pelo médico fisiatra João Eduardo Almeida da

Associação de Assistência à Criança Deficiente (AACD) de Uberlândia;

c) Termo de compromisso da equipe executora, estando devidamente assinado pelo quatro pesquisadores;

e) Link e Currículo lattes do pesquisador responsável e dos assistentes de pesquisa;

f) Termo de Consentimento Livre e Esclarecido -TCLE;

g) Projeto de Pesquisa.

Recomendações:

Não há.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

As pendências apontadas no parecer consubstanciado número 2.646.111, de 09 de Maio de 2018, foram atendidas.

De acordo com as atribuições definidas na Resolução CNS 466/12, o CEP manifesta-se pela aprovação do protocolo de pesquisa proposto.

O protocolo não apresenta problemas de ética nas condutas de pesquisa com seres humanos, nos limites da redação e da metodologia apresentadas.

Considerações Finais a critério do CEP:

Data para entrega de Relatório Final ao CEP/UFU: Dezembro de 2019.

OBS.: O CEP/UFU LEMBRA QUE QUALQUER MUDANÇA NO PROTOCOLO DEVE SER INFORMADA IMEDIATAMENTE AO CEP PARA FINS DE ANÁLISE E APROVAÇÃO DA MESMA.

O CEP/UFU lembra que: a- segundo a Resolução 466/12, o pesquisador deverá arquivar por 5 anos o relatório da pesquisa e os Termos de Consentimento Livre e Esclarecido, assinados pelo sujeito de pesquisa.

b- poderá, por escolha aleatória, visitar o pesquisador para conferência do relatório e documentação pertinente ao projeto.

c- a aprovação do protocolo de pesquisa pelo CEP/UFU dá-se em decorrência do atendimento a Resolução CNS 466/12, não implicando na qualidade científica do mesmo.

Orientações ao pesquisador :

- O sujeito da pesquisa tem a liberdade de recusar-se a participar ou de retirar seu consentimento em qualquer fase da pesquisa, sem penalização alguma e sem prejuízo ao seu cuidado (Res. CNS 466/12) e deve receber uma via original do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, na íntegra, por ele assinado.
- O pesquisador deve desenvolver a pesquisa conforme delineada no protocolo aprovado e descontinuar o estudo somente após análise das razões da descontinuidade pelo CEP que o aprovou (Res. CNS 466/12), aguardando seu parecer, exceto quando perceber risco ou dano não previsto ao sujeito participante ou quando constatar a superioridade de regime oferecido a um dos grupos da pesquisa que requeiram ação imediata.

- O CEP deve ser informado de todos os efeitos adversos ou fatos relevantes que alterem o curso normal do estudo (Res. CNS 466/12). É papel de o pesquisador assegurar medidas imediatas adequadas frente a evento adverso grave ocorrido (mesmo que tenha sido em outro centro) e enviar notificação ao CEP e à Agência Nacional de Vigilância Sanitária – ANVISA – junto com seu posicionamento.

- Eventuais modificações ou emendas ao protocolo devem ser apresentadas ao CEP de forma clara e sucinta, identificando a parte do protocolo a ser modificada e suas justificativas. Em caso de projetos do Grupo I

ou II apresentados anteriormente à ANVISA, o pesquisador ou patrocinador deve enviá-las também à mesma, junto com o parecer aprobatório do CEP, para serem juntadas ao protocolo inicial (Res.251/97, item III.2.e).

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_1012915.pdf	23/05/2018 19:08:33		Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	projeto_comite_corrigidocep.docx	23/05/2018 19:08:10	Felipe Roque Martins	Aceito
Outros	anexo_II.docx	23/05/2018 19:05:02	Felipe Roque Martins	Aceito
Parecer Anterior	pendencias_CEP.docx	23/05/2018 19:04:12	Felipe Roque Martins	Aceito
Folha de Rosto	rosto.pdf	02/04/2018 16:39:01	Felipe Roque Martins	Aceito
Outros	lattes_felipe.pdf	06/03/2018 22:11:06	Felipe Roque Martins	Aceito
Outros	lattes_eduardo.pdf	06/03/2018 22:06:52	Felipe Roque Martins	Aceito
Outros	lattes_eder.pdf	06/03/2018 21:55:31	Felipe Roque Martins	Aceito
Outros	lattes_caroline.pdf	06/03/2018 21:54:45	Felipe Roque Martins	Aceito
Declaração de Pesquisadores	termo_compromisso.jpg	06/03/2018 21:12:33	Felipe Roque Martins	Aceito
Declaração de	coparticipante_ufrj.pdf	06/03/2018 21:08:30	Felipe Roque Martins	Aceito

