



UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
MESTRADO PROFISSIONAL EM INFORMÁTICA

DOUGLAS LOPES FARIAS

**AVALIAÇÃO DO ESTRESSE DE MOVIMENTO EM
JOGOS REABILITADORES COM REALIDADE
VIRTUAL IMERSIVA NO TRATAMENTO DE
TORCICOLO ESPASMÓDICO.**

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

CORNÉLIO PROCÓPIO
2022

DOUGLAS LOPES FARIAS

**AVALIAÇÃO DO ESTRESSE DE MOVIMENTO EM JOGOS REABILITADORES
COM REALIDADE VIRTUAL IMERSIVA NO TRATAMENTO DE TORCICOLO
ESPASMÓDICO.**

**EVALUATION OF MOVEMENT STRESS IN REHABILITATIVE GAMES WITH
IMMERSIVE VIRTUAL REALITY IN THE
TREATMENT OF SPASMODIC TORCICOLO**

Dissertação de Mestrado, apresentada ao Programa de Pós- Graduação em Informática da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Informática.

Orientador: Prof. Dr. Eduardo Filgueiras Damasceno

CORNÉLIO PROCÓPIO
2022



2022 4.0 Internacional

Esta licença permite remixe, adaptação e criação a partir do trabalho, para fins não comerciais, desde que sejam atribuídos créditos ao(s) autor(es) e que licenciem as novas criações sob termos idênticos. Conteúdos elaborados por terceiros, citados e referenciados nesta obra não são cobertos pela licença.



Ministério da Educação
Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Campus Cornélio Procópio



DOUGLAS LOPES FARIAS

**AVALIAÇÃO DO ESTRESSE DE MOVIMENTO EM JOGOS REABILITADORES COM REALIDADE VIRTUAL
IMERSIVA NO TRATAMENTO DE TORCICOLO ESPASMÓDICO**

Trabalho de pesquisa de mestrado apresentado como requisito para obtenção do título de Mestre Em Informática da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR).
Área de concentração: Computação Aplicada.

Data de aprovação: 04 de Novembro de 2022

Dr. Eduardo Filgueiras Damasceno, Doutorado - Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Dr. Cleber Gimenez Correa, Doutorado - Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Dr. Jose Barbosa Dias Junior, Doutorado - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Paraná (Ifpr)

Dr. Paulo Augusto Nardi, Doutorado - Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Documento gerado pelo Sistema Acadêmico da UTFPR a partir dos dados da Ata de Defesa em 05/11/2022.

Dedico este trabalho à
minha filha Helena
Lopes da Silva Farias.

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao meu orientador Prof. Dr. Eduardo Filgueiras Damasceno, por toda a sabedoria com que me guiou nesta trajetória.

Enfim, a todos os que por algum motivo contribuíram para a realização desta pesquisa.

RESUMO

FARIAS, Douglas Lopes. AVALIAÇÃO DO ESTRESSE DE MOVIMENTO EM JOGOS REABILITADORES COM REALIDADE VIRTUAL IMERSIVA NO TRATAMENTO DE TORCICOLO ESPASMÓDICO. 2021. 65 f. Dissertação de Mestrado em Engenharia de Software. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Cornélio Procópio, 2022.

Nos últimos anos, vários cientistas investigaram a utilização da Realidade Virtual (VR) para apoiar as terapias de reabilitação, melhorando o controle motor, motivação, e em alguns casos, oferecendo efeitos analgésicos, pela distração da dor. Contudo, poucos se preocupam em averiguar os efeitos ergonômicos durante a utilização desta tecnologia sobre o paciente. Esta característica, é o motivador para este estudo. Os estudos concentram-se no tratamento do torcicolo espasmódico, uma doença muito comum na área de tecnologia da informação relatada por utilizadores de sistemas de informação e programadores de computadores. Há algumas vantagens no uso dos testes ergonômicos em RV que influenciam a usabilidade como o potencial lúdico dos exercícios. Todavia, há algumas desvantagens que estes testes esclarecem, tais como: perda de imersão, incômodo e uso descuidado. Este trabalho relata a aplicação de testes ergonômicos em um cenário controlado com pacientes não lesionados, no qual observou-se situações que podem afetar a eficácia do tratamento. Tais situações incluem: avaliação sobre o biotipo dos participantes em função do seu Índice de Massa Corporal, Gordura Corporal, Gordura Visceral, Massa Muscular e Idade. A partir deste estudo foi investigado o impacto do peso do dispositivo na condução do exercício a fim de identificar o momento adequado de finalizar a interação. Para execução da pesquisa foram estabelecidos grupos de testes com artefatos de pesos diferentes e idades distintas, os quais executaram movimentos de tratamento através de um jogo, e durante a execução responderam um questionário por meio de um protocolo "Think Aloud". Foi utilizado um método estatístico de Regressão Linear para analisar e validar os dados e Análise dos Componentes Principais(PCA) para identificar os agrupamentos dos elementos. Conclui-se que as variáveis citadas não obtiveram dependência para interferência no momento adequado de finalizar a interação do exercício. Contudo, os dados indicam que cenários de usabilidade que consideram a velocidade do movimento tem interferência no processo.

Palavras-chave: realidade virtual, ergonomia, usabilidade de jogo, reabilitação virtual

ABSTRACT

FARIAS, Douglas Lopes. EVALUATION OF MOVEMENT STRESS IN REHABILITATIVE GAMES WITH IMMERSIVE VIRTUAL REALITY IN THE TREATMENT OF SPASMODIC TORCICOLO. 2021. 65 f. Proposta de projeto de mestrado (Pós-graduação) – Engenharia de Software. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Cornélio Procópio, 2021.

In recent years, several scientists have investigated the use of Virtual Reality (VR) to support rehabilitation therapies, improving motor control, motivation, and, in some cases, providing analgesic effects, by distracting from pain. However, few are concerned with investigating the ergonomic effects of using this technology on the patient. This feature is the motivator for this study. The studies focus on the treatment of spasmodic torticollis, a very common disease in the area of information technology reported by users of information systems and computer programmers. There are some advantages in the use of ergonomic tests in VR that influence usability such as the playful potential of the exercises. However, there are some disadvantages that these tests clarify, such as: loss of immersion, discomfort and careless use. This work reports the application of ergonomic tests in a controlled scenario with non-injured patients, in which situations that can affect the effectiveness of the treatment were observed. Such situations include: assessment of the participants' biotype according to their Body Mass Index, Body Fat, Visceral Fat, Muscle Mass and Age. From this study, the impact of the weight of the device on the conduction of the exercise was investigated in order to identify the appropriate moment to end the interaction. To carry out the research, test groups were established with artifacts of different weights and different ages, which performed treatment movements through a game, and during the execution they answered a questionnaire through a "Think Aloud" protocol. A linear regression statistical method was used to analyze and validate the data and Principal Component Analysis (PCA) to identify the clusters of elements. It is concluded that the mentioned variables did not obtain dependence for interference at the appropriate time to end the exercise interaction. However, the data indicate that usability scenarios that consider the speed of movement interfere in the process.

Keywords: virtual reality, ergonomics, human factors, virtual rehabilitation.

LISTA DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| Figura 1: Análise das repetições das palavras-chave selecionadas. | 19 |
| Figura 2: Análise das repetições das palavras-chave selecionadas. | 20 |
| Figura 3: Análise das repetições das palavras-chave selecionadas. | 20 |
| Figura 4: Comparação temporal dos artigos selecionados. | 21 |
| Figura 5: Foto de um usuário do dispositivo de realidade virtual. | 24 |
| Figura 6: Imagem da visualização obtida pelo paciente no momento do exercício. | 25 |

LISTA DE TABELAS

| | |
|---|----|
| Tabela 1: Termos de Pesquisa. | 17 |
| Tabela 2: Organização da Cláusula de Busca Elemento | 18 |
| Tabela 3: Exercícios recomendados para alongamento da cervical. | 23 |
| | 21 |

LISTA DE QUADROS

| | |
|--|----|
| Quadro 1. Resultado da seleção dos artigos por ano de publicação. | 26 |
| Quadro 2. Dispositivos de RV e suas características de resolução, peso, taxa de atualização e custo. | |

LISTA DE ABREVIATURAS

| | |
|-----|----------------------------|
| DC | Distonia Cervical |
| TE | Torcicolo Espasmódico |
| cm | Centímetros |
| RV | Realidade Virtual |
| RVI | Realidade Virtual Imersiva |

PUBLICAÇÕES REALIZADAS

Qualis A2

FARIAS, DOUGLAS LOPES ; SOUZA, R. F. ; DAMACENO, EDUARDO F ; NARDI, P. A. *A Motor Rehabilitation's Motion Assessment with Low-cost Virtual Reality Serious Game*. In: IEEE International Conference on E-health Networking, Application & Services, 2020, Hybrid Conference. Proceedings of IEEE International Conference on E-health Networking, Application & Services, 2020.

Qualis B3

DA ROSA, R. C. L. F.; FARIAS, D. L.; DAMASCENO, E. F. (2020) „Um Jogo S rio para An lise de Dados Psicossociais no enfrentamento do C ncer Infantil“, *Journal of Health Informatics*, 12(3), pp. 100–107.

Qualis B1

DE SOUZA, RAFAEL FERNANDES ; FARIAS, DOUGLAS LOPES ; FLOR DA ROSA, RENAN CLEVERSON LAUREANO ; DAMASCENO, Eduardo Filgueiras . Analysis of Low-Cost Virtual and Augmented Reality Technology in Case of Motor Rehabilitation. In: *2019 21st Symposium on Virtual and Augmented Reality (SVR)*, 2019, Rio de Janeiro. 2019 21st Symposium on Virtual and Augmented Reality (SVR), 2019. p. 161.

Qualis B1

E. F. DAMASCENO, D. L. FARIAS, R. C. L. FLOR DA ROSA AND R. D. S. FERNANDES. A Proposal of Interaction with 3D Object using Hologram by Reflection on Low-Cost Devices. *2019. 21st Symposium on Virtual and Augmented Reality (SVR)*, 2019, pp. 43-46.

SUMÁRIO

| | |
|---|-----------|
| 1 INTRODUÇÃO | 12 |
| 1.1 OBJETIVOS | 13 |
| 1.1.1 Objetivo Geral..... | 13 |
| 1.1.2 Objetivos Específicos | 13 |
| 2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA..... | 13 |
| 2.1 REALIDADE VIRTUAL NA REABILITAÇÃO E ERGONOMIA | 14 |
| 2.2 TORCICOLO ESPASMÓDICO..... | 15 |
| 2.3 ESTRESSE MUSCULAR E CANSAÇO FÍSICO | 15 |
| 2.4 REGRESSÃO LINEAR E A PREDIÇÃO DO LIMITE DO ESFORÇO DE PACIENTES QUE TRATAM DE TE | 16 |
| 3 REVISÃO SISTEMÁTICA..... | 16 |
| 3.1 REQUISITOS DA BUSCA | 17 |
| 3.2 MAPA GERAL DA BUSCA | 18 |
| 3.3 FILTROS DA BUSCA..... | 19 |
| 3.4 SELEÇÃO FINAL DE ARTIGOS | 20 |
| 4 DESIGN DE EXPERIMENTOS..... | 21 |
| 4.1. HIPÓTESES..... | 21 |
| 4.2 MATERIAIS e MÉTODO..... | 22 |
| 4.2.1 FISIOTERAPIA MOTORA | 22 |
| 4.3 SUJEITOS | 25 |
| 4.4 COLETA DE DADOS | 25 |
| 4.5 ESTATÍSTICA DE DADOS | 26 |
| 5 CRONOGRAMA | 27 |
| 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS..... | 29 |
| REFERÊNCIAS..... | 29 |

1 INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas, é possível observar um aumento no número de pesquisas que envolvem a análise do movimento humano a partir de recursos computacionais, sendo que muitas delas envolvem dispositivos de movimento (KROMPIEC & PARK, 2019; Souza de, 2019; Colombo, Aliverti & Sacco, 2020).

Tecnologias como Realidade Virtual (RV), têm crescido muito em utilização para tratamentos específicos. Esse fato deve-se a um conjunto de itens que tornam tais tecnologias eficazes em resultados obtidos. É possível citar, por exemplo, que o uso da RV promove maior engajamento do paciente. Em alguns tratamentos, este engajamento tem grande responsabilidade no resultado, porém em muitas situações que exigem uma maior disposição para repetição do movimento, estas situações podem resultar em uma motivação menor, podendo causar o abandono do tratamento (Choi et al., 2019)

Por meio da adoção de jogos virtuais, a RV fornece uma vantagem nos tratamentos reabilitadores, pois o projeto gráfico lúdico tende a estimular visualmente o paciente (Levac et al., 2012). Entretanto, o uso dessa tecnologia pode não ser eficaz para todos os pacientes, pois pode ser considerado como uma distração e até dificultar a estratégia terapêutica da fisioterapia a ser aplicada. Ademais, é possível notar que a utilização desta tecnologia não se faz tão crescente em situações específicas, tais como: em pessoas com paralisia cerebral, pessoas com traumas, pessoas com necessidades especiais, necessitando de uma adaptação tanto para o protocolo de tratamento quanto na tecnologia de captura de movimento (Aran et al., 2017). Caso contrário, é usado apenas como elemento de diversão durante a terapia (Levac et al., 2012). Portanto, é importante desenvolver um protocolo de uso, considerando os fatores humanos ao movimento reabilitador desejado, sem refutar a dinâmica da imersão ou perder o engajamento obtido pela tecnologia.

Neste contexto, o presente estudo tratou da avaliação destes fatores ergonômicos em um estudo de caso no tratamento do Torcicolo Espasmódico (**CID G243**). Pretendeu-se obter um valor quantitativo como resultado, como por exemplo, o tempo-limite de tratamentos de ergonomia para torcicolo espasmódico em um determinado momento com eficácia. Com isso será possível, esclarecer os elementos que impactarão o desenvolvimento de novas aplicações com a tecnologia de RV para atender as necessidades ergonômicas de seus usuários.

Dado este cenário, esta dissertação possui 3(três) capítulos, sendo que no capítulo 1 é abordado a “*Fundamentação Teórica*”, no capítulo 2 a “*Revisão Sistemática*”, e no capítulo 3 o “*Design de Experimentos e Resultados Obtidos*”.

