

INSTITUTO DE TECNOLOGIA PARA O DESENVOLVIMENTO - LACTEC

RAFAEL FERNANDES DE SOUZA

TRATAMENTO DA DISTONIA CERVICAL POR MEIO DE UM SERIOUS GAME DE  
CAPTURA DE MOVIMENTOS EM REALIDADE VIRTUAL IMERSIVA

CURITIBA

2019

RAFAEL FERNANDES DE SOUZA

TRATAMENTO DA DISTONIA CERVICAL POR MEIO DE UM SERIOUS GAME DE  
CAPTURA DE MOVIMENTOS EM REALIDADE VIRTUAL IMERSIVA

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento de Tecnologia, Área de Concentração Geração e Transferência de Tecnologia, do Instituto de Tecnologia para o Desenvolvimento, em parceria com a Faculdade Cidade Verde, como parte das exigências para a obtenção do título de Mestre em Desenvolvimento de Tecnologia.

Orientador: Prof. Dr. Sebastião Ribeiro  
Junior

Coorientador: Prof. Dr. Eduardo  
Filgueiras Damasceno

CURITIBA

2019

S729t Souza, Rafael Fernandes de.

Tratamento da distonia cervical por meio de um serious game de captura de movimentos em realidade virtual imersiva / Rafael Fernandes de Souza. – Curitiba, 2019.

80 p. il. ; 30 cm.

Orientador: Prof. Dr. Sebastião Ribeiro Junior.

Dissertação (Mestrado) – Instituto de Tecnologia para o Desenvolvimento, Instituto Lactec – Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento de Tecnologia, 2019.

Inclui Referências bibliográficas.

1. Distonia cervical. 2. Serious game. 3. Realidade virtual imersiva. I. Ribeiro Junior, Sebastião. II. Instituto de Tecnologia para o Desenvolvimento, Instituto Lactec – Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento de Tecnologia. III. Título.

CDD 006.696

## TERMO DE APROVAÇÃO

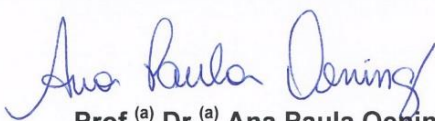
**RAFAEL FERNANDES DE SOUZA**

### **TRATAMENTO DA DISTONIA CERVICAL POR MEIO DE UM SERIOUS GAME DE CAPTURA DE MOVIMENTOS EM REALIDADE VIRTUAL IMERSIVA**

Trabalho de conclusão de curso aprovado como requisito para obtenção do grau de Mestre, no Mestrado Profissional do Programa de Pós-graduação em Desenvolvimento de Tecnologia, realização do Instituto de Tecnologia para o Desenvolvimento (LACTEC) em parceria com a Faculdade Cidade Verde (FCV), pela seguinte banca examinadora:



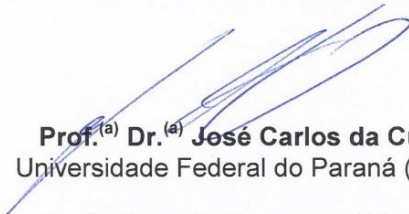
**ORIENTADOR(A): Prof.<sup>(a)</sup> Dr.<sup>(a)</sup> Sebastião Ribeiro Junior**  
UFPR/Mestrado Profissional do LACTEC



**Prof.<sup>(a)</sup> Dr.<sup>(a)</sup> Ana Paula Oening**  
Instituto de Tecnologia para o Desenvolvimento (LACTEC)



**Prof.<sup>(a)</sup> Dr.<sup>(a)</sup> Débora Cíntia Marcilio**  
Instituto de Tecnologia para o Desenvolvimento (LACTEC)



**Prof.<sup>(a)</sup> Dr.<sup>(a)</sup> José Carlos da Cunha**  
Universidade Federal do Paraná (UFPR)

Curitiba. 31 de maio de 2019.

Dedico este trabalho aos meus pais Ana Lúcia e José Carlos que dignamente me apresentaram o caminho da honestidade e persistência, e a minha esposa Camilla Baio pelo incentivo e paciência.

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus, pois sem ele nada seria possível.

Ao meu avô Alberto (*in memoriam*) e minha avó Cecília (*in memoriam*) por me ensinarem o que é amor, cumplicidade, caráter e alegria.

Ao Prof. Dr. Sebastião Ribeiro Junior, o meu reconhecimento pela oportunidade de realizar este trabalho ao lado de alguém que transpira sabedoria.

Ao Prof. Dr. Eduardo Filgueiras Damasceno o meu respeito e admiração pela sua serenidade e conhecimento.

## RESUMO

O torcicolo espasmódico ou distonia cervical é um distúrbio complexo marcado por movimentos involuntários de pescoço e ombros, causando dores que acarreta na qualidade de vida reduzida. No campo da saúde, a integração entre *serious games* e realidade virtual também é importante, pois a realização de atividades de capacitação e treinamento através de jogos requer, muitas vezes, que as situações apresentadas aos usuários reproduzam a realidade e incluam o envolvimento dos sentidos humanos. Nesse contexto, a realidade virtual pode auxiliar principalmente nos aspectos de visualização, navegação e interação com o usuário. O objetivo geral é desenvolver 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. Esta dissertação apresenta o uso de um *serious game* de realidade virtual imersiva, com a finalidade de mensurar a amplitude de movimento em graus do paciente e aplicado a reabilitação motora. Com as tecnologias do acelerômetro e giroscópio do celular detectamos os graus atingidos do paciente no jogo e o óculos de realidade virtual imersiva proporciona um ambiente diferenciado e estimula no tratamento da distonia cervical. Foram avaliados 30 pacientes, divididos em Grupo Experimental (GE), com a presença de distonia cervical e jogará o *serious game*; o Grupo de Controle (GC) que não jogará e tem distonia cervical, e o Grupo Experimental sem Distonia Cervical (GESD) jogará o *serious game* e não tem distonia cervical. Ambos os grupos foram divididos por sexo, masculino e feminino, por questões específicas de anatomia e fisiologia da estrutura muscular. Concluímos que não existiu significância estatística com relação aos grupos, mas obtemos melhoras em todos os grupos com relação a amplitude de movimento. Comparando a primeira coleta de dados e após 15 dias dos participantes jogando o *serious game* coletamos novamente a angulação, e confrontando estes dados observamos que todos os participantes obtiveram ganho em graus de amplitude do pescoço.

Palavras-chave: Distonia Cervical, Torcicolo Espasmódico, Serious Game, Realidade Virtual Imersiva, Fisioterapia.

## ABSTRACT

Spasmodic torticollis or cervical dystonia is a complex disorder marked by involuntary movements of the neck and shoulders, causing pain that result in reduced quality of life. In the field of health, the integration between serious games and virtual reality is also important, since the accomplishment of activities of training and training through games often requires that the situations presented to users reproduce reality and include the involvement of the human senses. In this context, virtual reality can help mainly in the aspects of visualization, navigation and interaction with the user. The general objective is to develop a serious game, with Immersive Virtual Reality, applying the technology to help the engagement of the treatment of cervical dystonia through an alternative therapy source of a computational tool. This dissertation presents the use of an immersive virtual reality serious game, with the purpose of measuring the range of motion in degrees of the patient and applied to motor rehabilitation. With the accelerometer and gyroscope technology of the cell phone we detect the patient's reached degrees in the game and the immersive virtual reality glasses provides a differentiated environment and stimulates in the treatment of cervical dystonia. We evaluated 30 patients, divided into Experimental Group (GE), with the presence of cervical dystonia and play the serious game; the Control Group (CG) who will not play and has cervical dystonia, and the Experimental Group without Cervical Dystonia (GESD) will play the serious game and have no cervical dystonia. Both groups will be divided by gender, male and female, for specific issues of anatomy and physiology of muscle structure. We concluded that there was no statistical significance regarding the groups, but we obtained improvements in all groups with respect to the range of motion. Comparing the first data collection and after 15 days of the participants playing the serious game we collected the angulation again, and comparing these data we observed that all the participants obtained gains in degrees in the range of motion.

Key words: Cervical Dystonia, Spastic Torticollis, Serious Game, Immersive Virtual Reality, Physical Therapy.



## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

FIGURA 1 – POSIÇÃO NA NORMALIDADE DA CABEÇA.....	24
FIGURA 2 - LATERALIZAÇÃO CERVICAL ESQUERDA E DIREITA.....	24
FIGURA 3 - FLEXÃO E EXTENSÃO CERVICAL.....	24
FIGURA 4 - ROTAÇÃO CERVICAL ESQUERDA E DIREITA.....	25
FIGURA 5 - FLEXÃO LATERAL CERVICAL PARA ESQUERDA E DIREITA.....	25
FIGURA 6 - EXTENSÃO LATERAL CERVICAL ESQUERDA E DIREITA.....	25
FIGURA 7 - CONTINUUM DE REALIDADE – VIRTUALIDADE (ADAPTADO PARA REABILITAÇÃO VIRTUAL).....	30
FIGURA 8 - ÓCULOS DE REALIDADE VIRTUAL VR BOX 3D E CONTROLE BLUETOOTH.....	32
FIGURA 9 - FLEXÍMETRO SANNY.....	33
FIGURA 10 - ESPECIFICAÇÕES DO FLEXÍMETRO SANNY.....	33
FIGURA 11 - APARELHO CELULAR MOTOROLA G5 PLUS.....	34
FIGURA 12 - ORIENTAÇÃO DOS EIXOS QUE DEFINEM AS COMPONENTES DA ACELERAÇÃO DE UM CELULAR.....	34
FIGURA 13 - PLACA COM ACELERÔMETRO TRIAXIAL – ADXL345.....	35
FIGURA 14 - FLUXOGRAMA DE DESENVOLVIMENTO DO <i>SERIOUS GAME</i> .....	36
FIGURA 15 - POSIÇÃO DE JOGABILIDADE.....	38
FIGURA 16 - TESTE DE AMPLITUDE DE MOVIMENTOS E ÂNGULOS.....	39
FIGURA 17 - INTERFACE DO <i>SERIOUS GAME</i> .....	40
FIGURA 18 - JOGO EM DESENVOLVIMENTO NA UNITY COM A MIRA EM VERMELHO.....	41
FIGURA 19 - SISTEMA DE RESPAWN DENTRO DO PLANO DE JOGO.....	42
FIGURA 20 - SCROLLBAR OU BARRA DE ROLAGEM.....	43
FIGURA 21 - MICROSOFT VISUAL STUDIO.....	44
FIGURA 22 - RESULTADOS DA AMPLITUDE DE MOVIMENTO OBTIDOS EM GRAUS.....	44
FIGURA 23 – SOFTWARE UNITY 3D COM A MAINCAMERA.....	46
FIGURA 24 - UNITY 3D COM A MAINCAMERA DEMONSTRANDO OS EIXOS.....	46
FIGURA 25 - ÂNGULO AÔB.....	47
FIGURA 26 - MICROSOFT VISUAL STUDIO DEMONSTRANDO OS ÂNGULOS X, Y E Z.....	48

FIGURA 27 - UTILIZAÇÃO DO CONTROLE DESLIZANTE (SLIDER) .....	49
FIGURA 28 - RECT TRANSFORM POS X, Y, Z (0, 0, 0) .....	49
FIGURA 29 - SELECIONAR A OPÇÃO SHOW GRIDS .....	50
FIGURA 30 - CRIAÇÃO DE VÁRIOS GRIDS.....	51
FIGURA 31 - CRIAÇÃO DE LEVEL DESIGN.....	51
FIGURA 32 - CRIAR EXTENSÃO E FLEXÃO.....	52
FIGURA 33 - ÂNGULO DE 90° .....	52
FIGURA 34 - SCRIPT DE RESULTADOS DA SLIDER .....	53
FIGURA 35 - SCRIPT DE EXPRESSAR O ÂNGULO NA TELA .....	53
FIGURA 36 - PONTOS DE DESOVA.....	54
FIGURA 37 - PONTO DE RESPAWN.....	55

## LISTA DE TABELAS

TABELA 1 - APRESENTAÇÃO CLÍNICA DAS DISTONIAS CERVICAIS E MUSCULATURA ENVOLVIDA NO MOVIMENTO .....	20
TABELA 2 - CLASSIFICAÇÃO DAS DISTONIAS POR DISTRIBUIÇÃO .....	21
TABELA 3 - EXERCÍCIOS RECOMENDADOS PARA ALONGAMENTO DA CERVICAL .....	26
TABELA 4 - RESULTADOS DAS AMOSTRAS COLETADAS COM O FLEXÍMETRO .....	56
TABELA 5 - RESULTADOS DAS AMOSTRAS COLETADAS COM O ÓCULOS DE REALIDADE VIRTUAL.....	57
TABELA 6 - MÉDIA E DESVIO PADRÃO DAS AMOSTRAS.....	57
TABELA 7 - AMPLITUDE DE MOVIMENTO CERVICAL (GRAUS) NOS GRUPOS DESORDEM TEMPOROMANDIBULAR (DTM) E CONTROLE.....	58
TABELA 8 - DISTRIBUIÇÃO DA CARACTERIZAÇÃO DA AMOSTRA AVALIADA..	59
TABELA 9 - DISTRIBUIÇÃO DA MÉDIA, MÍNIMO, MÁXIMO E DESVIO PADRÃO DAS VARIÁVEIS NOS GRUPOS AVALIADOS NA PRIMEIRA COLETA DE DADOS.....	60
TABELA 10 - DISTRIBUIÇÃO DA MÉDIA, MÍNIMO, MÁXIMO E DESVIO PADRÃO DAS VARIÁVEIS NOS GRUPOS AVALIADOS DA SEGUNDA COLETA DOS DADOS .....	61
TABELA 11 - DISTRIBUIÇÃO DA MÉDIA, MÍNIMO, MÁXIMO E DESVIO PADRÃO DAS VARIÁVEIS NOS GRUPOS AVALIADOS.....	62

## LISTA DE SIGLAS

DC	Distonia Cervical
TE	Torcicolo Espasmótico
TCLE	Termo de Consentimento Livre e Esclarecido
GC	Grupo Controle
GESD	Grupo Experimental sem Distonia Cervical
GE	Grupo Experimental
RV	Realidade Virtual
RVI	Realidade Virtual Imersiva
DP	Desvio Padrão
API	<i>Application Programming Interface</i>

## LISTA DE SÍMBOLOS

- Graus
- “ Polegadas

## SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO .....	16
1.1	CONTEXTO .....	16
1.2	JUSTIFICATIVA .....	18
1.3	OBJETIVOS .....	18
1.3.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	19
1.4	ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO.....	19
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	20
2.1	DISTONIA CERVICAL .....	20
2.2	ALTERAÇÕES OCASIONADAS PELA DISTONIA CERVICAL (DC).....	21
2.3	EPIDEMIOLOGIA DA DISTONIA CERVICAL .....	22
2.4	FISIOTERAPIA MOTORA.....	22
2.5	MOVIMENTOS DA CABEÇA .....	23
2.6	TORONTO WESTERN SPASMODIC TORTICOLLIS RATING SCALE (TWSTRS) .....	28
2.7	REALIDADE VIRTUAL E BENEFÍCIOS.....	29
2.8	<i>SERIOUS GAME</i> .....	31
3	MATERIAIS E MÉTODO.....	32
3.1	MATERIAIS.....	32
3.2	MÉTODO .....	35
3.2.1	FORMAÇÃO DOS GRUPOS.....	37
3.2.2	SELEÇÃO DOS PACIENTES.....	37
3.2.3	TRATAMENTO .....	38
3.2.4	COLETA DOS DADOS .....	39
3.2.5	JOGABILIDADE DO <i>SERIOUS GAME</i> .....	40
3.2.6	CONTROLES DO <i>SERIOUS GAME</i> .....	41

3.2.7	CAPTURE DOS OBJETOS .....	41
3.2.8	INTERFACE DE CALIBRAÇÃO .....	43
3.2.9	GAME DESIGN DOCUMENT DO SERIOUS GAME .....	45
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	56
4.1	METODOLOGIA UTILIZADA NA ANÁLISE DOS DADOS .....	56
4.2	COMPARAÇÃO ENTRE FLEXÍMETRO E REALIDADE VIRTUAL.....	56
4.3	ANÁLISE DOS DADOS OBTIDOS .....	58
5	CONCLUSÕES .....	63
6	TRABALHOS FUTUROS .....	64
	REFERÊNCIAS.....	65
	ANEXOS .....	70
	ANEXO A: TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO .....	70
	ANEXO B: ESCALA DE TORONTO MODIFICADA PARA AVALIAÇÃO DE DISTONIA CERVICAL.....	71
	ANEXO C: UTILIZAÇÃO DO FLEXÍMETRO PARA AFERIÇÃO DO ÂNGULO .....	77

# 1 INTRODUÇÃO

## 1.1 CONTEXTO

Com avanços nas áreas da saúde estão se aplicando as tecnologias de informação e de conhecimento no propósito de promover um processo multidisciplinar envolvendo as áreas da computação e da medicina, visando otimizar o tempo de recuperação do indivíduo (DAMASCENO, CARDOSO e LAMOUNIER JUNIOR, 2015).