Instituição e Infraestrutura				
Declaração de Instituição e	coparticipante_aacd.pdf	06/03/2018 21:08:20	Felipe Roque Martins	Aceito

Página 06 de

Infraestrutura	coparticipante_aacd.pdf	06/03/2018 21:08:20	Felipe Roque Martins	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	tcle_2018.doc	06/03/2018 21:08:08	Felipe Roque Martins	Aceito

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

UBERLANDIA, 12 de Junho de 2018

Assinado por:

**Karine Rezende de Oliveira
(Coordenador)**

ANEXO II –

Power Mobility Road Test Adaptado

Nome participante: _____ Identificação: _____

Teste: _____

Data: _____ Horário Início: _____ Horário Final: _____

Tempo Total: _____

Elementos/Tarefas		Pontuação						Nº colisões	Nº comandos	Tempo Tarefa
		4	3	2	1	Comentários				
1	Aproximando de pessoas/móveis sem bater neles									
2	Iniciando e parando a cadeira de rodas à vontade									
3	Passando pelas portas sem bater nas paredes (portas de 91 cm)									
4	Fazendo curva para direita de 90° (90° à direita)									
5	Fazendo curva para esquerda de 90° (90° à esquerda)									
6	Condução direta (4,5 metros) em uma área aberta									
7	Condução direta (3,0 metros) em uma área aberta									
8	Virando 180° (curva em U)									
9	Iniciando e parando cadeira de rodas, mediante solicitação.									
10	Virando para a direita e para a esquerda mediante solicitação									
11	Dirigir direto para frente (4,5 metros) em um corredor estreito sem bater nas paredes									
12	Manobra entre objetos									
Total nas colunas						Total nas colunas				
						Pontuação por elemento (%)				

Pontuação:

4: Completamente independente: desempenho ideal, capaz de executar a tarefa de uma maneira suave e segura.

3: Completa a tarefa de forma hesitante, requer várias tentativas, requer restrição de velocidade e/ou colide parede, objetos, etc. levemente (sem causar danos).

2: Colide com objetos e pessoas de uma forma que causa danos ou pode causar danos ao motorista, outras pessoas ou a objetos.

1: Não foi possível concluir a tarefa: motivo: _____. Por exemplo, pode exigir pistas verbais e/ou visuais ou assistência física.

APÊNDICE I - Registros Planilhas Descritivas

Treinamento das sessões no Simulador Virtual *uViEW*

Nome do usuário: **A.R. S.**

Identificação: **01**

Data da sessão: **17.09.2018**

Número da sessão: **08**

Observações do usuário frente ao uso do simulador:

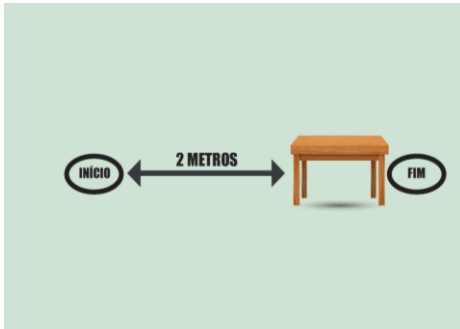
Variáveis	Cenário 1 - Pista de Obstáculos	Cenário 2 - Rampas	Cenário 3 Elevadores	OBSERVAÇÕES
TEMPO TOTAL DO PERCURSO	2:23	2:35	1:53	• Cenário elevador travou. Preciso reiniciar computador para iniciar a sessão.
Nº DE COLISÕES	2	2	4	
Nº DE COMANDOS	239	181	55	

OBSERVAÇÕES USUÁRIOS: Escolha do campo de visão (opção 1 pessoa). Relata que opta pelo elevador, pois que *“ficar bom nele”*, relata que o trajeto para ir para segundo elevador precisa ser *“mais treinado”*. Afirma que o ângulo de visão *“tinha que ver a gente melhor”*. Pergunta se pode tentar sair de frente no elevador e afirma que *“quando chegar minha CRM, já sei que terei que adaptar o apoio da mão no joystick que vem do SUS”*.