1.1 OBJETIVOS

A) Objetivo Geral

Investigar possíveis padrões que possam identificar o limite da eficácia no tratamento de torcicolo espasmódico com RV por meio da análise do momento do estresse muscular ou desinteresse pelo jogo.

B) Objetivos Específicos

- a) Aplicar um jogo de RV para tratamento de TE em pacientes sem lesão até chegar o momento ideal para finalizar o movimento do tratamento;
- b) Organizar a população amostral em grupos conforme sua faixa etária e Índice de Massa Corporal (IMC);
- c) Aplicar um questionário estruturado com intuito de obter dados sobre o engajamento do paciente durante a aplicação do jogo;
- d) Analisar possíveis diferenças entre os grupos testados quanto aos limites de cansaço/engajamento;
- e) Utilizar o algoritmo de regressão linear para prever o limite dos pacientes conforme seu IMC e faixa etária;
- f) Desenvolver um plano de ação para ajustes e melhoria da ergonomia para o uso do software.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A Realidade Virtual (RV) é uma tecnologia que possibilita oferecer ambientes virtuais próximos ao mundo real em cenários de simulação. Alguns benefícios podem ser analisados com estes recursos, por exemplo, ao realizar um exercício por meio de um jogo o paciente pode ter um engajamento maior em razão de ser um recurso lúdico (Aran et al., 2017). Neste contexto, é possível explorar muitas possibilidades, inclusive de tratamentos fisioterapêuticos, pois a simulação de um exercício pode ocorrer através de um jogo. Um destes exemplos de aplicação de jogos em fisioterapia é o uso de RV no tratamento de torcicolo, inclusive para o tipo mais comum, que é o espasmódico (Farias, Nardi, Damasceno 2021).

O Torcicolo Espasmódico é uma doença que pode ser tratada com exercícios que se adequam aos simuladores de RV. Sob este olhar, o presente projeto utilizou um aplicativo de RV que foi desenvolvido para um coletor de lixo espacial onde o paciente deve atirar em asteroides que aparecem em locais específicos, neste jogo o paciente realiza um tratamento para o Torcicolo Espasmódico. Assim, aplicativos que podem simular tratamentos de fisioterapia analisam movimentos ergonômicos, podendo, desse modo, oferecer melhorias.

Com a execução de um jogo de RV, é possível realizar a captura de movimento e transformar a realização dos exercícios em informações digitais, e, desta forma, torna-se viável aplicar análises sobre o tratamento realizado para investigar melhorias para os procedimentos fisioterapêuticos (Souza, 2019).

A partir do relevante aumento na utilização da RV em tratamentos de reabilitação, surge uma preocupação na melhoria destes recursos, ao atingir um estresse muscular o simulador encontra um limite. Porém, ao continuar realizando o tratamento depois desse limite o resultado pode ser negativo.

A partir da identificação de possíveis padrões de características dos pacientes e sua correlação com os valores de limite alcançados durante o uso do aplicativo de RV, tem-se a possibilidade de gerar previsões para qualquer paciente quanto ao seu limite de esforço. Com este intuito, é possível utilizar como ferramenta o algoritmo de Regressão Linear, cujo objetivo é prever resultados acerca do limite dos pacientes com torcicolo espasmódico. Portanto, o presente projeto é de extrema importância para prever resultados a fim de encontrar possíveis padrões do limite do simulador.

2.1 REALIDADE VIRTUAL NA REABILITAÇÃO E ERGONOMIA

A utilização da RV em tratamentos de reabilitação mostra uma diversificada linha de atuação, pois os tratamentos acontecem em reabilitações motoras de pacientes com problemas congênitos, em pacientes que por alguma razão perderam ou tiveram seus movimentos reduzidos e até mesmo para restabelecimento de funções cognitivas (exemplo. terapia pós-acidente vascular encefálico)(Heckman et al., 1967).

A especificidade dos tratamentos de reabilitação podem ser bastante específicas. Por exemplo, há estudos que retratam o uso desta tecnologia para tratamento de recuperação de doenças pulmonares(Colombo et al., 2020).

Apesar desta variedade e potencial de especificidade do uso da RV nos tratamentos de saúde, a maioria das pesquisas refere-se à ergonomia e à reabilitação motora. Pode-se citar um estudo que propôs um método de avaliação do desconforto de um gesto repetitivo com base em uma ferramenta de avaliação ergonômica postural (Son et al., 2017). Há também estudos que mostram que as condições ergonômicas têm influência direta na segurança de funcionários, sobre o custo e a qualidade da produção (Silva et al., 2020).

É possível identificar uma grande eficácia no tratamento de reabilitação com RV por conta do conceito lúdico que os aplicativos utilizam, ou seja, o paciente faz um exercício em forma de diversão. Conseqüentemente, é comum relatos na literatura de que exercícios advindos da RV causem no paciente uma maior vontade de seguir o tratamento, pois o engajamento aumenta e desta forma é possível realizar o exercício com mais precisão e os resultados do tratamento tornam-se mais eficazes (Krompiec & Park, 2019).

2.2 TORCICOLO ESPASMÓDICO

Segundo dados da Sociedade Brasileira de Ortopedia, o torcicolo espasmódico é uma patologia que afeta cerca de 4 a cada 1000 pessoas. O torcicolo é uma doença que pode ser definida como um distúrbio da coluna cervical (na região do pescoço), relacionada diretamente a contração espástica ou não. É advinda pelo modo que a cabeça permanece inclinada para um dos lados e o queixo chega a projetar-se para o lado oposto, fazendo com que os movimentos da região cervical tornem-se às vezes dolorosos e acabem limitando o movimento da cabeça (Swartz, 2015). Daí a relação de que é um quadro encontrado nos indivíduos que mantêm uma Posição Viciosa da Cabeça (PVC). Esta situação é muito comum e afeta profissionais da área de informática, como digitadores e operadores de microcomputador, principalmente porque estes trabalhadores permanecem por horas em postura inadequada e sob intensa concentração e execução de tarefas repetitivas.

Na coluna humana existem aproximadamente 36 articulações na região do pescoço (Paulsen e Waschke, 2015). A dor cervical ou cervicalgia é o nome mais apropriado para o torcicolo, que é muito comum e geralmente autolimitante. Seus sintomas costumam melhorar em poucos dias ou semanas. Os casos que não se resolvem em dois meses viram problemas crônicos e além da dor podem resultar em perda de função, como redução da amplitude de movimento, deformidades e em casos mais graves fraqueza e redução da sensibilidade dos membros (Swartz, 2015).

O tratamento fisioterápico é baseado nos exercícios regulares de alongamento e flexão do pescoço, em que o paciente executa movimentos circulares e posicionados com a cabeça. A reabilitação, de uma eventual dor muscular, já foi mostrada como sendo capaz de ser tratada de uma forma eficiente por meios computacionais especialmente aplicados (Damasceno, 2013). Partindo por essa ideia, surge então a proposta de agir em campos de aplicação ainda não explorados pela reabilitação motora em conjunto com a RV.

2.3 ESTRESSE MUSCULAR E CANSAÇO FÍSICO

A musculatura esquelética perfaz cerca de 40% da massa corporal humana. Todavia, existem perdas significativas neste percentual de acordo com o envelhecimento do indivíduo, ou seja, ocorre o processo denominado de sarcopenia (Dupont et al., 2020). A perda de massa muscular e o estresse oxidativo típicos do envelhecimento podem levar à redução da capacidade do indivíduo de realizar atividades físicas (Leite et al., 2012), gerando cansaço ou estresse muscular.

O cansaço físico relacionado ao movimento ou atividade física pode depender de outros fatores além da faixa etária. Por exemplo, indivíduos com sobrepeso ou obesos tendem a um acúmulo de gordura entre as fibras musculares esqueléticas, resultando num aumento do processo inflamatório e estresse oxidativo nesta região. Desse modo, indivíduos que estão acima do peso tendem a ter perda de massa muscular e a uma menor resistência às atividades físicas (Zavarize, 2016).

2.4 REGRESSÃO LINEAR E A PREDIÇÃO DO LIMITE DO ESFORÇO DE PACIENTES QUE TRATAM DE TE

Quando há o objetivo da predição de valores com auxílio de um *dataset*, a regressão linear pode ser uma boa alternativa para tal finalidade. Com esta análise estatística é possível descrever o target ou variável resposta (y) por meio das features ou variáveis preditoras (x). O algoritmo de Regressão linear utiliza pontos de dados para encontrar a melhor linha de ajuste para modelar os dados. Uma linha pode ser representada pela equação $y = ax + b$, onde y é a variável dependente e x é a variável independente. As teorias básicas de cálculo são aplicadas para encontrar os valores para a e b usando o conjunto de dados fornecido, onde b' será o coeficiente linear, e a' o coeficiente angular, sendo um para cada variável preditora existente nos dados (Moreno, 2019).

Desse modo, pode-se fazer afirmações sobre valores não disponíveis no dataset. Com este intuito, para este estudo serão utilizados os valores do limite de esforço como target (y) e as variáveis preditoras serão IMC, idade, tempo do término da motivação.

2.5 CONCLUSÕES DO CAPÍTULO

O estudo sistematizado destes conceitos favoreceu o empenho na compreensão do problema, todavia, é necessária uma análise crítica sobre as últimas publicações, o que levou a produção de uma revisão sistemática, apresentada no capítulo 3.

3 REVISÃO SISTEMÁTICA

3.1 REQUISITOS DA BUSCA

Foi escolhido o método proposto por (B. A. Kitchenham, 2012), dividindo-se em 3 etapas: Planejamento, Condução e Extração de Dados. Todo o planejamento foi documentado no protocolo de definições das questões norteadoras da pesquisa e critérios de exclusão e inclusão de trabalhos. Assim, este mapeamento teve como objetivo analisar publicações científicas com propósito de identificar as estratégias e abordagens de avaliação ergonômica em ambientes digitais que usufruem da tecnologia de realidade virtual ou aumentada, sendo assim, as questões de pesquisa são:

- ✓ Q0 : Quais as abordagens ou estratégias de medição ergonômica?
- ✓ Q1 : Quais destas usufruem de tecnologia de captura de movimento?
- ✓ Q2: Quais destas são em Realidade Virtual ou Aumentada ou Misturada ou Estendida?

Após estas definições foi proposta uma cláusula de busca (search string) genérica no intuito de selecionar o maior número de trabalhos dentre os anos limítrofes de 2016 a 2021. Este período foi selecionado com o intuito de analisar os artigos mais recentes, portanto selecionamos um grupo referente aos últimos 5 anos. Para acelerar o processo de identificação dos trabalhos, foram considerados apenas os registrados como Open Access, acesso livre. Em um segundo momento, identificou-se os termos relacionados ou sinônimos (derivados) destes termos principais conectando-os pelo operador OR e, por fim, conectando estes termos com o operador AND. Ainda em tempo, vale-se destacar, que o idioma usado para busca foi o inglês. Estes são apresentados na tabela 1.

Tabela 1: Termos de Pesquisa.

| Termo Princial | Termo Associado |
|-------------------|--|
| "Approach" | "Address", "Boarding", "Strategy" |
| "Use" | "Usage", "Application" |
| "Ergonomy" | "Ergonomic", "Ergometric" |
| "Motion Capture" | "Moviment Capture", "MoCap" |
| "Virtual Reality" | "Augmented Reality", "Mixed Reality", "Extended Reality" |

A estrutura da questão de pesquisa principal foi organizada conforme o protocolo PICOC (Population, Intervention, Context, Outcomes, Comparison) [5], todavia, apenas os itens Population, Intervention e Outcomes (PIO), que traduzidos para o português são População, Intervenção e Resultados, foram considerados relevantes para a pesquisa. Nesse sentido, definiu-se a seguinte estrutura para a questão de pesquisa principal, conforme apresentado na Tabela 2.

Tabela 2: Organização da Cláusula de Busca Elemento

| Elemento | Cláusula | Operador |
|-------------|--|----------|
| População | "Ergonomy"OR "Ergonomic"OR "Ergonomic"AND "Motion Capture"& "Movement Capture"OR "MoCap" | AND |
| Intervenção | "Approach"OR "Boarding"OR "Strategy"OR "Address"OR "Use"& "Usage"OR "Application" | AND |
| Resultado | "Virtual Reality"& "Augmented Reality"OR "Mixed Reality"OR "Extended Reality" | |

A data de extração foi no dia 12 de abril de 2021.

Foi utilizado o contexto de busca por meio da plataforma Dimensions 1, que é uma nova base de dados de pesquisa acadêmica que concentra textos de artigos em periódicos, eventos, descrição de patentes e ensaios clínicos (D. W. Hook, S. J. Porter, n.d.). Esta plataforma apresenta informações que vão além do ecossistema padrão de publicação-citação mostrando um contexto mais amplo de uma peça de investigação. Ademais, fornece ao usuário uma visualização destas publicações de maneira interdependente, ou seja, se existe uma publicação oriunda de um evento que foi ampliada e discutida em um periódico, a plataforma informa a classificação e a origem do trabalho, graças a um vasto conjunto de algoritmos de aprendizado de máquina (D. Resources, J. Adams, P. Jones, S. Porter, M. Szomszor, H. Draux & I. Osipov, n.d.).