As tecnologias móveis se difundiram em todos os segmentos de consumo (SALEHAN e NEGAHBAN, 2013), estas se convergiram para dispositivos móveis, com tarefas específicas como por exemplo, chamadas telefônicas, jogos digitais, assistente digital pessoal para organização; neste sentido estas tecnologias e aplicativos visam vincular o mundo real com o mundo virtual em um só aparelho (RAUSCHNABEL, BREM e IVENS, 2015). Os usuários podem tirar fotos e enviá-las instantaneamente no Instagram, marcar amigos no Facebook ou encontrar parceiros reais no Tinder (RAUSCHNABEL, ROSSMANN e DIECK, 2017). A utilização do celular por longos períodos e em posições inadequadas de utilização desta tecnologia pode acarretar alterações na estrutura da coluna cervical, como o torcicolo ou distonia.

O torcicolo espasmódico (TE) ou distonia cervical (DC) é um distúrbio complexo marcado por movimentos involuntários de pescoço e ombros, dor, atividades prejudicadas da vida diária e qualidade de vida reduzida e os movimentos involuntários estão associados a deficiência significativa (COMELLA et al., 2016). Estes movimentos distônicos são tipicamente padronizados e podem ser trêmulos (WERLE et al., 2014). Assim a distonia é uma desordem do movimento neurológico em que as contrações musculares sustentadas ou intermitentes resultam em movimentos anormais, muitas vezes repetitivos e/ou posturas e acompanhada de dor (JINNAH et al., 2013; AVANZINO e FIORIO, 2014, PEROZZO et al., 2016).

A evidência sobre a perda de produtividade devido ao absenteísmo no trabalho também é escassa, embora as estatísticas de emprego mostrem que pelo menos um terço dos pacientes com distonia cervical pararam de trabalhar à medida que a doença avança (ZOONS et al., 2012). As opções terapêuticas convencionais para DC incluem relaxantes musculares esqueléticos, anticolinérgicos e terapia de reabilitação (MUTHUKUMAR et al., 2017).



Recentemente, a fisioterapia motora tem sido considerada de suma importância no tratamento adjuvante da distonia cervical ou torcicolo espasmódico (QUEIROZ et al., 2011). As atividades convencionais de tratamento da distonia cervical as vezes não são efetivas e podem agravar o quadro clínico e, com o advento das tecnologias computacionais, o tratamento se torna mais atraente e pode ter mais efetividade para o paciente.

A atuação computacional na área da saúde é de grande importância para o desenvolvimento e efetividade dos profissionais, ainda mais na conjunção com a fisioterapia, que é uma área da saúde cujo objetivo é devolver ao sujeito lesionado sua capacidade comprometida. Com a chegada das tecnologias, uma especificamente ganha expressão no meio científico, que é a realidade virtual.

A realidade virtual (VR) é uma modalidade de tratamento inovadora, interativa e adaptável. Ele pode ser usado para fornecer treinamento sensório-motor em ambientes complexos e enriquecidos, o que seria impossível de projetar no mundo real (MAZZOLENI et al., 2017).

Pekyavas e Ergun (2017) citam que no melhor de nossos conhecimentos, há uma falta de literatura sobre realidade virtual e *serious game* em assuntos com problemas ortopédicos

Segundo Damasceno (2013), com o advento da Realidade Virtual e Aumentada (RVA) um novo paradigma começou a ser postulado, criando assim um cerne voltado ao usuário e não mais ao dispositivo. Houve um fortalecimento na junção entre as áreas da computação e da saúde, e considerando que estamos passando por constantes inovações em ambas as áreas, podemos notar avanços no desenvolvimento de novas tecnologias. Dentre estas novas interações e interfaces está a utilização de jogos virtuais no ambiente terapêutico, na qual os pacientes a serem tratados tem um maior envolvimento com a reabilitação, produzindo assim, resultados mais satisfatórios (DAMASCENO, 2013).

O crescimento das novas tecnologias nos cuidados de saúde é exponencial, e o impacto de tal inovação tecnológica rápida na prestação de cuidados de saúde é substancial (JUSTIN e EDWARD, 2016).

A realidade virtual (RV) também pode ser usada como uma ferramenta de pesquisa para investigar como os pacientes interagem com diferentes ambientes em condições realistas, permitindo uma avaliação precisa com diferentes estímulos (MAZZOLENI et al., 2017).

Este trabalho tem como proposta desenvolver um *serious game*, com Realidade Virtual Imersiva (RVI) de baixo custo, e que o uso desta tecnologia possa ajudar no engajamento do tratamento da DC. Para criar o jogo iniciamos com o desenvolvimento de uma ferramenta que nos fornecesse a amplitude de movimentos da cabeça em graus, se utilizando dos sensores acelerômetro e giroscópio dos celulares. A partir dos ângulos obtidos na pesquisa podemos comparar os resultados e fornecer em ângulos as evoluções obtidas. A colaboração científica deste trabalho será a facilidade e aperfeiçoamento de coletar a amplitude de movimentos em graus da cabeça a partir de sensores dos celulares e o *serious game*, e no âmbito da reabilitação fisioterápica auxiliar no tratamento de outras doenças que acometem a região do pescoço. Atualmente para mensurar a amplitude do pescoço são utilizados goniômetros e flexímetros, aparelhos de difícil manuseio e, com estes recursos desenvolvidos, poderemos desenvolver mais pesquisas e ajudar pessoas nos tratamentos de doenças relacionadas à cabeça, pescoço e cervical.

## 1.2 JUSTIFICATIVA

Este trabalho tem como proposta diminuir o afastamento médico habitual de trabalhadores com distonia cervical; desenvolvendo um *serious game*, com Realidade Virtual (RV), e que o uso desta tecnologia possa ajudar no engajamento do tratamento da distonia cervical (DC). Acredita-se que um jogo *serious* que capture os movimentos do pescoço estimule o tratamento da DC e que a pessoa possa carregar consigo e amplie as práticas de tratamento e diminua o tempo de recuperação.

## 1.3 OBJETIVOS

### 1.3.1 Objetivo geral

O objetivo geral deste trabalho foi desenvolver um *serious games*, com Realidade Virtual Imersiva (RVI), aplicando o uso desta tecnologia na ajuda do engajamento do tratamento da distonia cervical (DC), através de uma terapia alternativa fonte de uma ferramenta computacional.

### 1.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Desenvolver um protocolo de utilização do *serious games*;
- Produzir um *serious games* aplicado na área da saúde, para auxiliar na terapia, promoção de saúde, monitoramento da saúde e treinamento;
- Testar e validar a metodologia desenvolvida;
- Avaliar os dados dos pacientes, organizar relatórios para analisar os comparativos dos usuários acometidos da distonia cervical.

### 1.4 ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO

No segundo capítulo é apresentado a fundamentação teórica, onde o conceito da distonia cervical, as alterações ocasionadas pela distonia cervical, a epidemiologia da doença, a fisioterapia motora e o uso da realidade virtual para o tratamento de doenças.

No terceiro capítulo, são elencados os materiais e métodos empregados para a realização do trabalho. No quarto capítulo, são discutidos os testes realizados com o *serious game* e análise dos ângulos obtidos no começo da pesquisa e no final.

No quinto capítulo, são mostradas as considerações finais e foram apresentadas as conclusões acerca do trabalho desenvolvido e também propondo trabalhos futuros.