OBSERVAÇÕES PESQUISADORA: Usuário tem preferência em se ver no campo de visão rebaixado, uma das opções disponíveis do simulador. Tem iniciativa de escolha da sequência dos cenários. Preferência de treino no cenário com mão direita, com necessidade de rever adaptação no joystick para uso com melhor rendimento (nível da lesão).

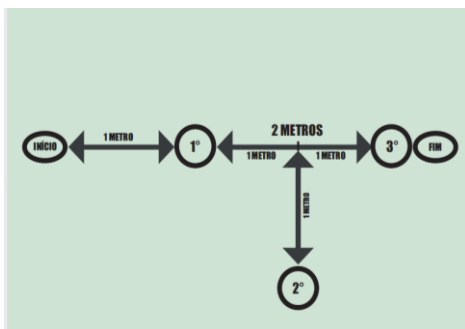
APÊNDICE II - Roteiro ilustrativo e elaborado para o Power Mobity Road Test Adaptado

TAREFA 1



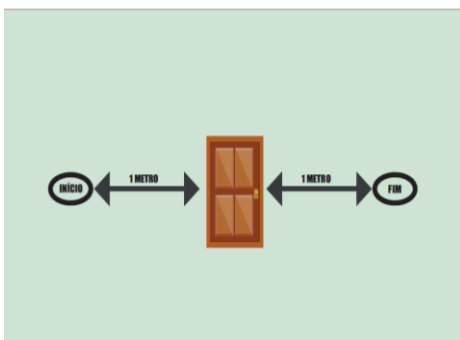
Aproximando de pessoas/móveis sem bater neles.

TAREFA 2



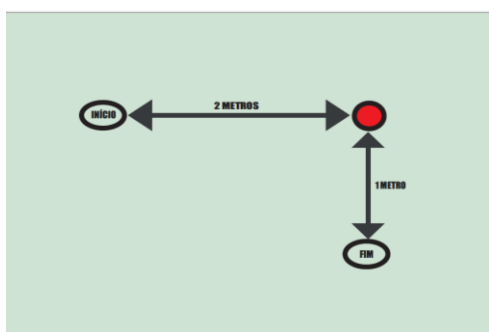
Iniciando e parando a cadeira de rodas à vontade.

TAREFA 3



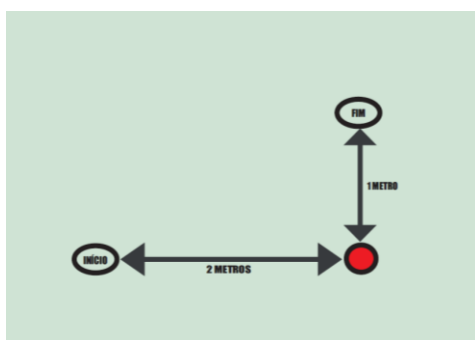
Passando pelas portas sem bater nas paredes (portas de 91 cm).

TAREFA 4



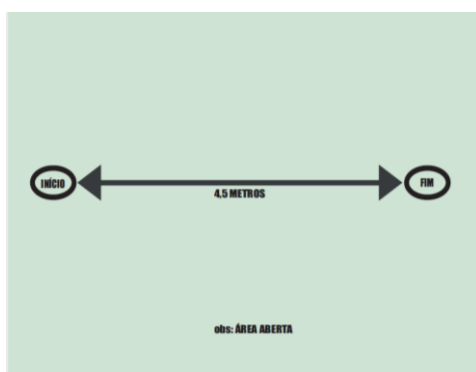
Fazendo curva para direita de 90º (90º à direita).

TAREFA 5



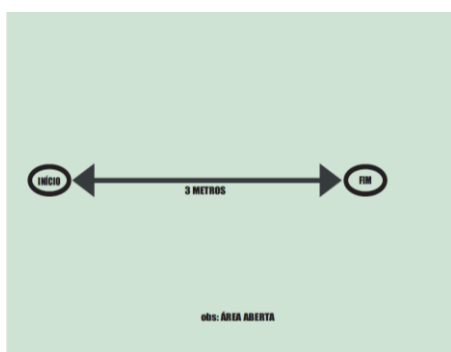
Fazendo curva para esquerda de 90º (90º à esquerda).