Detalhadamente, foi realizada uma busca na base de pesquisa “Dimensions” de acordo com o **String de busca** a seguir:

String de busca: (“Ergonomy OR Ergonomic OR Ergonomic”) AND (“Motion Capture OR Motion Capture OR Movement Capture OR MoCap”) AND (“Approach OR Boarding OR Strategy OR Address OR Use OR Usage OR Application”),

- ✓ **Ano de publicação:** 2017 a 2021
- ✓ **Categoria de pesquisa:** 0806 Information Systems,
- ✓ **Publicação do tipo:** Article
- ✓ **Open Access:** All AO

3.2 MAPA GERAL DA BUSCA

Após o procedimento citado, a seleção resultou em 663 artigos, ultrapassando o limite de exportação de 500 artigos por vez feito pelo Dimensions. Por este motivo, foram aplicados dois filtros, um pela datas de publicações dos anos 2016 e 2017, totalizando 195 artigos, e outro com os artigos dos anos 2017 a 2021, totalizando 468. O total de 663 artigos selecionados foram agrupados e enviados à plataforma Mendeley. Na Figura 1 é apresentado o resultado desse procedimento com o total de artigos está disposta a seguir e consiste na projeção gráfica da análise de repetições das palavras chaves, título e abstract destes artigos. O tamanho dos elementos retrata a proporção de repetições em cada palavra-chave ocorreu nas seleções, bem como cada cor está associada à proximidade de um artigo ter a mesma palavra ou alguma ligação entre uma palavra e outra o que reforça o conceito de ontologia. A seleção abaixo foi realizada na data de 01/08/2021

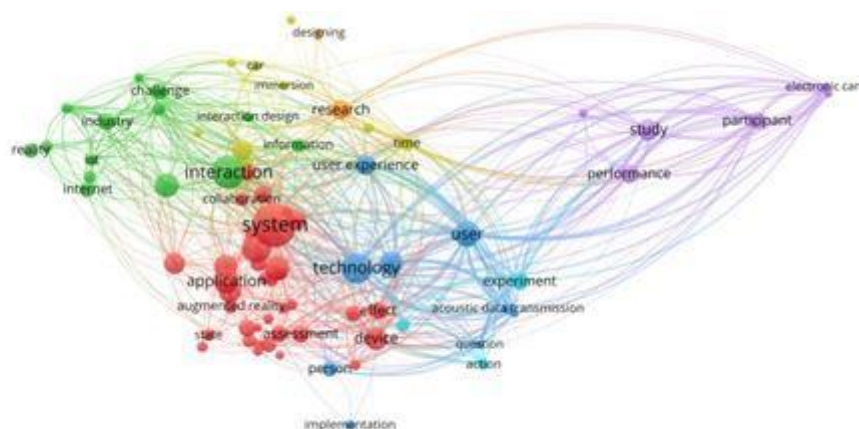


Figura 1. Análise das repetições das palavras-chave selecionadas.

3.3 FILTROS DA BUSCA

Na sequência, do total de 663 artigos, foram selecionados apenas aqueles relacionados à pesquisa. A partir dessa nova seleção, um novo gráfico foi gerado utilizando-se, para isso, um total de 226 artigos (Figura 2). Os termos utilizados para a nova seleção foram: Virtual Reality, Evaluation, Interaction, Review, experience, application, approach, platform, immersion e user experience.

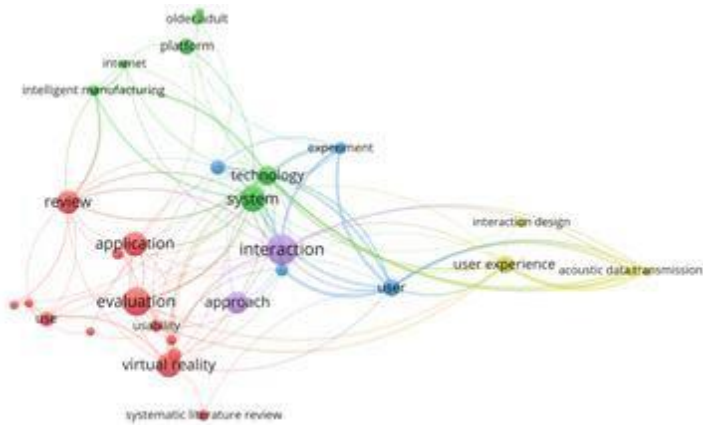


Figura 2. Análise das repetições das palavras-chave selecionadas.

Utilizando-se o critério de excluir as palavras-chaves sem conexão entre si, foram excluídos os seguintes termos: Review, systematic literature review, older adult, acoustic data transmission. Na figura 3 é mostrado o resultado.

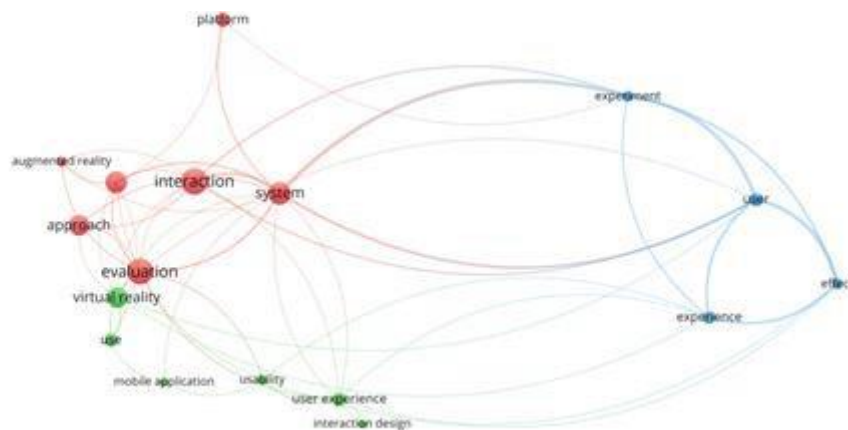


Figura 3: Análise das repetições das palavras-chave selecionadas.

3.4 SELEÇÃO FINAL DE ARTIGOS

Como forma de ilustrar o procedimento de seleção dos artigos a partir da metodologia aplicada, tem-se a Figura 4 a seguir e no quadro 1.

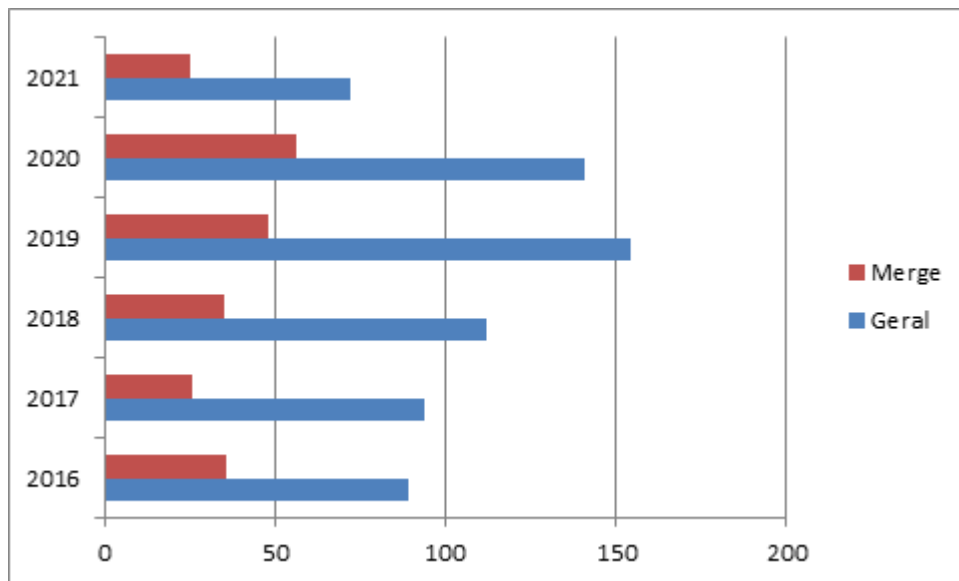


Figura 4. Comparação temporal dos artigos selecionados.

Quadro 1. Resultado da seleção dos artigos por ano de publicação.

| Ano | Total Geral | Total Filtrado | Relação Direta | Relação Indireta | Sem Relação |
|------|-------------|----------------|----------------|------------------|-------------|
| 2016 | 89 | 36 | 0 | 7 | 29 |
| 2017 | 94 | 26 | 3 | 2 | 21 |
| 2018 | 112 | 35 | 5 | 14 | 16 |
| 2019 | 154 | 48 | 1 | 10 | 37 |
| 2020 | 141 | 56 | 6 | 36 | 14 |
| 2021 | 72 | 25 | 4 | 21 | 0 |

Filtramos artigos com assuntos de relação direta a pesquisa, relação indireta e também artigos sem relação.

4 DESIGN DE EXPERIMENTOS

Considerando o apresentado até o momento é necessário identificar as variáveis de trabalho bem como as hipóteses que são desejáveis para a conclusão deste trabalho.

Assim a seção 4.1 abarca as hipóteses e as variáveis.

4.1. HIPÓTESES

Após identificar que há indícios de interferência de fatores ergonômicos no desempenho das atividades reabilitadores com o dispositivo, estabelece-se as seguintes hipóteses:

O trabalho (Farias, Nardi, Damasceno 2021), levantou varias situações que foram compiladas e uma delas e a influencia do peso do capacete na execução do exercicio, dada esta premissa estabeleceu se as seguintes hipoteses:

H1 - O peso do equipamento interfere diretamente na utilização do dispositivo para reabilitação.

H1.1 -Qual é a recomendação necessária para execução dos exercícios reabilitadores com os dispositivos sem causar impacto negativo.

H1.2 - Qual é a recomendação de repetições necessárias para se promover o engajamento ou motivação do usuário no processo de reabilitação?

Para definir a Hipótese Nula (H0) - Não há interferência significativa no engajamento ou motivação do uso do equipamento pelo usuário devido ao peso do equipamento.

H2 - O cansaço físico relacionado à idade, Índice de Massa Corporal (IMC), GV, GC e MM interfere no momento do limite.

H2.1 -Qual é a recomendação necessária para execução dos exercícios reabilitadores com os dispositivos sem causar impacto negativo?

H2.2 - Qual é a recomendação de repetições necessárias para se promover o engajamento ou motivação do usuário no processo de reabilitação.

Para definir a Hipótese Nula (H0) - Não há interferência significativa no engajamento ou motivação do uso do equipamento pelo usuário devido ao cansaço físico.

H3 - A falta de interesse pelo jogo interfere no momento do limite.

H3.1 -Qual é a recomendação necessária para execução dos exercícios reabilitadores com o dispositivos sem causar impacto negativo.

H3.2 - Qual é a recomendação de repetições necessárias para se promover o engajamento ou motivação do usuário no processo de reabilitação.

Para definir a Hipótese Nula (H0) - Não há interferência significativa no engajamento ou motivação do uso do equipamento pelo usuário devido a falta de interesse pelo jogo.

4.2 MATERIAIS e MÉTODO



Para esta pesquisa foi utilizado um software de RV, desenvolvido com o intuito de realizar tratamento de TE através de um jogo coletor de lixo espacial. Este aplicativo trata-se de um *serious game*, com Realidade Virtual Imersiva, aplicando o uso desta tecnologia na ajuda do engajamento do tratamento da distonia cervical através de uma terapia alternativa fonte de uma ferramenta computacional. Desse modo, o aplicativo foi desenvolvido com a finalidade de mensurar a amplitude de movimento em graus do paciente e aplicado a reabilitação motora.




4.2.1 FISIOTERAPIA MOTORA


A Fisioterapia tem uma grande importância no tratamento de TE, pois é capaz de reduzir a dor, aumentar a força muscular dentre outros aspectos, a Figura 05 e a tabela 03 (Farias & Nardi, n.d.) apresentam o modelo correto de postura e movimento.

Na sequência são mostrados os detalhes do movimento correto para o exercício que será realizado no simulador de voo.

Tabela 3: Exercícios recomendados para alongamento da cervical. Retirado de Modeling et al., (2019).

| Exercícios | Posição | Explicação | Ilustração |
|---|-----------------|---|--|
| Flexão da cervical | Em Pé e Sentado | Manter o corpo ereto, entrelaçar as mãos, colocá-las na nuca, e tracionar a cabeça para baixo. |  |
| Extensão da cervical | Em Pé e Sentado | Manter o corpo ereto, colocar as palmas das mãos juntas, e com os dedos encostar no queixo (mento), tracionando levemente a cabeça para cima. |  |
| Lateralização cervical direita e esquerda | Em Pé e Sentado | Manter o corpo ereto, olhando para frente, com a mão direita ir até a orelha esquerda e levemente tracionar a cabeça para o lado direito. Para o lado esquerdo é só inverter, | |

| | | | |
|--|------------------------|--|--|
| | | <p>mão esquerda na orelha direita e puxar a cabeça para o lado esquerdo</p> |  |
| <p>Rotação cervical direita e esquerda</p> | <p>Em Pé e Sentado</p> | <p>Manter o corpo ereto, olhando para frente, com a mão direita espalmada, palma da mão voltada para cima, ir até o queixo (mento) e tracionar suavemente a cabeça para o lado direito, olhando para trás. Para o lado esquerdo é só inverter, mão esquerda no queixo (mento) e tracionar a cabeça para o lado esquerdo, olhando para trás.</p> |  |
| <p>Flexão lateral cervical para direita e esquerda</p> | <p>Em Pé e Sentado</p> | <p>Manter o corpo ereto, encostar o queixo (mento) no peitoral direito em diagonal, flexionando a cabeça e com a mão direita na nuca, tracionar a cabeça para baixo na transversal direita. Para o lado esquerdo é só inverter, encostar o queixo (mento) no peitoral esquerdo em diagonal, flexionando a cabeça e com a mão esquerda na nuca, tracionar a cabeça para baixo na transversal esquerda</p> |  |

| | | | |
|--|-----------------|--|--|
| Extensão lateral cervical direita e esquerda | Em Pé e Sentado | <p>Manter o corpo ereto, fazer extensão da cervical e girar (rotar) a cabeça para a direita, e com a palma da mão direita no queixo (mento) forçar suavemente a cabeça para cima e na diagonal. Para o lado esquerdo é só inverter, fazer extensão da cervical e girar (rotar) a cabeça para a esquerda, e com a palma da mão esquerda no queixo (mento) forçar suavemente a cabeça para cima e na diagonal.</p> |  |
|--|-----------------|--|--|

O aplicativo desenvolvido em RV possibilita os exercícios citados anteriormente avaliando postura e movimento. A Figura 5 demonstra a utilização do dispositivo de VR por um usuário.



Figura 5: Foto de um usuário do dispositivo de realidade virtual. Retirado de Modeling et al., (2019).

As figuras 6 a 12 retratam o jogo de realidade virtual aplicado aos pacientes e baseado em uma destruição de asteroides no espaço. Inicialmente o jogo proposto foi um simulador de voo, porém com as devidas adaptações optou-se por este que foi citado acima. Salienta-se que os asteroides movem-se de forma a produzir no paciente um movimento que simula o exercício de fisioterapia para torcicolo espasmódico.