## 2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

### 2.1 DISTONIA CERVICAL

A distonia é uma desordem do movimento caracterizada por contrações musculares involuntárias contínuas ou intermitentes, com conseqüente movimento repetitivo irregular, postura ou ambos. A distonia cervical é a forma mais comum de distonia focal com movimento involuntário típico do músculo do pescoço, o que leva a uma postura de cabeça anormal e pode ser acompanhada de tremor distônico (TOMIC et al., 2016).

A distonia cervical abrange as anormalidades posturais descritas pelos termos torcicolo, retrocolo, anterocolo e laterocolo (ALBANESE, 2003), embora a maioria dos pacientes tenha uma combinação de posturas de cabeça (BERTRAM e WILLIAMS, 2016). A Tabela 1, se refere aos aspectos clínicos das DC e os músculos envolvidos nos movimentos.

TABELA 1 - APRESENTAÇÃO CLÍNICA DAS DISTONIAS CERVICAIS E MUSCULATURA ENVOLVIDA NO MOVIMENTO

Subtipo	Principal Movimento	Musculatura comprometida
Torcicolo	Cabeça exibindo rotação lateral	Esternocleidomastoídeo contralateral a rotação e trapézio e esplênio ipsilaterais a contração
Laterocolo	Desvio horizontal da cabeça	Esplênio, trapézio e escaleno médio ipsilaterais
Anterocolo	Flexão da cabeça	Esternocleidomastoídeo bilateral e submentonianos
Retrocolo	Extensão da cabeça	Esplênio e paravertebrais bilateral

FONTE: Camargo (2007)

Outra classificação da distonia está correlacionada a sua distribuição anatômica, sendo dividida em cinco grupos: focal, segmentar, multifocal, hemidistonia e generalizada (FRIEDMAN e STANDAERT, 2001; TARSY e SIMON, 2006). Na tabela 2 podemos observar a classificação da distonia por distribuição.

TABELA 2 - CLASSIFICAÇÃO DAS DISTONIAS POR DISTRIBUIÇÃO

Distribuição	Definição	Exemplo
Focal	Distonia afeta uma única parte do corpo	Distonia cervical, distonia mandibular, blefaroespasma, distonia laríngea
Segmentar	Distonia afeta uma ou mais partes contínuas do corpo	Distonia crânio cervical
Multifocal	Distonia afeta duas ou mais partes não contínuas do corpo	Distonia cervical e distonia de um membro inferior
Hemidistonia	Distonia afeta um dimídio	Comprometimento do hemicorpo (braço e perna ipsilateral)
Generalizada	Distonia do segmento crural e pelo menos outra parte do corpo envolvida	Distonia cervical e distonia crural (uma ou ambas as pernas)

FONTE: Camargo (2007)

## 2.2 ALTERAÇÕES OCASIONADAS PELA DISTONIA CERVICAL (DC)

Comella e Bhatia (2015) disponibilizaram online por 10 meses um questionário (First International DC Patient Survey), em que 1.071 entrevistados com DC auto-identificado completaram a pesquisa. Os participantes eram de cinco continentes e 38 países, com idade média ( $\pm$  DP) dos entrevistados de  $53,2 \pm 11,9$  anos e a maioria do sexo feminino. Em termos de ocupação, 42% dos entrevistados estavam empregados [tempo integral (24%), meio período (12%), trabalhadores por conta própria (6%)], 22% eram aposentados e 9% não estavam empregados e 26% responderam que não podiam trabalhar porque estavam incapacitados.

Quando perguntados sobre como os sintomas de DC os afetaram depois que seus sintomas começaram, dois terços (66%) dos pacientes relataram sofrer dor e 61% disseram que sofreram depressão e alterações de humor; apenas 7% dos entrevistados não relataram impacto nas suas vidas. Quando solicitado a considerar as áreas de vida mais afetadas quando os sintomas estavam no pior dos casos, a maioria dos pacientes relatou um impacto negativo no bem-estar geral, saúde e vida

no trabalho / escola. No geral, 12% dos pacientes relataram um efeito nas outras áreas da vida, que incluíram confiança e auto-estima, isolamento, esportes e exercícios físicos (COMELLA e BHATIA, 2015).

Muitos fatores físicos e emocionais que acompanham a distonia cervical podem influenciar o paciente na sua qualidade de vida, incluindo dor, postura anormal da cabeça e do pescoço, baixa autoconfiança, vergonha, depressão, ansiedade e interação social limitada (MORDIN et al., 2014). No estudo de Tomic et al. (2016), foi analisado a presença de depressão e ansiedade em uma pequena amostra de pacientes com distonia cervical e avaliado o possível impacto na qualidade de vida do paciente.

### 2.3 EPIDEMIOLOGIA DA DISTONIA CERVICAL

Apesar de algumas tentativas valiosas de examinar a epidemiologia do DC, os estudos que foram realizados até a presente data tinham limitações em graus variados; portanto, a prevalência e a incidência de DC são difíceis de determinar com precisão (DEFAZIO et al., 2013). Uma meta-análise publicada da distonia primária sugeriu uma prevalência global de DC de cerca de 50 por milhão (STEEVES et al., 2012). Em outro estudo foi estimada a prevalência da distonia cervical em 16,43 por 100.000 habitantes, tornando-se a terceira desordem do movimento mais comum (ALBANESE et al. 2013).

### 2.4 FISIOTERAPIA MOTORA

Segundo Mazzoleni et al. (2017), desde a década de 1990, muitas outras abordagens baseadas em tecnologia e tratamentos farmacêuticos inovadores também foram desenvolvidos para reabilitação, incluindo sistemas baseados em realidade virtual (RV), injeções de neurotoxina botulínica (BoNT) e estimulação cerebral não invasiva (NIBS), estimulação de corrente direta (tDCS) e estimulação magnética transcraniana repetitiva (rTMS).

A fisioterapia é importante no tratamento dos pacientes com DC. De acordo com Zetterberg et al. (2008), a fisioterapia pode reduzir a dor, melhorar a conscientização sobre a orientação postural cervical, aumentar a força muscular e reduzir os esforços de mover a cabeça e o pescoço, além de reduzir a dose eficaz de

BnT em alguns pacientes. Podem ser ressaltados os benefícios da fisioterapia, de acordo com os autores, após períodos de desenvolvimento de 6 meses ou mais.

Queiroz et al. (2012) avaliaram 40 pacientes portadores de DC em um estudo aberto, sendo os pacientes divididos em dois grupos, um tratado com Toxina Botulinica (BnT) e fisioterapia, e outro tratado somente com BnT. Os autores observaram melhora do quadro em ambos os grupos, mas houve melhora significativa nos escores de dor e incapacidade somente no grupo tratado com BnT e fisioterapia.

A fisioterapia pode auxiliar, também, na recuperação de pacientes após cirurgias de denervação, começando no terceiro dia após o procedimento cirúrgico, e se estendendo por 6 a 12 semanas após, três vezes por semana, para reeducar os músculos antagonistas antes inibidos pelos movimentos distônicos, e restaurar a amplitude normal de movimento do pescoço (VELICKOVIC, BENABOU e BRIN, 2001).

Atualmente, existem algumas evidências que sugerem que as terapias combinadas podem ser mais eficazes do que as técnicas de tratamento individuais (MAZZOLENI et al., 2017).

## 2.5 MOVIMENTOS DA CABEÇA

Na figura 1 é demonstrada a posição normal da cabeça e na figura 2 pode ser vista a lateralização cervical esquerda e direita. A flexão e extensão cervical é observada na figura 3, na figura 4 é mostrada a rotação cervical esquerda e direita. Os movimentos descritos na tabela 5, flexão lateral cervical para esquerda e direita e figura 6, extensão lateral cervical esquerda e direita, são poucos descritos na literatura.