TAREFA 6



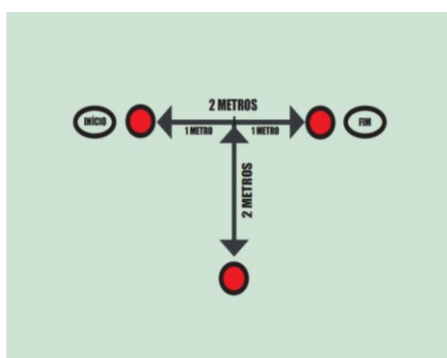
Condução direta (4,5 metros) em uma área aberta.

TAREFA 7



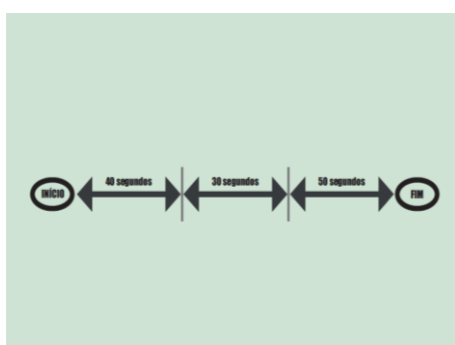
Condução direta (3,0 metros) em uma área aberta.

TAREFA 8



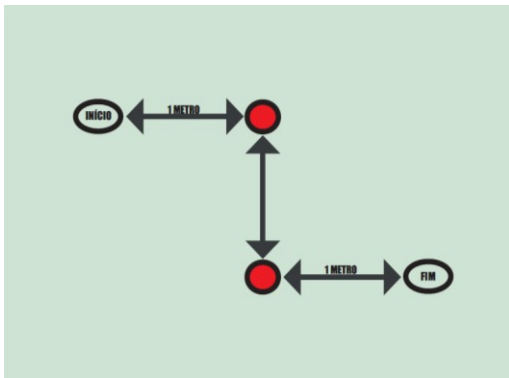
Virando 180° (curva em U).

TAREFA 9



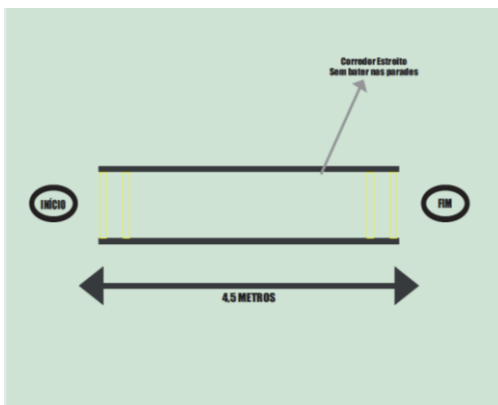
Iniciando e parando cadeira de rodas, mediante solicitação.

TAREFA 10



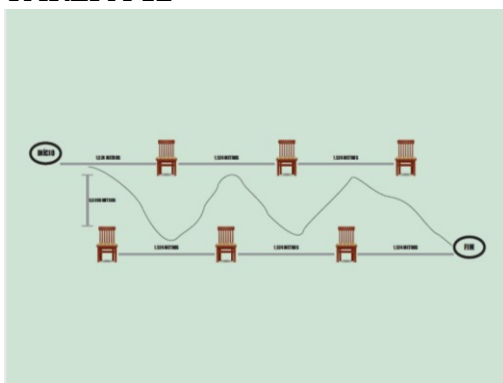
Virando para a direita e para a esquerda mediante solicitação.

TAREFA 11



Dirigir direto para frente (4,5 metros) em um corredor estreito sem bater nas paredes.

TAREFA 12



Manobra entre objetos

Roteiro ilustrativo e elaborado para o Power Mobility Road Test Adaptado

APÊNDICE III – Relatório Técnico para o NTA

O contexto deste estudo aproximou as áreas interdisciplinares de atuação com TA e apresentou reflexão para o despertar dos responsáveis frente as políticas públicas, com a menção de que, apresentar inovação de recursos tecnológicos, aplicar os dispositivos em desenvolvimento que apoiam a prática no contexto da reabilitação e o pioneirismo de implantar sistemas de RV no contexto SUS, podem auxiliar redução de custos e lançar sugestiva de conduta sistematizada das equipes no Brasil.

Destaca-se o despertar para a garantia de processos universais em prol dos usuários de TA, certificando clareza e coerência de que todos os envolvidos nestas esferas a clara interlocução frente a estes sistemas no país.