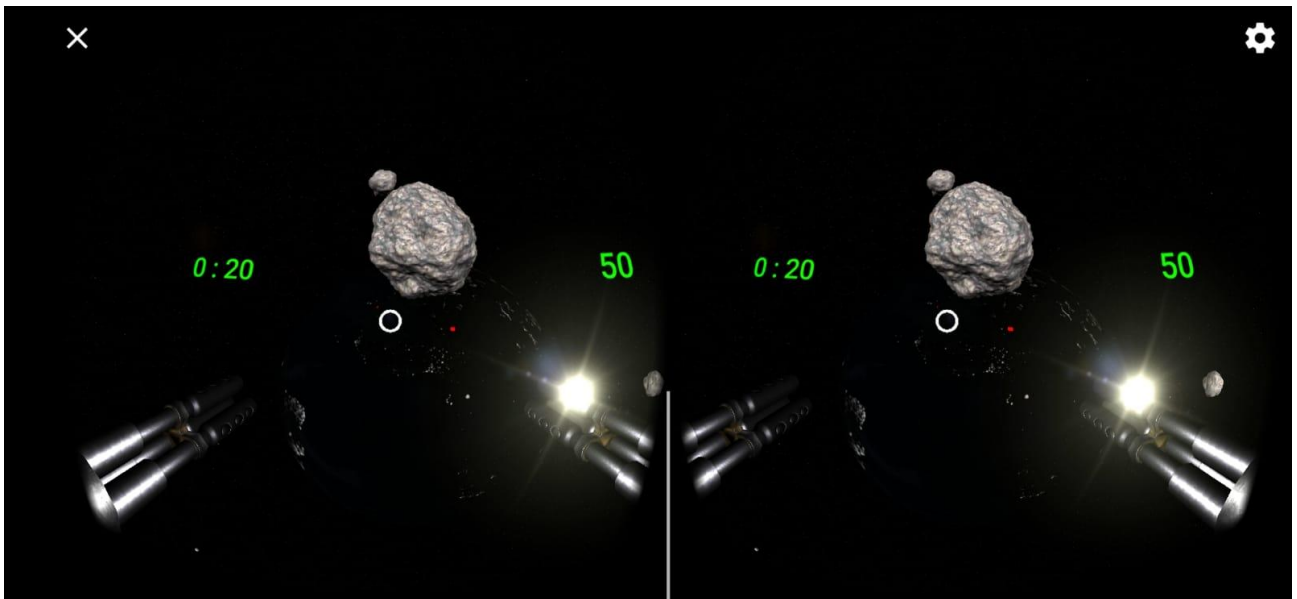


Figura 6: Foto do jogo ao mirar o asteroide. Fonte: autor.

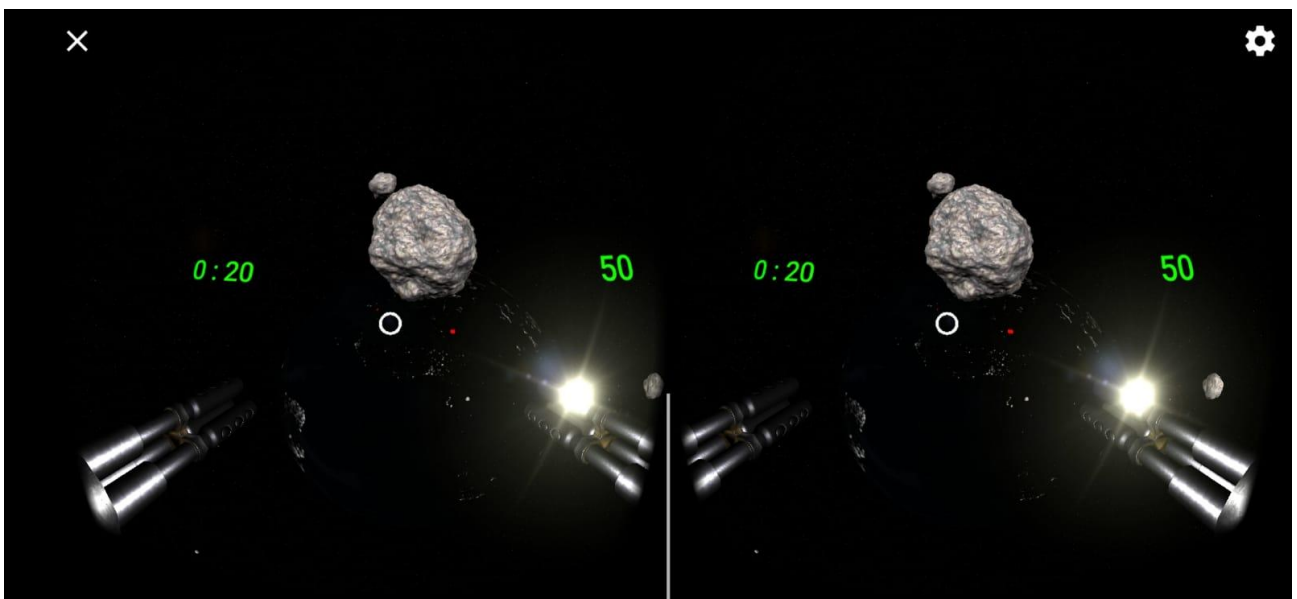


Figura 7: Foto do jogo ao mirar o asteroide. Fonte: autor.



Figura 8: Foto do jogo identificando a postura ideal. Fonte: autor.



Figura 9: Foto do jogo esperando o asteroide ser visualizado. Fonte: autor.

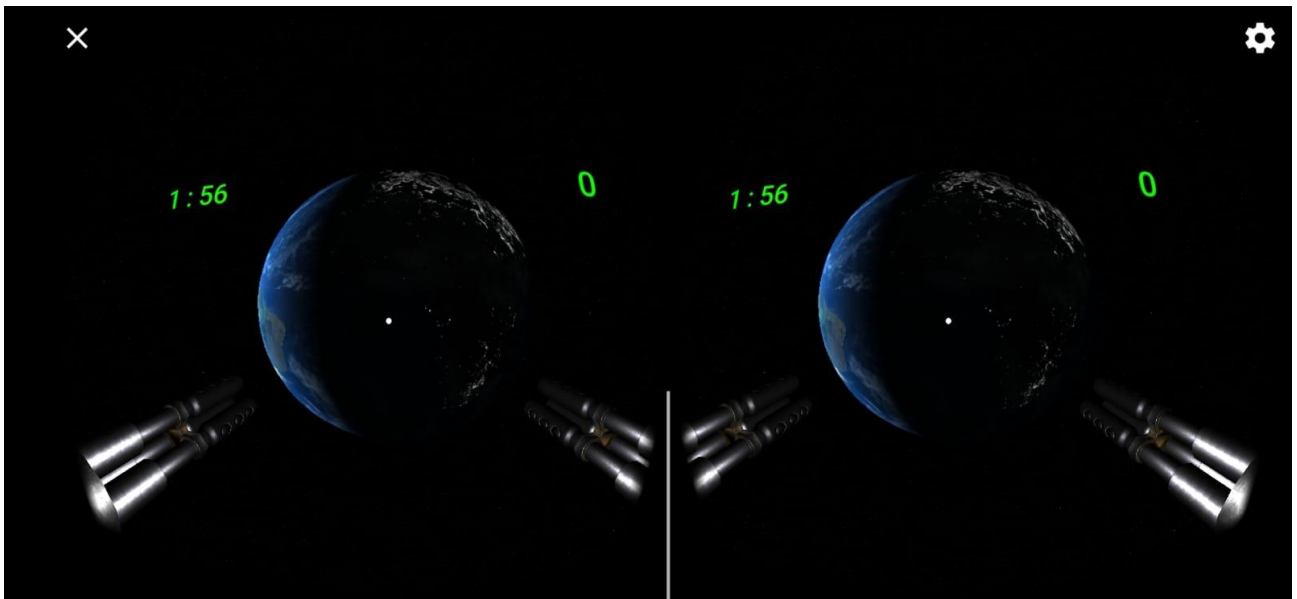


Figura 10: Foto do jogo esperando o asteroide ser visualizado. Fonte: autor.

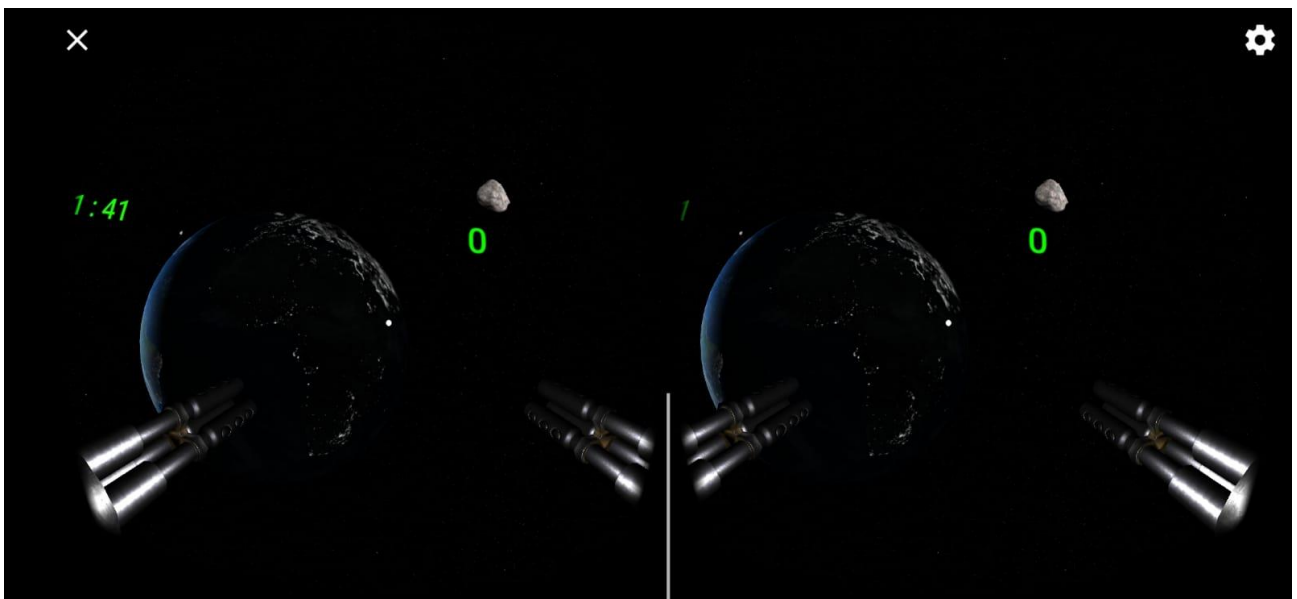


Figura 11: Foto do jogo esperando o asteroide ser visualizado. Fonte: autor.

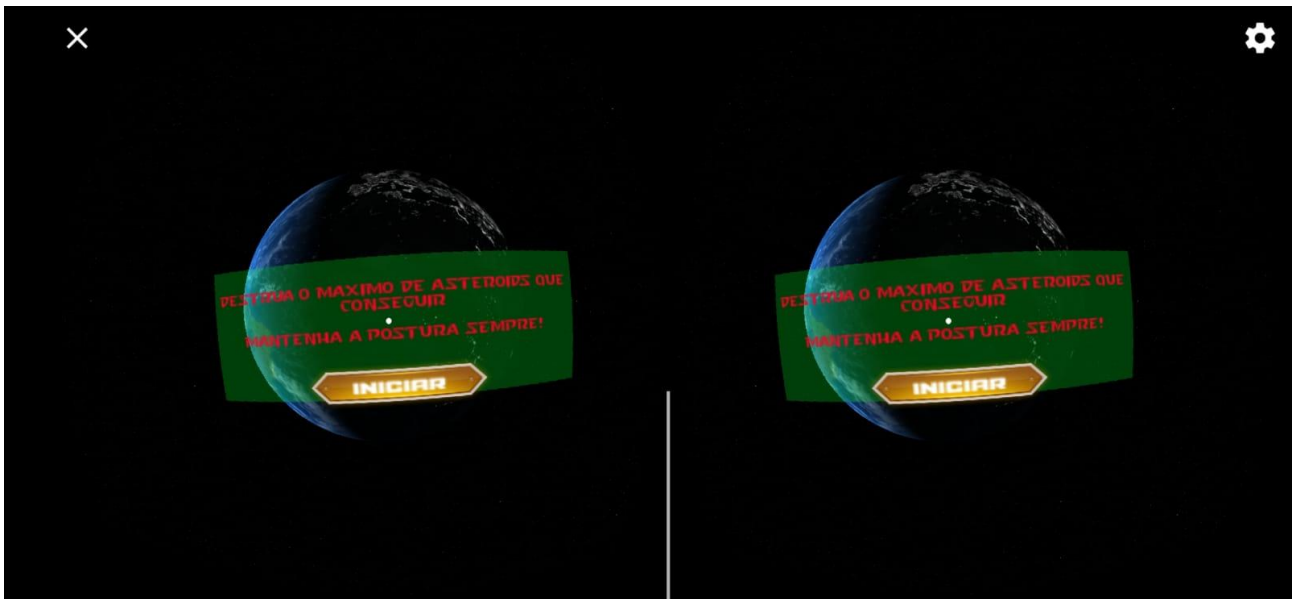


Figura 12: Foto do jogo com instruções. Fonte: autor.

Esta pesquisa passou pela avaliação do comitê de ética e pesquisa do Centro Universitário Inga, conforme Anexo I.

4.3 SUJEITOS









Por proclamas serão convidados a comunidade acadêmica e os pacientes atendidos na clínica de Fisioterapia, com a expectativa de um quantitativo mínimo de 20 voluntários, sendo independente de gênero, etnia e idade.

4.4 COLETA DE DADOS

Para avaliar o limite do uso eficaz do aplicativo foram utilizados três grupos conforme sua faixa etária e em cada grupo será considerado o Índice de Massa Corporal (IMC) com suas quatro categorias: abaixo do peso, peso ideal, sobre peso e obeso. Serão realizadas repetições do exercício até o momento do cansaço informado pelo paciente. Com a coleta de várias amostras pretende-se identificar um padrão do momento do cansaço levando-se em consideração a correlação de peso e idade, causado pelo capacete de Realidade Virtual.

Inicialmente, com o objetivo de avaliar a usabilidade dos dispositivos quanto ao peso e conforto foram selecionados 8 diferentes modelos. No quadro 2 são descritas as características que distinguem os modelos.