FIGURA 1 – POSIÇÃO NA NORMALIDADE DA CABEÇA



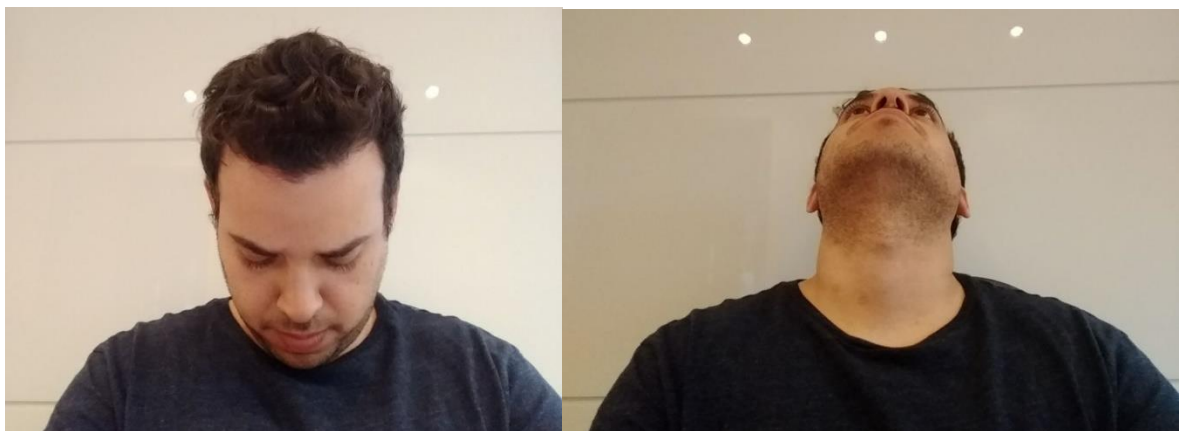
FONTE: O autor (2019)

FIGURA 2 - LATERALIZAÇÃO CERVICAL ESQUERDA E DIREITA



FONTE: O autor (2019)

FIGURA 3 - FLEXÃO E EXTENSÃO CERVICAL



FONTE: O autor (2019)



FIGURA 4 - ROTAÇÃO CERVICAL ESQUERDA E DIREITA



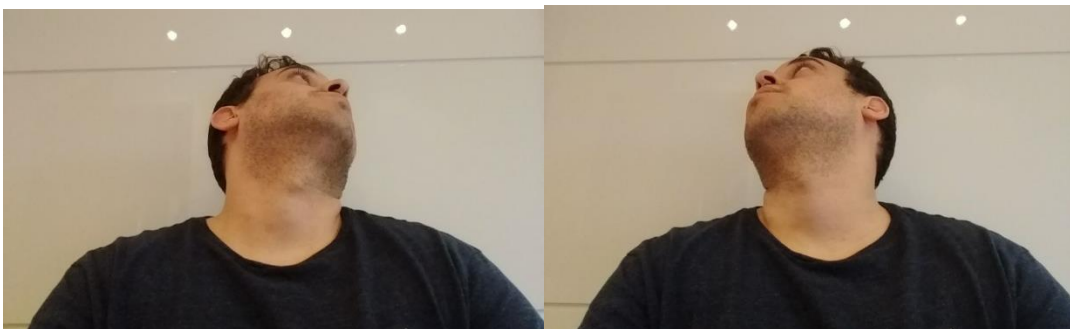
FONTE: O autor (2019)

FIGURA 5 - FLEXÃO LATERAL CERVICAL PARA ESQUERDA E DIREITA



FONTE: O autor (2019)

FIGURA 6 - EXTENSÃO LATERAL CERVICAL ESQUERDA E DIREITA



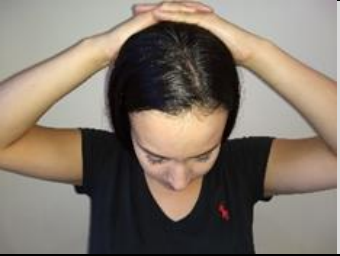



FONTE: O autor (2019)



É de suma importância a avaliação da amplitude de movimento da coluna cervical, pois oferece relevantes e importantes informações a respeito do estado de

saúde, do tratamento e das respostas provenientes de programas de exercícios físicos durante a reabilitação (ACHOUR JUNIOR et al., 2013).

Alguns exercícios são específicos para a distonia cervical, sendo que estes alongamentos musculares representados na tabela 3 são para a região cervical e auxiliam na redução da dor, na melhoria da qualidade de vida e no aumento da amplitude. O alongamento deve ser feito de forma suave, sem forçar excessivamente a região afetada pela distonia, e o tempo de duração do alongamento deve variar de 10 a 30 segundos, dependendo do grau de acometimento doença.

TABELA 3 - EXERCÍCIOS RECOMENDADOS PARA ALONGAMENTO DA CERVICAL

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, mão esquerda na orelha direita e puxar a cabeça para o lado esquerdo	
Rotação cervical direita e esquerda	Em Pé e Sentado	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	

		<p>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>	
<p>Extensão lateral cervical direita e esquerda</p>	<p>Em Pé e Sentado</p>	<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>	

FONTE: O autor (2019)

## 2.6 TORONTO WESTERN SPASMODIC TORTICOLLIS RATING SCALE (TWSTRS)

Esta escala, desenvolvida por (CONSKY et al., 1990), é um questionário aplicado pelo investigador, sendo a ferramenta padrão para avaliação de DC. É composto por três subescalas projetadas para avaliar os aspectos motores do DC, medir o impacto do DC nas atividades da vida diária e quantificar a dor causada pelo DC e suas consequências sobre a vida dos indivíduos afetados (SALLEM, 2015).

A primeira parte é baseada nos achados físicos (subescala de intensidade), a segunda parte avalia a incapacidade e a terceira parte a dor. A escala TWSTRS da intensidade inclui os seguintes itens: A. desvio máximo possível (rotação, inclinação ou laterocolo, anterocolo, retrocolo, deslocamento lateral, deslocamento vertical); B. fator de duração; C. efeito de truques sensitivos; D. elevação/deslocamento anterior do ombro; E. amplitude de movimento (sem o auxílio de truques sensitivos); F. tempo (até 60 segundos) durante o qual o paciente é capaz de manter a cabeça dentro de 10° da posição neutra sem fazer uso de truques sensitivos (média de duas tentativas). A soma de A à F equivale a uma pontuação máxima de 35 (JOST et al. 2013).

O TWSTRS de incapacidade, segundo Jost et al. (2013) e Sallem (2015), é uma escala de seis itens que compreende uma avaliação dos desempenhos das atividades diárias que podem ser afetadas pelo DC: desempenho no trabalho, atividades da vida diária (isto é, alimentar-se, vestir-se, banhar-se, barbear-se, maquiarse, etc), dirigir, leitura, assistindo televisão e atividades fora de casa (fazer compras, caminhar, ir ao cinema, jantar fora e outras atividades de lazer). Cada item é classificado em uma escala de 6 pontos (0 = sem dificuldade, 5 = maior grau de incapacidade, máximo = 30).

O TWSTRS da dor consiste em um escore de gravidade para o paciente habitual, com nota de 0 à 10 para o mínimo, máximo e média de dor que sentiu na última semana, bem como um componente de duração da dor e uma avaliação da incapacidade pela dor. Este resultado é dividido por 4. O valor máximo deste domínio é 10. Posteriormente, solicita-se ao paciente que avalie a duração da dor em um período de 24 horas. A pontuação deste domínio varia de 0 a 5, sendo maior quanto mais perene for a dor. Por último, solicita-se ao paciente que, em uma escala de 0 a 5, avalie o quanto da incapacidade é produzida pela dor. (JOST et al., 2013 e SALLEM, 2015).

No entanto, a escala TWSTRS não leva em conta o tremor distônico, que pode acontecer em mais de metade dos pacientes portadores de distonia cervical (PAL et al., 2000).

A TWSTRS já foi validada para o Japonês (KAJI et al., 2009), e foi traduzida para o Francês (GAYRAUD e VIALLET, 2008). É a escala de avaliação de DC mais utilizada em estudos clínicos (TARSY, 1997; CANO et al., 2004; ONDO et al.; SKOGSEID e KERTY; ZETTERBERG et al., 2005; COMELLA et al. 2016; OSTREM et al., 2011; PAGAN et al., 2012; JOST et al.; WALSH et al., 2013; DRESSLER et al., 2014), o que reforça sua importância como instrumento largamente difundido para avaliação clínica dos pacientes com DC.