O objetivo deste relatório é realimentar o NTA-UFU com informações relevantes provenientes da temática apresentada neste estudo.

As informações relevantes estarão subdivididas em tópicos que retratam itens como as oportunidades de melhoria e possíveis estudos futuros, com retrato de pontos considerados fortes, a partir da descrição dos usuários participantes desta pesquisa.

Para elaboração e registro de fatores pertinentes frente ao uso dos dispositivos e ferramentas utilizados neste estudo, o registro de planilha descritiva foi elaborado como um documento personalizado de cada participante, para futura análise e apontamento de sugestivas, com considerações emergentes de criação de banco digital de dados e arquivamento, além de informações para monitoramento de desempenho, comparação de dados, e identificação de estratégias de melhorias dos sistemas.

O presente estudo elaborou um protocolo de referência, com coerência e certificação do item treinamento, a partir de ferramentas em desenvolvimento e aptas para aplicabilidade desenvolvidas pelo Núcleo de Tecnologia Assistiva da Universidade Federal de Uberlândia.

O vínculo da pesquisadora junto ao laboratório e presente no centro de reabilitação, o qual é responsável por dispensação de CRM, oportunizou a junção de esferas envolvidas no processo, a relevância de apresentar recursos, dispositivos e ferramentas somatórias no processo de reabilitação.

O destaque deste estudo aponta um protocolo baseado em condução de CRM real e treinamento de habilidades de condução com sistemas de Realidade Virtual, o qual nos apresenta possibilidades quantitativas de averiguar potenciais usuários de

CRM, contribuindo para o contexto no que tange aos processos de dispensação do produto e garantia de segurança do usuário.

Os recursos e dispositivos em desenvolvimento foram criados e elaborados com o intuito de contribuir para a prática que envolvem o contexto dos processos de dispensação e como ferramenta de suporte no que tange ao item treinamento.

Para suporte e aprimoramento destes dispositivos, este relatório menciona nos tópicos a seguir, as considerações relevantes dos equipamentos, recursos e ferramentas, com objetivo de apresentar evolução futura dos mesmos, para que em novos estudos de aplicabilidade, novas versões estejam disponíveis para aplicabilidade.

Abaixo, as considerações subdivididas por itens utilizados neste estudo:

- Cadeira de Rodas Motorizada: Sugere-se a aplicabilidade de novo modelo, que permita variações de eixos que incluem movimentos na diagonal; modelo que permita configurações e ajustes de assento e encosto; painel de comando que permita variação de velocidade. Sugere-se sensores anti-colisão para identificação desta variável.
- Controle de Interface – Joystick: Sugere-se controle com novo sistema de leitura e interpretação de dados: leitura dos comandos e direções; modelo que permita variação de velocidade.
- Dispositivo de Aquisição de Sinais: Sugere-se nova versão do dispositivo com nova placa de leitura com revisão dos valores de tensão para melhor refinamento e coleta dos comandos. Sugere-se modelo compacto de acoplamento na CRM.
- Dispositivos de Leitura de Sinais: Sugere-se um sistema computacional com banco de dados digitais vinculados a um equipamento eletrônico portátil para monitoramento do pesquisador.
- Simulador de Realidade Virtual: Sugere-se nova versão com cenários similares aos testes reais. Sugere-se ambientes realísticos, com ambientes baseados em contextos pautados em vivências diárias de usuários condutores de CRM; Sugere-se perfil similar da interface de controle (variações de eixo na diagonal, sistema anti-colisão e variação de velocidade). Sistemas de apresentação de rota para visualização dos usuários foram apontados como estratégia de melhor compreensão de rota e memorização de percurso.

Nos quesitos pontuais de cada cenário destaque para:

- Cenário pista: aprimoramento das placas de visualização e das cores dos cones;

- Cenário rampa: alteração do ambiente (quadra poliesportiva), sonorização durante deslocamento da CRM (barulho de ultraleve), alteração das cores dos corrimãos, e inserção de pista visual na parte superior (setas de direcionamento). Sugestão de criação de saída alternativa no cenário rampa.
- Cenário elevador: aplicação do contexto do elevador em ambiente coerente com uso (fora da quadra poliesportiva, sendo outro exemplo: elevador ou plataforma de transporte público, ou elevador de shopping), simulação da rota com entrada sonora, ângulo e campo visual para melhor abrangência do cenário, sonorização no final da rota necessita de refinamento.