Quadro 2. Dispositivos de RV e suas características de resolução, peso, taxa de atualização e custo.

| Dispositivo | Imagem | Peso | Custo (US\$) in site |
|---------------------|---|-------------------|-----------------------------|
| Oculus Rift CV1 |  | 440 g | \$ 599 |
| HTC Vive |  | 520 g | \$ 799 |
| Sony PlayStation VR |  | 610 g | \$ 399 |
| Acer HMD |  | 380 g | \$ 400 |
| Google CardBoard |  | 60g + Smartphone | 5\$ |
| TOMATE Mvr-8118 |  | 398g | 80\$ |
| VR Shicecom |  | 260g + Smartphone | 50 \$ |
| VR BOX 2.0 |  | 120g + Smartphone | 15 \$ |

Fonte: <https://www.vrs.org.uk>

Entretanto, com o decorrer da pesquisa, optou-se pelo uso de apenas um modelo (VR BOX 2.0) e neste foi inserido peso de 180g, resultando no seguinte:

- Óculos sem peso e com o celular: 400 g;
- Óculos com peso e com o celular: 580 g.

Para a execução dos testes, fizemos duas coletas para cada pessoa, uma coleta com o

capacete leve, e uma segunda com o capacete mais pesado. Para isso foi dobrado o peso do capacete com pesos auxiliares para esta simulação (Figura 13 a 15), e utilizado como visor um smartphone Samsung a71 com o peso de 179 gramas(“<https://www.tudocelular.com/Samsung/fichas-tecnicas/n6006/Samsung-Galaxy-A71.html>”).



Figura 13: Foto do capacete utilizado nas coletas no Centro Universitário Inga



Figura 14: Foto do capacete com o peso adicionado utilizado nas coletas no Centro Universitário Inga



Figura 15: Foto de um dos pesos adicionados ao capacete utilizado nas coletas no Centro Universitário Inga

4.5 REVISÃO DAS FUNCIONALIDADES DO SOFTWARE E ADEQUAÇÕES

O software proposto para utilização nesta pesquisa apresentava um simulador de vôo, onde a jogabilidade estaria ligada aos exercícios para o tratamento de torcicolo espasmódico. Identificamos a necessidade de algumas alterações para que pudéssemos desenvolver a pesquisa de forma eficaz, são eles:

- Alteração do tempo de cada interação: o jogo tinha um tempo estimado de 2(dois) minutos, alteramos para 15(quinze) minutos. Percebemos que o tempo era pouco e não o suficiente para identificar o momento que chamamos de “limite”, ou seja o momento que deveria parar.
- Decorrente da primeira alteração, o jogo foi trocado de um simulador de vôo para um coletor de lixo espacial. Desta forma se fez possível a contagem de 15(quinze) minutos mantendo a jogabilidade muito próxima, neste caso o jogador está no espaço e asteroides aparecem em pontos estratégicos para atirar, assim executando o movimento do tratamento referido.

4.6 SELEÇÃO DE VOLUNTÁRIOS PARA PESQUISA

Para esta pesquisa separamos 6(seis) grupos, 3(três) grupos de adultos e 3(três) grupos de idosos. Dividimos adultos e idosos com as seguintes características: Peso normal, Sobrepeso e Obeso. O objetivo desta divisão era identificar se o momento adequado de finalizar o exercício, era próximo entre os grupos. Caso esta informação se concretizasse, o resultado seria que uma das hipóteses era verdadeira, a hipótese “O cansaço físico relacionado à idade e Índice de Massa Corporal (IMC) interfere no momento adequado de finalizar o exercício”.

Escolhemos como critério a pessoa estar saudável, pois o objetivo é avaliar a interferência do

peso do capacete na utilização do movimento, ou seja não sofrendo de torcicolo espasmódico. Foram coletadas informações com pacientes da clínica de fisioterapia do Centro Universitário Ingá e também funcionários do mesmo local (Figura 16).



Figura 16: Foto de pacientes utilizando o dispositivo de realidade virtual. Fonte: o autor.

4.7 PROCESSO DE EXECUÇÃO DA PESQUISA

No processo de execução da pesquisa, realizamos testes em pacientes da clínica de fisioterapia do centro universitario Inga. Todos foram orientados sobre o funcionamento do jogo, o objetivo da pesquisa e assinaram o TCLE.

Sentados de maneira confortável e orientados a manter a coluna ereta foi iniciado o jogo. Para execução do experimento foi atribuído o tempo máximo de 15 minutos nos quais os primeiros 2 minutos destinava-se a apropriação das funcionalidades do jogo e os restantes os sujeitos estavam livres para usar o jogo. Não foi dada orientação sobre o método de exercício. Durante esta execução foram utilizadas as perguntas do questionário disponível na sessão 4.8. Para encerrar a participação dos sujeitos no experimento foram entregues o capacete e perguntado se estava sentindo algum desconforto com o procedimento.

4.8 ESTATÍSTICA DE DADOS

A Análise de Componentes Principais (PCA) foi aplicada à matriz de dados a fim de avaliar possíveis distinções entre os grupos e suas categorias. Os eixos 1 e 2 da PCA foram retidos para interpretação.

A predição do limite do esforço dos pacientes foi avaliada por meio da regressão linear múltipla, sendo o tempo limite como variável resposta e IMC, idade, GV, GC, MM do paciente como variáveis preditoras.

As análises mencionadas anteriormente foram conduzidas no software R (R Development Core Team (2009)).

Com o intuito de testar a usabilidade do capacete de realidade virtual por meio da resposta dos pacientes será aplicado um questionário semi- estruturado conforme o protocolo “Think Aloud Protocol”. O método consiste em solicitar ao indivíduo que pense em voz alta para emitir suas emoções durante a execução do procedimento. A seguir será apresentado o questionário que foi aplicado nesta pesquisa.

Questionário Semi-estruturado:

ID _____

Horário de início e término do teste: _____

Questionário Semi-estruturado:

1. Peso:
2. Altura:
3. Idade:
4. Diâmetro cervical:
5. Número de interações ou tempo para o limite:
6. Motivo do limite (pode escolher mais que um motivo)
 - Cansaço físico Dor
 - Incômodo pelo peso do capacete Tontura
 - Falta de interesse pelo jogo Náuseas
 - Outro
7. Com relação a atratividade do jogo, como você pode definir:
 - Permaneci com o mesmo interesse ao longo de todo o jogo;
 - Reduziu meu interesse ao longo do jogo;
 - Aumentou meu interesse ao longo do jogo;
 - O jogo não despertou meu interesse.

| Dados biométricos | Valores |
|--------------------|---------|
| IMC | |
| Gordura corporal | |
| Gordura visceral | |
| Massa muscular | |
| Observações: | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |

5 RESULTADOS

No início da pesquisa, objetivou-se testar três hipóteses que poderiam sinalizar o momento adequado de finalizar o exercício em RV. Estas hipóteses foram testadas ao longo das coletas e trouxeram os seguintes cenários abaixo relacionados:

“H1 - O peso do equipamento interfere diretamente na utilização do dispositivo para reabilitação”.

“H2 - O cansaço físico relacionado à idade, Índice de Massa Corporal (IMC), GV, GC e MM interfere no momento do limite”.

“H3 - A falta de interesse pelo jogo interfere no momento do limite”.

Foi possível evidenciar que o peso não interfere diretamente na utilização do dispositivo para reabilitação. Esta afirmação se sustenta na análise quantitativa e qualitativa dos resultados, os quais são detalhados a partir daqui.

Foram realizadas duas rodadas de coleta, a primeira com o capacete sem peso adicional e a segunda com o capacete com peso adicional. Porém, os dados mostram diversas situações que indicaram a não interferência do peso na execução do exercício e no alcance do limite, como por exemplo indivíduos obesos e idosos realizando a coleta com capacete pesado e não sentindo nenhum desconforto ou motivo de finalizar o exercício (Figuras 18A, 18B, 18C e 18E).

Esta informação indica que a primeira e a segunda hipótese refutam o fato de o peso ser um fator de interferência relevante para determinar o fim do exercício. Entretanto, este cenário provocava uma certa indagação, afinal o que pode sinalizar ou interferir para a chegada deste momento?

Por meio destes dados identificou-se uma informação fundamental para pesquisa, pois foi identificado como fator de interferência a realização do exercício de forma errada. Portanto, tem-se que três situações que podem acontecer no momento do exercício:

1º) O indivíduo pode realizar o exercício em uma velocidade correta.

2º) O indivíduo pode realizar o exercício em uma velocidade errada em dois aspectos: de forma muito veloz ou muito lento. Ao realizar o exercício muito veloz, o indivíduo pode provocar tontura e náusea independentes de estar saudável ou com índices inadequados de IMC. O indivíduo pode realizar o exercício de forma muito lenta, o que explica um paciente obeso e idoso poder realizar o exercício sem nenhum desconforto, e não identificar o momento de finalizar a interação.

Tais informações só foram possíveis por conta da pesquisa ser realizada com o protocolo “Think Aloud”, ou seja, foram obtidas as informações em tempo real da interação e, por isso, foi possível capturar o que aconteceu durante a execução do movimento. Por meio do protocolo utilizado foi identificado que alguns sujeitos relataram sensação de tontura ou náusea .

A seguir serão detalhados os dados das coletas com tais informações.

5.1 Análise de regressão: Capacete de 200g (sem peso adicional)

Considerando os pressupostos da regressão linear múltipla, com o script mostrado na Figura 17 obteve-se a análise gráfica mostrada na Figura 18.

Código e log de execução:

```
R 4.2.1 · ~/
> library(readxl)
> dados1 <- read_excel("C:/mestrado/defesa/dados1.xlsx")
> View(dados1)
>
> if(!require(pacman)) install.packages("pacman")
> library(pacman)
>
> pacman::p_load(dplyr, car, rstatix, lmtest, ggpubr, QuantPsyc, psych)
>
> mod <- lm(tempo ~ IMC + GC + GV + MM + Idade, dados1)
>
> par(mfrow=c(2,2))
>
> plot(mod)
>
> |
```

Figura 17: Código em R. Fonte: o autor.

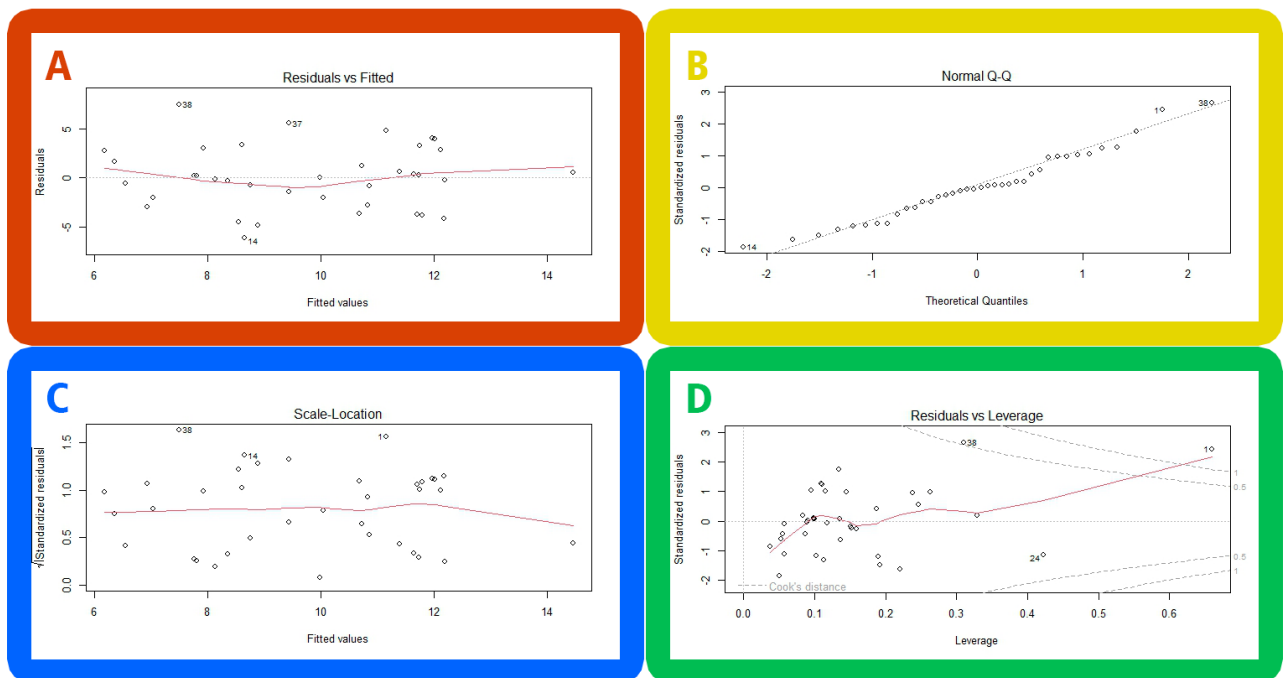


Figura 18: A=Gráfico de Linearidade, B= Gráfico de Normalidade, C= Gráfico de homocedasticidade, D= Gráficos de outliers. Análise gráfica da normalidade, linealidade e homocedasticidade.

O gráfico A analisa os resíduos pelos valores ajustados e avalia a Linearidade, ou seja, se o medidor tem a mesma precisão em todos os valores da referência. Para esta análise, considera-se que a reta deve estar aproximadamente na horizontal. No gráfico 18B, é possível analisar se os resíduos apresentam distribuição normal, ou seja se a distribuição acumulada está próxima dos dados como se fossem normais, tais dados devem estar próximo da linha pontilhada. O gráfico C analisa a homocedasticidade, ou seja a variância entre os experimentos. Para esta última análise, estes pontos devem estar dispersos entre um padrão retangular e não triangular. O Grafico D analisa se existem “outliers”, ou seja se há alguns valores que estão fora do padrão da maioria dos dados.

Os testes estatísticos e figuras 18A, 18B, 18C e 18D evidenciaram que o modelo é linear, normal ($W=0,98$, $p=0,82$) e tem homocedasticidade ($BP = 7,2$, $p = 0,21$), conforme as Figuras 19, 20 e 21.

```
Console Terminal x Background Jobs x
R 4.2.1 · ~/ ↵
> shapiro.test(mod$residuals)

      shapiro-wilk normality test

data:  mod$residuals
w = 0.98328, p-value = 0.8293

>
> |
```

Figura 19: Código para testar a normalidade

```
Console Terminal x Background Jobs x
R 4.2.1 · ~/ ↵
> bptest(mod)

      studentized Breusch-Pagan test

data:  mod
BP = 7.1283, df = 5, p-value = 0.2113

> |
```

Figura 20: Código para testar a homocedasticidade

Houve ausência de multicolinearidade entre as variáveis independentes ($r < 0,9$). A figura a seguir evidencia os valores de correlação entre as variáveis (Figuras 21 e 22).

```

Console Terminal x Background Jobs x
R 4.2.1 · ~/
> pairs.panels(dados1)
> |

```

Figura 21: Código para testar a multicolinearidade.