A fidedignidade na aplicação da escala TWSTRS foi analisada entre Fisioterapeutas e Neurologistas através da subescala gravidade. O nível de confiança entre os avaliadores Neurologistas e Fisioterapeutas foi, respectivamente, 0,75 ( $p < 0.001$ , intervalo de confiança 0.44-0.89) e 0,82 ( $p < 0.001$ , intervalo de confiança 0.30-0.94), mostrando que os Fisioterapeutas apresentam boa confiabilidade na aplicação da escala e podem avaliar com segurança os pacientes (BOYCE et al., 2012).

## 2.7 REALIDADE VIRTUAL E BENEFÍCIOS

Caballero et al. (2017) dizem que a Realidade Virtual (RV) simula experiências reais que até provocam reações fisiológicas e isso ocorre graças as capacidades de imersão (a autoconsciência do usuário é reduzida à medida que ele interage) e a presença (percepção do ambiente virtual como real). Uma vantagem adicional de usar ambientes virtuais é que os sujeitos têm a situação virtual sob controle, reduzindo e até mesmo impedindo a ansiedade.

Este tema não é novo como comunidade de discussão e estudos, procuramos as possibilidades educacionais de experiências virtuais e simulações durante décadas, no entanto, agora, a popularidade da RV é particularmente elevada com base em vários avanços tecnológicos (BROWN e GREEN, 2016).

Um relatório do Ericsson Consumer Insight (ERICSSON CONSUMERLAB, 2015), identifica que a realidade virtual (RV), está entre uma das 10 tendências de consumo de 2016. Significa que esta tecnologia está sendo difundida para a

população e com acesso a este artifício a possibilidade de implantar novas formas de reabilitação se prevalecendo da realidade virtual pode ser tornar palpável sua utilização para todas pessoas.

Didaticamente para compreensão dos termos de RV e RA está postulado pelo fluxo de realidade contínua (MILGRAN e KISHINO, 1994), visto na figura 7, que introduz os conceitos e fundamentos entre as tecnologias de RV e Realidade Mista.

FIGURA 7 - CONTINUUM DE REALIDADE – VIRTUALIDADE (ADAPTADO PARA REABILITAÇÃO VIRTUAL)



FONTE: Milgran e Kishino (1994), adaptador pelo autor.

A Realidade Misturada ou Mista compreende o intervalo entre o ambiente real e o virtual, sendo que possui a inserção de textos, imagens e objetos virtuais, enriquecendo as informações perceptíveis do usuário sobre o ambiente físico em tempo real com algum dispositivo de interação (KIRNER e KIRNER, 2011).

Segundo Won et al. (2017) além de proporcionar distração e prazer, a realidade virtual pode proporcionar um ambiente psicológico e fisiológico corretivo e pode facilitar a reabilitação para pacientes pediátricos com dor crônica, além de neuroreabilitação para crianças que sofrem de AVC e paralisia cerebral. Com o advento dos sistemas RV de consumo de baixo custo, as oportunidades de pesquisa e implantação de RV na clínica têm se expandido (WON et al., 2017). No entanto, a natureza poderosa e transformadora de muitas experiências de RV também pode representar alguns riscos e deve ser utilizada com cautela no desenvolvimento de intervenções terapêuticas (CUMMINGS e BAILENSEN, 2016).

Existem séries de opções de hardware e software RV de baixo custo e fácil de usar que estão bem ao alcance da população (BROWN e GREEN, 2016).

## 2.8 *SERIOUS GAME*

Atualmente existe uma grande demanda para o desenvolvimento de ferramentas para a reabilitação de pacientes que sofrem de várias deficiências. Além disso, o uso de jogos sérios como parte dessas ferramentas de reabilitação também estão proliferando. *Serious games* é um campo de pesquisa que evoluiu substancialmente com valiosas contribuições potencialmente benéficas em muitas áreas (REGO, MOREIRA e REIS, 2018).

Segundo Deguirmendjian, Miranda e Zem-Mascarenhas (2016) são apontados como *serious game* (jogo sério) os jogos que têm como características, propósito, conteúdos e desenho específicos. O propósito do jogo constituiria no objetivo do jogo, o que alcançar; o conteúdo seria a metodologia para chegar no propósito e o desenho estabelece a forma como o propósito será atingido e o conteúdo apresentado. Os *serious games* simulam situações ou processos do mundo real que são projetados com a finalidade de resolver um problema, tendo como objetivo atingir algum resultado em benefício do jogador.

No campo da saúde, a integração entre *serious games* e realidade virtual também é importante, pois a realização de atividades de capacitação e treinamento através de jogos requer, muitas vezes, que as situações apresentadas aos usuários reproduzam a realidade e incluam o envolvimento dos sentidos humanos. Nesse contexto, a RV pode auxiliar principalmente nos aspectos de visualização, navegação e interação com o usuário (COSTA, MACHADO e MORAES, 2014).

### 3 MATERIAIS E MÉTODO

#### 3.1 MATERIAIS

Para a realização da pesquisa foram utilizados os óculos VR Box 2.0 3D de Realidade Virtual, modelo 2.0, marca VR BOX, compatíveis com celular smartphone com sistemas Android, IOS e Windows Phone, conforme a figura 8. O controle bluetooth, mede aproximadas de 12 centímetros de altura, 3,5 centímetros de largura e 4,5 centímetros de profundidade e alimentação do controle com duas pilhas AAA. Os óculos tem a medida de 10 cm de altura, 19 cm de largura e 14 cm de profundidade, peso aproximado de 520 gramas, composto de material plástico ABS, lente esférica de resina de 42 mm. Possui regulagem total das lentes em foco e distância. Compatível com tamanho mínimo da tela de 4.7 polegadas e tamanho máximo de 6 polegadas

FIGURA 8 - ÓCULOS DE REALIDADE VIRTUAL VR BOX 3D E CONTROLE BLUETOOTH



FONTE: O autor (2019)

Para a mensuração da angulação de movimentos foi utilizado o Flexímetro Sanny, conforme demonstra a figura 9, com sistema pendular gravitacional, onde o ângulo é produzido por efeito da gravidade e quantifica de 1° (um grau) a 360° (trezentos e sessenta graus), progressivos e regressivos (MONTEIRO, 2000).



FIGURA 9 - FLEXÍMETRO SANNY



FONTE: O autor (2019)

O flexímetro Sanny apresentado na figura 10 é de simples manuseio e tem fácil visualização no momento de coletar os resultados, pois ele possui uma escala angular progressiva e regressiva facilitando na coleta dos resultados.

FIGURA 10 - ESPECIFICAÇÕES DO FLEXÍMETRO SANNY



FONTE: Monteiro (2000)

O aparelho celular utilizado para desenvolver o jogo, mostrado na figura 11, foi o Moto G5 plus dual-chip, modelo XT1683, com display de 5.2" com resolução de 1920x1080p. Com dimensões de 150.2 x 74 x 7.7 mm (altura x largura x comprimento) e peso de 155 gramas. Possui chipset Cortex-A53 Qualcomm Snapdragon 625

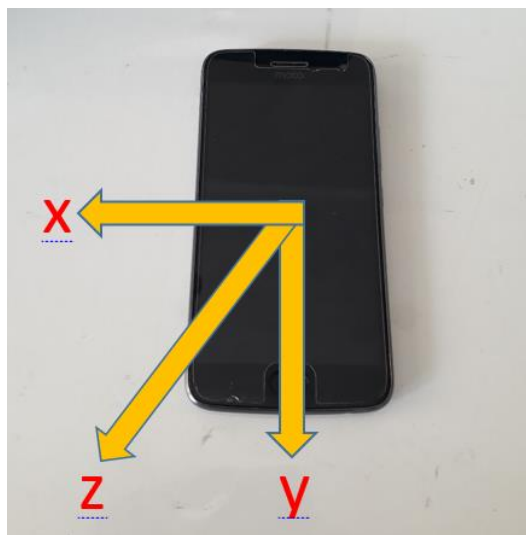
MSM8953, processador 2.0 GHz Octa Core, 64 Bit, GPU Adreno 506, RAM de 2 GB, memória de 32 GB, memória expansível micro SD até 128 GB. Conforme a figura 12, demonstra a orientação dos eixos que definem os componentes de aceleração do celular.