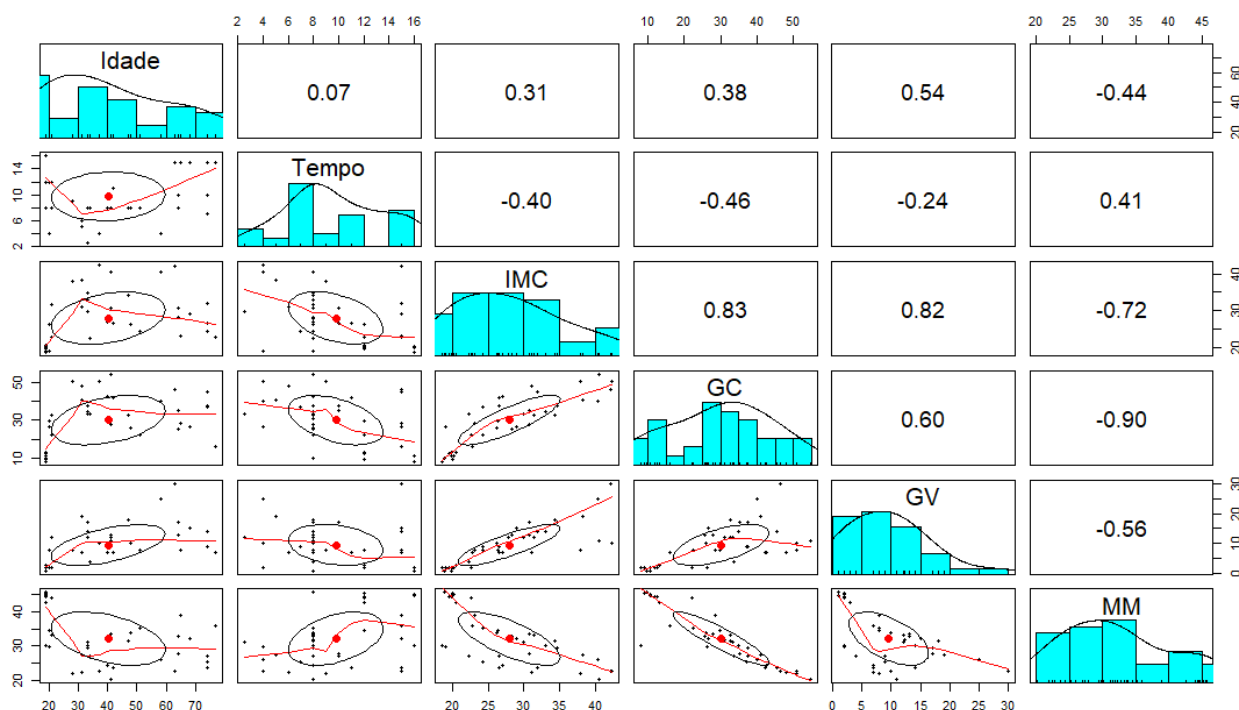


Figura 22: Correlação entre as variáveis independentes e dependentes que compoem o modelo de predição.

Considerando o modelo: $\text{Tempo} \sim \text{IMC} + \text{GC} + \text{GV} + \text{MM} + \text{Idade}$, dados, o percentual de explicação das variáveis independentes é 18% ($R^2 = 0,185$), ou seja, um percentual baixo para determinar o momento adequado de finalizar o exercício.

Nenhuma das variáveis independentes (IMC, GV, GC, MM ou Idade) explicaram significativamente o modelo, pois para isso o valor de “p” deveria ser menor que “0,05”. Dessa forma, não houve influência significativa das variáveis na definição do tempo limite de execução do teste com RV (Tabela 4).

Tabela 4. Coeficientes padronizados de regressão e significância estatística (teste t) aplicados ao modelo.

| | Coeficientes padronizados (B) | Erro padrão | Valor de t | P |
|------------|-------------------------------|-------------|------------|------|
| Intercepto | 7,92 | 8,94 | 0,88 | 0,38 |
| IMC | 0,05 | 0,24 | 0,21 | 0,83 |
| GC | -0,12 | 0,13 | -0,94 | 0,35 |
| GV | -0,09 | 0,19 | -0,48 | 0,62 |

| | | | | |
|-------|------|------|------|------|
| MM | 0,07 | 0,17 | 0,41 | 0,68 |
| Idade | 0,07 | 0,04 | 1,78 | 0,08 |

Anova (F= 2,6, p=0,03)

Devido as características do grupo estudado foi estabelecido um teste nao parametrico, teste-t, e aplicado o algoritmo estatistico “ANOVA”.

Os coeficientes padronizados de regressão indicam que, a variável que mais explicou o modelo foi a “Idade” (Tabela 5), como mostra a tabela 5.

Script utilizado: “*lm.beta(mod)*”

Tabela 5. Coeficientes padronizados de regressão.

| IMC | GC | GV | MM | Idade |
|------------|-------------|-------------|------------|------------|
| 0.09737423 | -0.44801577 | -0.16836414 | 0.14762346 | 0.36952734 |

A análise de regressão linear múltipla considerando os dados coletados a partir do experimento com o capacete 1 mostrou que nenhuma variável explicou satisfatoriamente o tempo do limite.

Considerando os eixos 1 e 2 da Análise dos Componentes Principais, observa-se que não houve agrupamentos bem definidos entre os pacientes conforme as variáveis analisadas (IMC, Idade, GV, GC e MM). Dessa forma, foi possível avaliar pela análise gráfica que pacientes com mais idade tiveram tendência ao maior tempo de duração do teste, enquanto indivíduos com maiores IMC, GV e GC tiveram tendência a tempos menores de duração do teste.

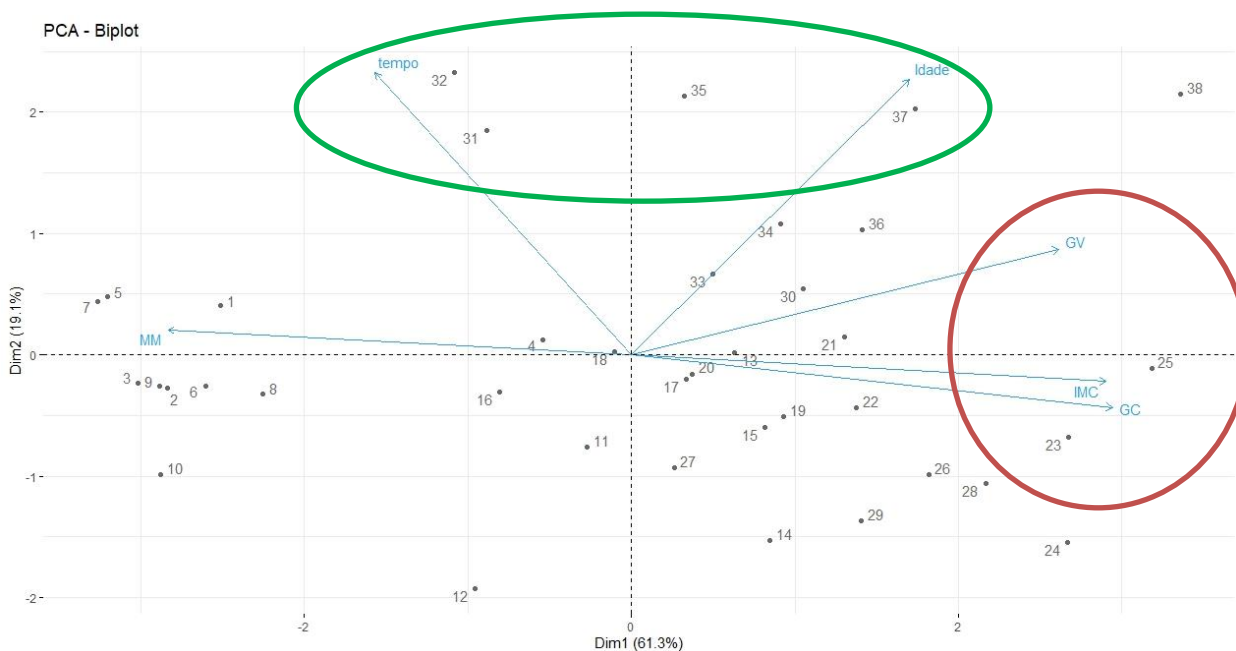


Figura 23. Análise dos componentes principais.

As figuras 24 e 25 reforçam essa tendência de indivíduos mais idosos permanecerem maior tempo realizando o teste que os pacientes mais jovens. Entretanto, quando se considera os jovens, é possível verificar que aqueles com IMC acima dos valores ideais possuem tendência a

permanecer menos tempo realizando o teste.

| Tempo por paciente em minutos | | | | | | | | | | | | |
|-------------------------------|----|-----|----|----|----|----|----|----|----|---|---|---|
| AN | 16 | 12 | 12 | 8 | 16 | 12 | 16 | 12 | 12 | 8 | 8 | 4 |
| Tempo por paciente em minutos | | | | | | | | | | | | |
| AS | 11 | 2,5 | 8 | 12 | 8 | 8 | | | | | | |
| Tempo por paciente em minutos | | | | | | | | | | | | |
| AO | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 4 | 4 | 9 | 8 | 5 | 6 | |
| Tempo por paciente em minutos | | | | | | | | | | | | |
| IN | 7 | 15 | 15 | | | | | | | | | |
| Tempo por paciente em minutos | | | | | | | | | | | | |
| IS | 8 | 10 | 15 | | | | | | | | | |
| Tempo por paciente em minutos | | | | | | | | | | | | |
| IO | 10 | 15 | 15 | | | | | | | | | |

Figura 24. Tempo de duração dos testes em pacientes de cada grupo. * AN= Adulto Normal; AS= Adulto Sobrepeso; AO= Adulto Obeso; IN= Idoso Normal; IS= Idoso Sobrepeso; IO= Idoso Obeso.

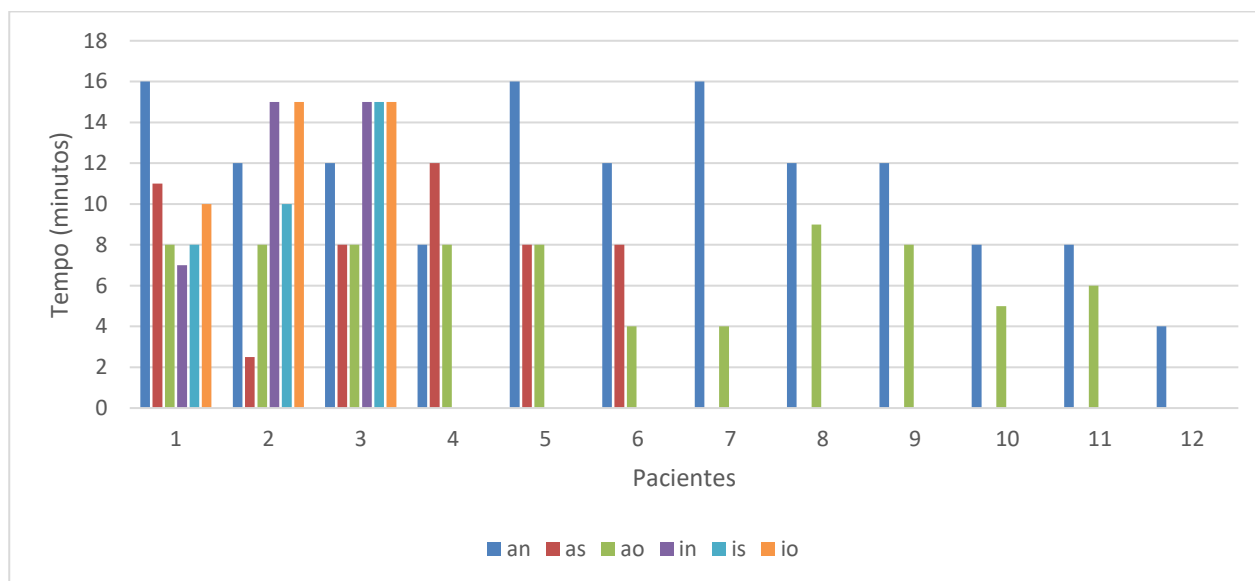


Figura 25. Frequência absoluta de duração de tempo do teste em pacientes.

Apesar da amostra ser considerado um numero minimo de sujeitos, o resultado ja se encontrou suficiente para comprovar as hipoteses desse trabalho.