FIGURA 11 - APARELHO CELULAR MOTOROLA G5 PLUS



FONTE: O autor (2019)

FIGURA 12 - ORIENTAÇÃO DOS EIXOS QUE DEFINEM AS COMPONENTES DA ACELERAÇÃO DE UM CELULAR

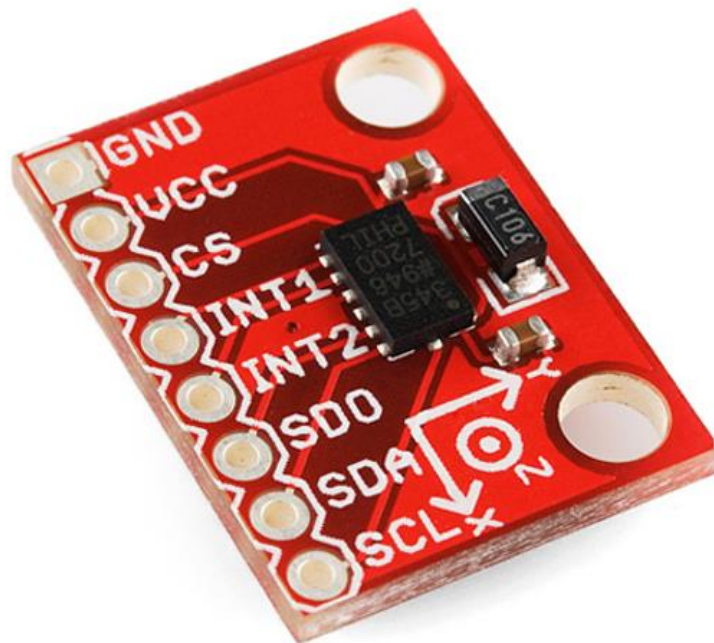


FONTE: O autor (2019)

O acelerômetro apresentado na figura 13 é um sensor de movimentos, que é capaz de identificar variações de aceleração em um corpo, tanto em uma, duas ou

três dimensões (anteroposterior, médio lateral e vertical). Tratando da precisão dos resultados coletados, os acelerômetros oferecem maior grau de validade e reprodutibilidade do que outros instrumentos, fatores importantes para estabelecer relações com variáveis de saúde (LEE e SHIROMA et al., 2014; TROIANO et al., 2014).

FIGURA 13 - PLACA COM ACELERÔMETRO TRIAXIAL – ADXL345



FONTE: O autor (2019)

### 3.2 MÉTODO

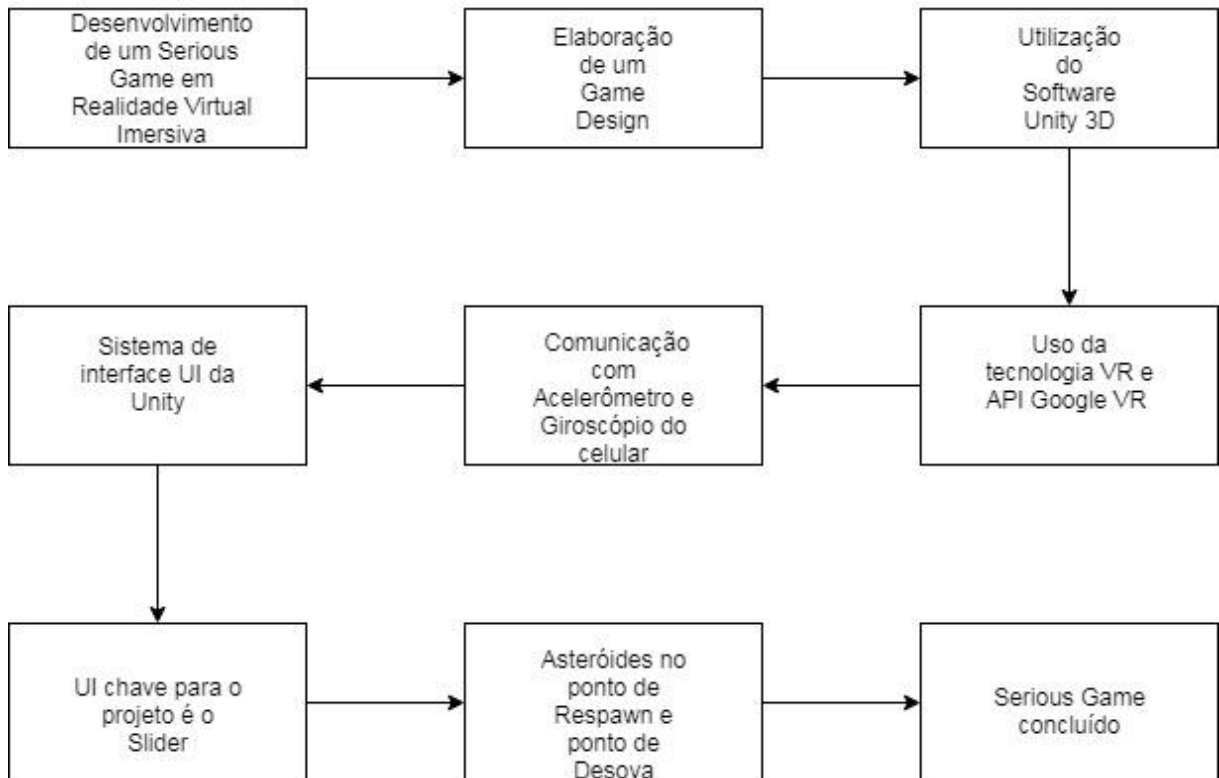
Para o desenvolvimento da pesquisa utilizei um celular contendo giroscópio e acelerômetro, e por meio destes foram medidos os ângulos; coletados os dados, que foram analisados e passaram por um tratamento estatístico.

A RV enriquece o ambiente com objetos virtuais, produzidos por computação gráfica e técnicas de manipulação de vídeo, trazendo mais informação e promovendo uma maior interatividade entre o usuário e o ambiente nele imerso.

Na figura 14 é apresentado o fluxograma de desenvolvimento da pesquisa e demonstra etapas seguidas, passando pelo desenvolvimento do *serious game* em realidade virtual imersiva, após a criação de um protocolo de utilização do jogo em

caráter fisioterápico; a seleção dos pacientes que foram divididos em três grupos, do sexo masculino e feminino, posteriormente coletaram os dados e realizaram as análises estatísticas e conclusões.

FIGURA 14 - FLUXOGRAMA DE DESENVOLVIMENTO DO *SERIOUS GAME*



FONTE: O autor (2019)

A prototipação de desenvolvimento junto a análises de necessidade realizadas aponta para uma forma de desenvolvimento da aplicação em tempo real para o paciente (ou o terapeuta), em conjunto com o jogo. Toda a conceitualização de realidade virtual pôde então ser visualizada, já que desse modo, a realidade seria incrementada de objetos virtuais projetados em tempo real na tela para o usuário.

Foi utilizado o óculos virtual VR BOX 2.0, para o rastreamento e posicionamento da cabeça do paciente, que é identificada através de uma calibração inicial do jogo. O usuário controla uma mira através de movimentos realizados com a cabeça.

O *serious game* será submetido ao Instituto Nacional da Propriedade Industrial, para o patenteamento do jogo.

### 3.2.1 FORMAÇÃO DOS GRUPOS

Estabeleceram-se como critérios de inclusão a presença de DC para o grupo experimental (GE), que jogaram o *serious game*; a presença de DC para o grupo controle (GC) que não jogaram, e o grupo experimental sem distonia cervical (GESD) que jogaram o *serious game*. Os três grupos foram divididos por sexo, masculino e feminino, por questões específicas de anatomia e fisiologia da estrutura muscular.

Os participantes foram dos dois gêneros e com idades entre 18 e 40 anos. Os participantes não foram submetidos a tratamento fisioterapêutico nos últimos seis meses. Foram recrutados sujeitos a partir de um proclame público na secretaria de saúde e nos postos de atendimento fisioterápico na cidade de Maringá (PR).

Os 30 voluntários foram distribuídos, conforme a presença ou ausência de DC verificada pelo critério de diagnóstico em pesquisa para Toronto Western Spasmodic Torticollis Rating Scale (TWSTRS).

Dividiram em seis grupos, masculino e feminino; GE composto por 10 sujeitos com DC, sendo 5 homens e 5 mulheres; GC com 10 indivíduos, 5 homens e 5 mulheres com DC e GESD composto por 10 sujeitos sem DC, 5 homens e 5 mulheres.