5.2 Análise de regressão: Capacete com peso de 400g

Considerando os pressupostos da regressão linear múltipla e a partir do script a seguir, observou-se pela análise gráfica (Figura 23) e os testes estatísticos evidenciaram que o modelo é linear, normal ($W=0,92$, $p=0,59$) e tem homocedasticidade ($BP = 3,4$, $p = 0,62$), conforme figura a

seguir.

```
Console Terminal x Background Jobs x
R 4.2.1 · ~/\
> library(readxl)
> dados2 <- read_excel("c:/mestrado/defesa/dados2.xlsx")
> view(dados2)
>
>
> if(!require(pacman)) install.packages("pacman")
> library(pacman)
>
> pacman::p_load(dplyr, car, rstatix, lmtest, ggpubr, QuantPsyc, psych)
>
> mod2 <- lm(tempo ~ IMC + GC + GV + MM + Idade, dados2)
> par(mfrow=c(2,2))
> plot(mod2)
>
>
```

Figura 26. Código em R. Fonte: o autor

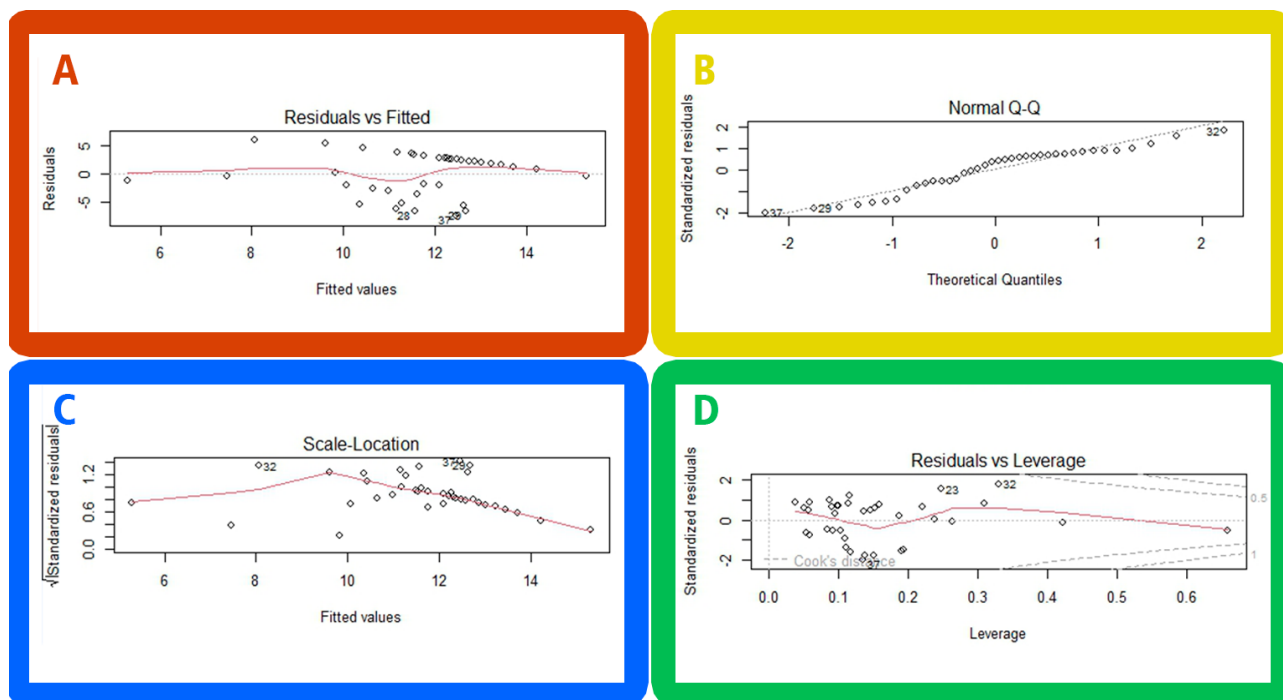


Figura 27. A=Gráfico de Linearidade, B= Gráfico de Normalidade, C= Gráfico de homocedasticidade, D= Gráficos de outliers. Análise gráfica da normalidade, linealidade e homocedasticidade.

```
Console Terminal x Background Jobs x
R 4.2.1 · ~/ ↻
> shapiro.test(mod2$residuals)

      shapiro-wilk normality test

data:  mod2$residuals
W = 0.92433, p-value = 0.0593

> |
```

Figura 28. Código para testar a normalidade.

```
Console Terminal x Background Jobs x
R 4.2.1 · ~/ ↻
> bptest(mod2)

      studentized Breusch-Pagan test

data:  mod2
BP = 3.464, df = 5, p-value = 0.6288

> |
```

Figura 29. Código para testar a homocedasticidade

```
Console Terminal x Background Jobs x
R 4.2.1 · ~/ ↻
> pairs.panels(dados2)
> |
```

Figura 30. Código para testar a multicolinearidade

Houve ausência de multicolinearidade entre as variáveis independentes ($r < 0,9$). A figura a seguir evidencia os valores de correlação entre as variáveis

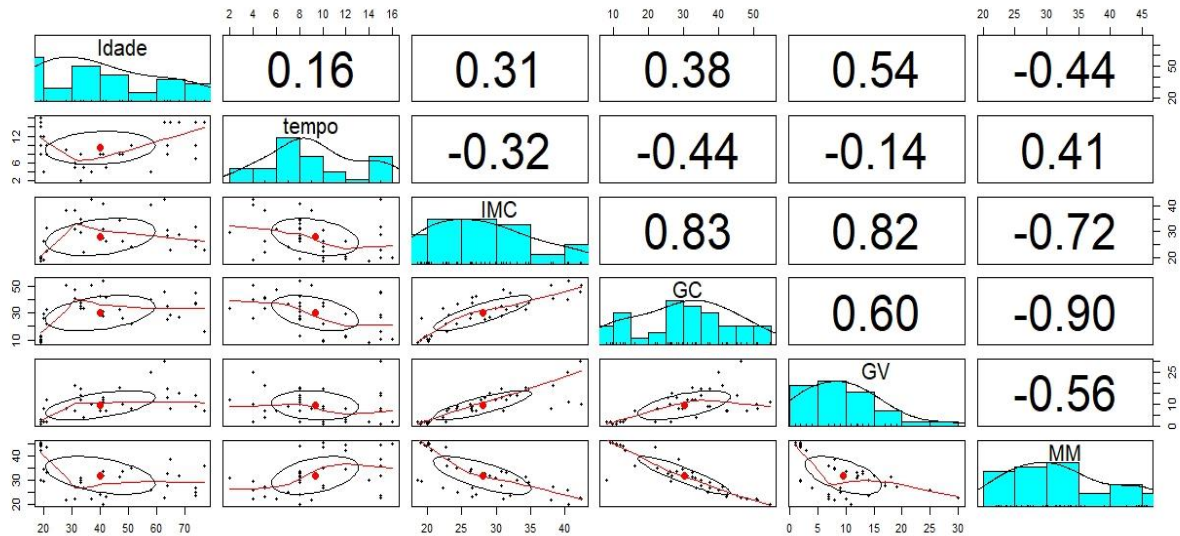


Figura 31. Correlação entre as variáveis independentes e dependentes testadas.

Considerando o modelo: $\text{Tempo} \sim \text{IMC} + \text{GC} + \text{GV} + \text{MM} + \text{Idade}$, dados *pca*, o percentual de explicação das variáveis independentes é 23% ($R^2 = 0,236$).

Apenas uma das variáveis independentes, a Idade, explicou significativamente o modelo ($p < 0,05$).

Tabela 6. Coeficientes padronizados de regressão e significância estatística (teste t) aplicados ao modelo

| | Coeficientes padronizados (B) | Erro padrão | Valor de t | p |
|------------|--------------------------------------|--------------------|-------------------|--------------|
| Intercepto | 2.36310 | 8,58 | 0,27 | 0,78 |
| IMC | 0.17476 | 0,23 | 0,75 | 0,45 |
| GC | -0.15191 | 0,12 | -1,17 | 0,25 |
| GV | -0,11374 | 0,18 | -0,61 | 0,54 |
| MM | 0,12535 | 0,16 | 0,75 | 0,45 |
| Idade | 0,09256 | 0,03 | 2,40 | 0,02* |

Anova ($F = 3,2$, $p = 0,01$)

Script utilizado:

lm.beta(mod2)

Os coeficientes padronizados de regressão indicam que, a variável que mais explicou o modelo foi a “Idade”, conforme descrito na tabela 7.

Tabela 7. Coeficientes padronizados de regressão.

| IMC | GC | GV | MM | Idade |
|-----------|-------------|------------|-----------|-----------|
| 0.3337775 | - 0.5375198 | -0.2066515 | 0.2626621 | 0.4834844 |

A análise de regressão linear múltipla considerando os dados coletados a partir do experimento com o capacete 2 mostrou que uma das variáveis explicou o tempo do limite, porém com baixo percentual ($R^2= 23\%$)

Considerando os eixos 1 e 2 da Análise dos Componentes Principais, observa-se que não houve agrupamentos bem definidos entre os pacientes conforme as variáveis analisadas (IMC, Idade, GV, GC e MM). Dessa forma, foi possível avaliar pela análise gráfica que pacientes com mais idade tiveram tendência ao maior tempo de duração do teste, enquanto indivíduos com maiores IMC, GV e GC tiveram tendência a tempos menores de duração do teste.

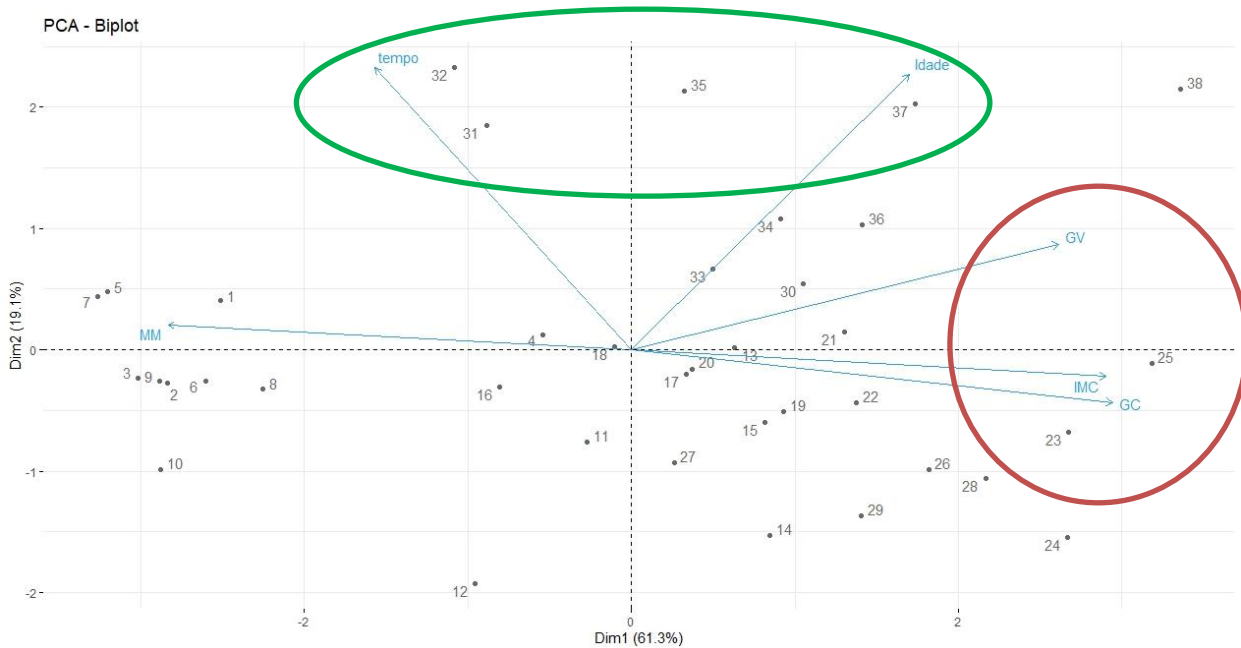


Figura 32. Análise dos componentes principais.

As figuras 32 e 33 retratam o tempo (min) de duração do teste em pacientes pertencentes a cada grupo e reforçam essa tendência de indivíduos mais idosos permanecerem maior tempo realizando o teste que os pacientes mais jovens. Entretanto, quando se considera os jovens, é possível verificar que aqueles com IMC acima dos valores ideais possuem tendência a permanecer menos tempo realizando o teste.

| Tempo por paciente em minutos | | | | | | | | | | | | |
|-------------------------------|----|----|----|----|----|----|---|----|----|----|----|----|
| AN | 4 | 15 | 5 | 8 | 8 | 10 | 6 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 |
| Tempo por paciente em minutos | | | | | | | | | | | | |
| AS | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | | | | | | |

| Tempo por paciente em minutos | | | | | | | | | | | | |
|-------------------------------|----|----|----|----|----|---|---|----|----|---|---|--|
| AO | 15 | 8 | 15 | 15 | 15 | 7 | 5 | 10 | 15 | 5 | 6 | |
| Tempo por paciente em minutos | | | | | | | | | | | | |
| IN | 7 | 15 | 14 | | | | | | | | | |
| Tempo por paciente em minutos | | | | | | | | | | | | |
| IS | 8 | 15 | 15 | | | | | | | | | |
| Tempo por paciente em minutos | | | | | | | | | | | | |
| IO | 10 | 5 | 15 | | | | | | | | | |

Figura 33. Tempo de duração dos testes em pacientes de cada grupo.

* AN= Adulto Normal; AS= Adulto Sobrepeso; AO= Adulto Obeso; IN= Idoso Normal; IS= Idoso Sobrepeso; IO= Idoso Obeso.

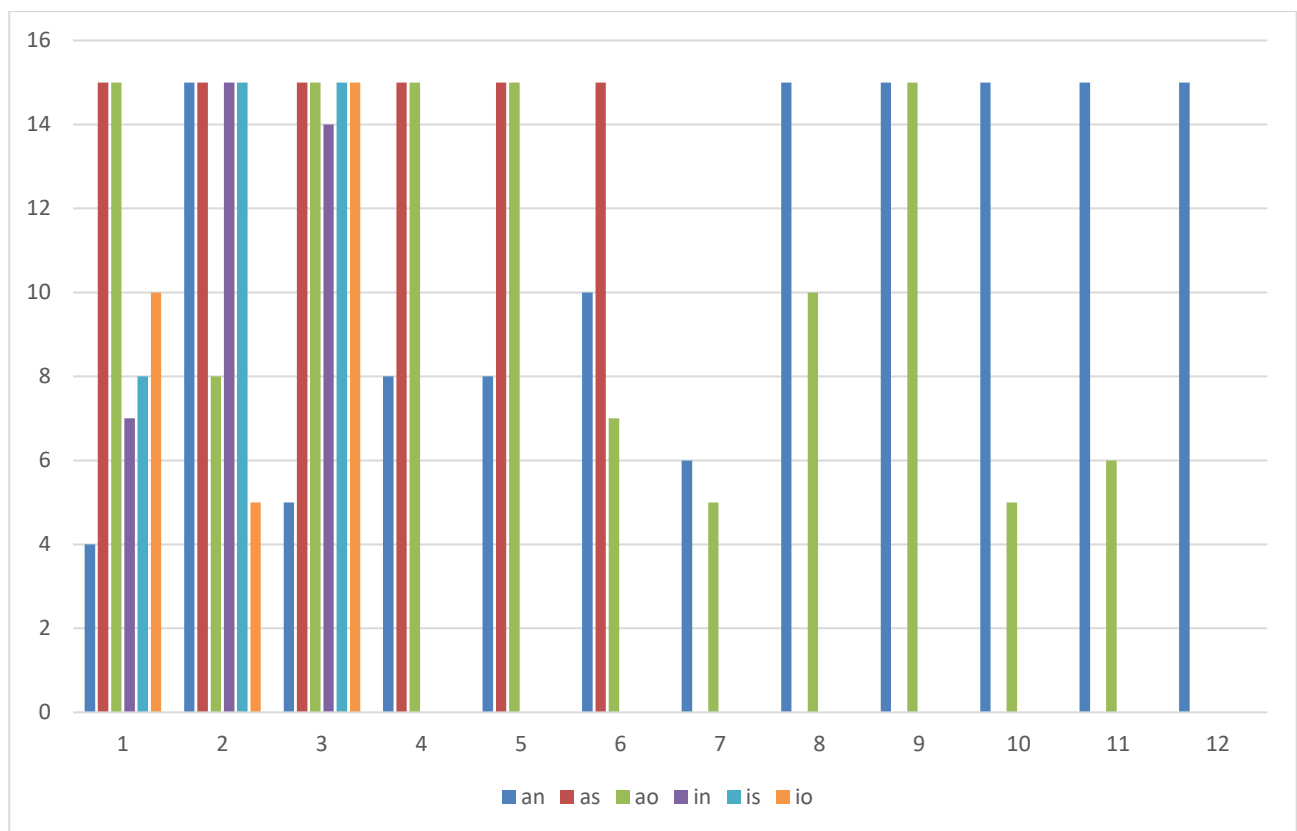


Figura 34. Frequência absoluta de duração de tempo do teste em pacientes.

* AN= Adulto Normal; AS= Adulto Sobrepeso; AO= Adulto Obeso; IN= Idoso Normal; IS= Idoso Sobrepeso; IO= Idoso Obeso.

5.3 Comparação entre os modelos com capacete com peso adicional e sem peso

Script utilizado:

Anova (mod1, mod2)

Mod1: tempo ~ IMC + GC + GV + MM + Idade

Mod2: tempo ~ IMC + GC + GV + MM + Idade

Os resultados na ANOVA demonstram que os modelos com capacete normal e com peso não diferem quanto ao tempo que os pacientes permaneceram no jogo. O valor p maior que 0,05 dá confiança estatística para afirmar o citado acima ($F= 32,3$, $p= 0,89$).

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste trabalho testamos uma metodologia para tratamento de torcicolo espasmódico com o uso de um ambiente de Realidade Virtual. A partir de testes com grupos de pacientes classificados quanto ao IMC e faixa etária, observou-se que as variáveis IMC, Gordura Corporal, Gordura Visceral e Massa Muscular e Idade não estão correlacionadas com o tempo em que o paciente alcança o limite do teste e deseja cessar o exercício. O peso do capacete também não foi um fator determinante para o alcance do limite.

Outra contribuição do presente estudo são as questões levantadas pelos experimentos realizados. Assim, embora o tempo do limite não possa ser definido pelas variáveis preditoras, fatores como o modo e a velocidade de realização do teste pelos pacientes foram mais determinantes para definir o momento de o paciente cessar o teste. O protocolo utilizado, isto é, o “Think Aloud” permitiu identificar também que o potencial de atratividade, é variável conforme a idade, pois os indivíduos mais jovens relataram que o jogo de RV tornou-se menos interessante com o tempo e sugeriram que a inserção de etapas poderia aumentar essa atratividade. Gonzalez, Paganelli e Raposo (2018) encontraram um panorama similar a este último, pois ao realizarem um teste com RV aplicada a saúde de paciente com distúrbios de equilíbrio, verificaram que o comportamento do usuário variou dependendo da ordem de apresentação dos diferentes cenários. Isso foi expresso em alguns casos no caminho do usuário; os usuários que foram apresentados primeiro ao ambiente marinho geralmente procederam com mais cuidado e, na maioria das vezes, levaram esse comportamento para o ambiente do escritório. Em oposição, os usuários que primeiro foram apresentados ao ambiente do escritório passaram a caminhar naturalmente sem prestar atenção à possível diferença de percepção entre o ambiente virtual e o cenário real, levando muitas vezes a errar etapas e perda temporária de equilíbrio. Por esta razão, os autores levantaram a hipótese de que a apresentação dos testes tem um grande impacto no comportamento do usuário, e esta é uma questão importante a ser considerada em trabalhos futuros.

Em síntese, os resultados deste estudo, indicam que: i) Realidade Virtual para tratamento de torcicolo espasmódico tem potencial de engajamento; ii) O peso do capacete de RV não interfere na duração do tratamento; iii) a Idade, IMC, Gordura Corporal e Visceral e Massa Muscular não têm interferência significativa na duração do tratamento com RV. Sugere-se, portanto, que estudos adicionais com o jogo em RV fundamentado em etapas sejam realizados, assim como o uso de ferramentas adicionais como o percentual de acertos do paciente no jogo podem ser testados a fim de avaliar a eficácia do tratamento

REFERÊNCIAS

Aran, O. T., Şahin, S., Torpil, B., Demirok, T., & Kayıhan, H. (2017). Virtual Reality and Occupational Therapy. *Occupational Therapy - Occupation Focused Holistic Practice in Rehabilitation*, July. <https://doi.org/10.5772/intechopen.68799>.

Kitchenham, Barbara A. "Systematic review in software engineering: where we are and where we should be going." *Proceedings of the 2nd international workshop on Evidential assessment of software technologies*. 2012.

Choi, J., Lee, K. K., & Choi, J. (2019). Determinants of User Satisfaction with Mobile VR Headsets: The Human Factors Approach by the User Reviews Analysis and Product Lab Testing 1. *International Journal of Contents*, 15(1), 1–9.

Colombo, V., Aliverti, A., & Sacco, M. (2020). Virtual reality for COPD rehabilitation: a technological perspective. *Pulmonology*. <https://doi.org/10.1016/j.pulmoe.2020.11.010>

D. Resources, J. Adams, P. Jones, S. Porter, M. Szomszor, H. Draux, A., & I. Osipov. (n.d.). *Dimensions - a collaborative approach to enhancing research discovery*.

D. W. Hook, S. J. Porter, and C. H. (n.d.). *Dimensions: Building context for search and evaluation*.

Damasceno, E. F. (2013). *Sistema de Reabilitação baseado em Técnicas de Captura de Movimento para Tratamento de Lombalgia Mecânica*. 131.

Dupont, J., Dedeyne, L., Koppo, K., Verschueren, S., Tournoy, J., & Gielen, E (2020). Influence of the new EWGSOP2 consensus definition on studies involving (pre)sarcopenic older persons. Comment on "Sarcopenia" by Tournadre et al. *Joint Bone Spine* 2019;86(3):309–14. *Joint Bone Spine*, 87(3), 275–276. <https://doi.org/10.1016/j.jbspin.2019.11.011>

Farias, D. L., & Nardi, P. A. (2021). A Motor Rehabilitation 's Motion Assessment with Low-cost Virtual Reality Serious Game.

Heckman, J. J., Pinto, R., & Savelyev, P. A. (1967). *Angewandte Chemie International Edition*, 6(11), 951–952., 2020, 1–20.

Krompiec, P., & Park, K. (2019). Enhanced Player Interaction Using Motion Controllers for First-Person Shooting Games in Virtual Reality. *IEEE Access*, 7, 124548–124557.

<https://doi.org/10.1109/ACCESS.2019.2937937>

Leite, L. E. de A., Resende, T. de L., Nogueira, G. M., Cruz, I. B. M. da, Schneider, R. H., & Gottlieb, M. G. V. (2012). Envelhecimento, estresse oxidativo e sarcopenia: uma abordagem sistêmica. *Revista Brasileira de Geriatria e Gerontologia*, 15(2), 365–380.

<https://doi.org/10.1590/s1809-98232012000200018>

Levac, D., Miller, P., & Missiuna, C. (2012). Usual and virtual reality video game-based physiotherapy for children and youth with acquired brain injuries. *Physical and Occupational*

Therapy in Pediatrics, 32(2), 180–195. <https://doi.org/10.3109/01942638.2011.616266>

Modeling, L. M., Measurement, F., Snowrift, O. N., Environmental, A. R., Regional, S., Power, E., Limited, G. C., Influence, T. H. E., Snow, O. F.,
On, F., Around, S., Embankment, T. H. E., Wind, I. N., Snow, B., Aspect,
O. F., On, R. R., Distribution, S., Model, A. A. C., Simulation, N., ... Maciejowski, J. M. (2019).
Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics, 26(3), 1–4.
<https://doi.org/10.1007/s11273-020-09706-3%0A>.

Moreno, L. Z. (2019). Estatística Descritiva. September.
<https://doi.org/10.13140/RG.2.2.15977.44649>

Netter, F. H. (n.d.). Atlas de Anatomia Humana SEXTA EDIÇÃO.

Silva, A. G. Da, Winkler, I., Gomes, M. M., & Junior, U. D. M. P. (2020).

Ergonomic Analysis supported by Virtual Reality: A Systematic Literature Review. Proceedings - 2020 22nd Symposium on Virtual and Augmented Reality, SVR 2020, 463–468.
<https://doi.org/10.1109/SVR51698.2020.00074>

Son, M., Jung, J., & Park, W. (2017). Evaluating the utility of two gestural discomfort evaluation methods. PLOS ONE, 12(4), e0176123. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0176123>

Souza, J. T. de. (2019). Jogo sério baseado em Realidade Virtual para reabilitação de indivíduos com paresia de membro superior decorrente de Acidente Vascular Encefálico (AVE).
<http://repositorio.ufu.br/handle/123456789/25935>




Zavarize, L. D. (2016). Exercícios físicos no combate ao sobrepeso e obesidade : intensidade versus estresse oxidativo Physical exercises in the battle against obesity

Paulsen, F; Waschke, J. Sobotta: atlas de anatomia humana: cabeça, pescoço e neuroanatomia / Sobotta: Atlas of Human Anatomy: head, neck, and neuroanatomy.
Rio de Janeiro; Guanabara Koogan; 23 ed; 2015. 376 p.

ANEXOS:

Realizamos um cadastro na plataforma brasil para levar ao comitê de ética do Centro Universitário Ingá(UNINGA), para realizar as coletas na clinica de fisioterapia da referida instituição.

Segue abaixo a folha de rosto:

|  MINISTÉRIO DA SAÚDE - Conselho Nacional de Saúde - Comissão Nacional de Ética em Pesquisa - CONEP FOLHA DE ROSTO PARA PESQUISA ENVOVENDO SERES HUMANOS | | | |
|---|--|--|---------------------|
| 1. Projeto de Pesquisa: AVALIAÇÃO DO ESTRESSE DE MOVIMENTO EM JOGOS REABILITADORES COM REALIDADE VIRTUAL IMERSIVA NO TRATAMENTO DE TORCICOLO ESPASMÓDICO. | | | |
| 2. Número de Participantes da Pesquisa: 160 | | | |
| 3. Área Temática: | | | |
| 4. Área do Conhecimento: Grande Área 4, Ciências da Saúde | | | |
| PESQUISADOR RESPONSÁVEL | | | |
| 5. Nome: DOUGLAS LOPES FARIAS | | | |
| 6. CPF: 006.427.869-40 | | 7. Endereço (Rua, n.º): CASTRO ALVES ZONA 06 Bl 01 Ap 303 MARINGÁ PARANA 87015440 | |
| 8. Nacionalidade: BRASILEIRO | | 9. Telefone: 44998721618 | 10. Outro Telefone: |
| | | 11. Email: douglaslopesfarias@outlook.com | |
| Termo de Compromisso: Declaro que conheço e cumprirei os requisitos da Resolução CNS 466/12 e suas complementares. Comprometo-me a utilizar os materiais e dados coletados exclusivamente para os fins previstos no protocolo e a publicar os resultados sejam eles favoráveis ou não. Aceito as responsabilidades pela condução científica do projeto acima. Tenho ciência que essa folha será anexada ao projeto devidamente assinada por todos os responsáveis e fará parte integrante da documentação do mesmo. | | | |
| Data: 17 / 09 / 2021 | |  Assinatura | |
| INSTITUIÇÃO PROPONENTE | | | |
| 12. Nome: Faculdade Ingá / UNINGÁ/PR | | 13. CNPJ: 01.207.056/0001-84 | 14. Unidade/Orgão: |
| 15. Telefone: (44) 3033-5009 | | 16. Outro Telefone: | |
| Termo de Compromisso (do responsável pela instituição): Declaro que conheço e cumprirei os requisitos da Resolução CNS 466/12 e suas Complementares e como esta instituição tem condições para o desenvolvimento deste projeto, autorizo sua execução. | | | |
| Responsável: <u>Maíra Albertine Frascinem</u> | | CPF: <u>030.145.798-60</u> | |
| Cargo/Função: <u>Pro-Reitora Acadêmica</u> | | | |
| Data: 17 / 09 / 2021 | |  Assinatura | |
| PATROCINADOR PRINCIPAL | | | |
| Não se aplica. | | | |

Segue abaixo a Declaração da Instituição e Infraestrutura:

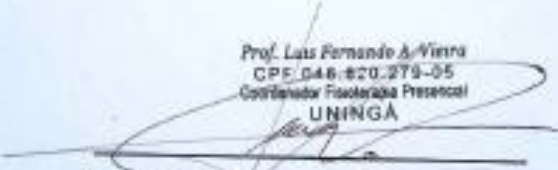


DECLARAÇÃO

Eu, Luís Fernando Aguera Vieira, na qualidade de responsável pela clínica de Fisioterapia do Centro Universitário Ingá, autorizo a realização de a pesquisa intitulada "AVALIAÇÃO DO ESTRESSE DE MOVIMENTO EM JOGOS REABILITADORES COM REALIDADE VIRTUAL IMERSIVA NO TRATAMENTO DE TORCICOLO ESPASMÓDICO", a ser conduzida sob a responsabilidade do pesquisador Douglas Lopes Farias; e DECLARO que esta instituição apresenta infraestrutura necessária à realização da referida pesquisa. Esta declaração é válida apenas no caso de haver parecer favorável do Comitê de Ética do Centro Universitário Ingá para a referida pesquisa.

Maringá, 16 de Setembro de 2021.

Prof. Luis Fernando A. Vieira
CPE 046.820.279-05
Coordenador Fisioterapia Presencial
UNINGÁ


Prof. Me Luis Fernando Aguera Vieira



Q@1 @ppgicp

! [www](http://www.portal.utfpr.edu.br/cp/ppgi) ! ppgi-cp@utfpr.edu.br
portal.utfpr.edu.br/cp/ppgi