### 3.2.2 SELEÇÃO DOS PACIENTES

Foram selecionados os pacientes com distonia cervical (focal, segmentar, multifocal, hemidistonia e distonia generalizada) residentes na cidade de Maringá.

Os critérios de inclusão foram, o paciente apresentar distonia cervical focal ou segmentar; apresentar distonia generalizada, hemidistonia ou distonia multifocal com indicação de tratamento fisioterápico para distonia cervical.

Como o protocolo de reabilitação tende a atenuar as dores da coluna cervical, será suspensa a pesquisa com o indivíduo que omitir algum dado relevante ao questionário ou quando durante o processo de reabilitação este apresentar uma sensação de dor não suportável e então será encaminhado para o atendimento médico local.

### 3.2.3 TRATAMENTO

A realização do jogo foi na posição sentada conforme figura 15, tendo como protocolo de jogabilidade: 1) deixar as pernas ligeiramente afastadas, com os pés bem apoiados no chão, e que a altura da cadeira seja a mesma distância entre seu joelho e o chão, onde a flexão dos joelhos devem formar um ângulo de 90°; 2) sentar com o quadril levemente para frente (retroversão pélvica); 3) manter as costas eretas, mantendo a curvatura normal da coluna; 4) posicionar os ombros levemente para trás (retração da cintura escapular) e os braços deverão estar pendidos ao longo do corpo, com a cabeça orientada no plano de Frankfurt; 5) olhando para o centro da tela do celular e mantendo o queixo paralelo ao chão.

FIGURA 15 - POSIÇÃO DE JOGABILIDADE



FONTE: O autor (2019)

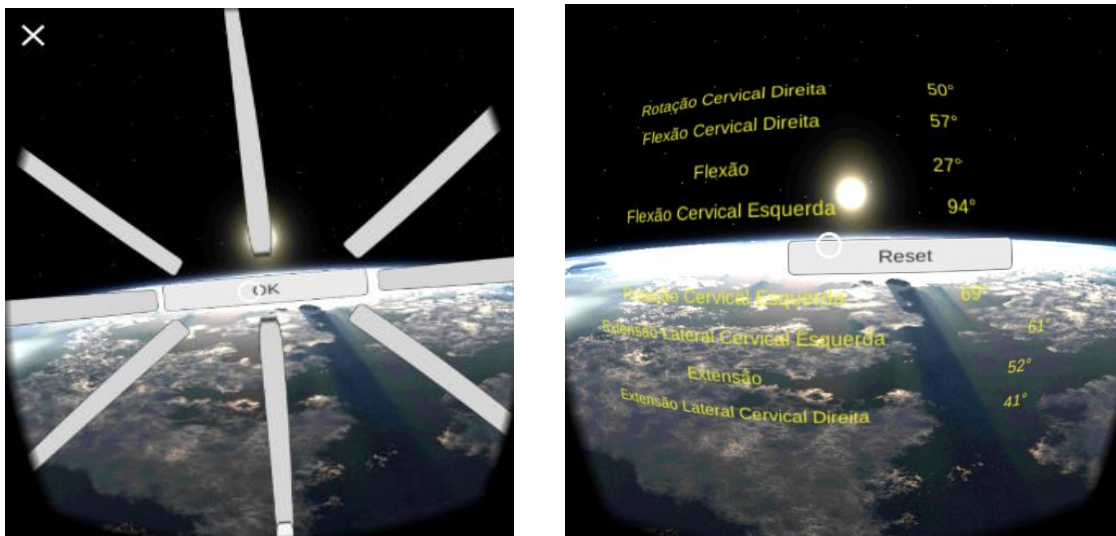
As sessões de exercícios foram realizadas diariamente, com duração de 6' minutos por dia, no período de 15 dias. Dependendo do grau de acometimento e amplitude de movimento do paciente, o jogo fará a identificação dos ângulos e calibrará a fase do jogo, sendo específica para cada jogador e, conforme evolução da amplitude de movimento do paciente, o jogo automaticamente mudará de fase se ajustando a capacidade do jogador. O *serious game* tem fases referentes aos movimentos e ângulos da amplitude do pescoço, sendo flexão, flexão lateral, extensão, extensão lateral, inclinação para a direita e esquerda e rotação para a direita e esquerda.

Os benefícios para os sujeitos da pesquisa foram o tratamento gratuito e o restabelecimento de suas funções por meio da fisioterapia. Os riscos são o não restabelecimento de suas funções por omissão de algum fato relevante à pesquisa ou diagnóstico mascarado ou equivocado.

### 3.2.4 COLETA DOS DADOS

Os dados foram coletados durante os meses de novembro de 2018 e abril de 2019 e se deu por meio do teste de flexibilidade da coluna cervical que foi mensurado através do aparelho flexímetro da marca *Sanny*®. Também foram coletados os dados através do *serious game* desenvolvido, conforme demonstrado na figura 16, que com o auxílio da tecnologia do acelerômetro e giroscópio dos celulares tem por finalidade verificar medidas angulares, utilizando realidade virtual imersiva.

FIGURA 16 - TESTE DE AMPLITUDE DE MOVIMENTOS E ÂNGULOS



FONTE: O autor (2019)

O presente estudo foi enviado para O Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Estadual de Maringá (UEM) e todos os voluntários assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE). O Termo foi distribuído aos participantes da pesquisa no início da seleção, os quais terão uma instrução informativa sobre a pesquisa os riscos e benefícios da participação.

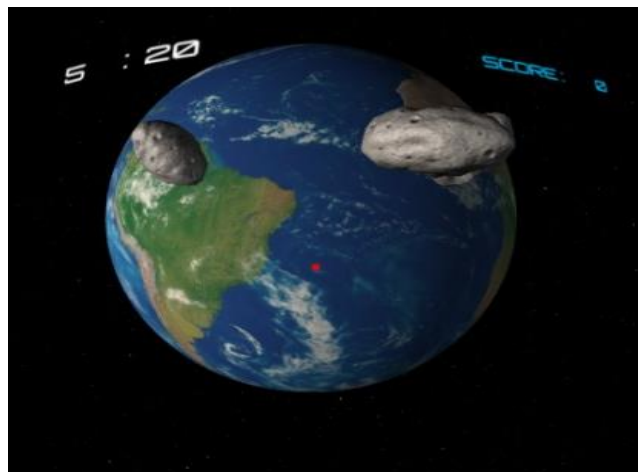
O jogo foi realizado na casa do paciente, onde foram disponibilizados os óculos de realidade virtual e o jogo. O profissional de Educação Física irá ensinar e auxiliar o participante da pesquisa. Considerando a Resolução do Conselho Federal de Fisioterapia e Terapia Ocupacional (COFFITO), nº 396/2011, onde é considerado o uso de terapias com base em sistemas de RV, o protocolo de tratamento tem o foco em atender os requisitos funcionais da atividade terapêutica de forma a adequar-se aos requisitos computacionais limitantes do sistema, sem prejuízo para o paciente. E a **Resolução CONFEF nº 337/2017 que confere ao profissional de Educação Física** indicar e promover publicações de assuntos de interesse da profissão e do Profissional de Educação Física.

### 3.2.5 JOGABILIDADE DO *SERIOUS GAME*

O objetivo do jogo é fazer com o que o usuário tenha progresso no tratamento da distonia cervical, fazendo com que a reabilitação seja interativa, buscando o engajamento e motivação do paciente. Visando estimular a realização dos exercícios em realidade virtual imersiva, onde o paciente executa as ações e interage, usando os movimentos do pescoço com um *cardboard*.

O jogo desenvolvido foi com uma interface planetária, onde encontraremos o planeta Terra ao fundo e no centro da tela uma mira, que simula uma arma. Asteroides surgiram na tela de jogo, no sentido da terra, e o jogador deve destruí-los, apresentado na figura 17.

FIGURA 17 - INTERFACE DO *SERIOUS GAME*



FONTE: O autor (2019)



O jogador encontrará uma interface que simula um Goniômetro Virtual (Flexímetro), que vai mensurar a amplitude de movimentos do paciente, em graus, e identificar quais movimentos o paciente tem dificuldade de realizar e com base nesses dados o objetivo do jogo será traçado.

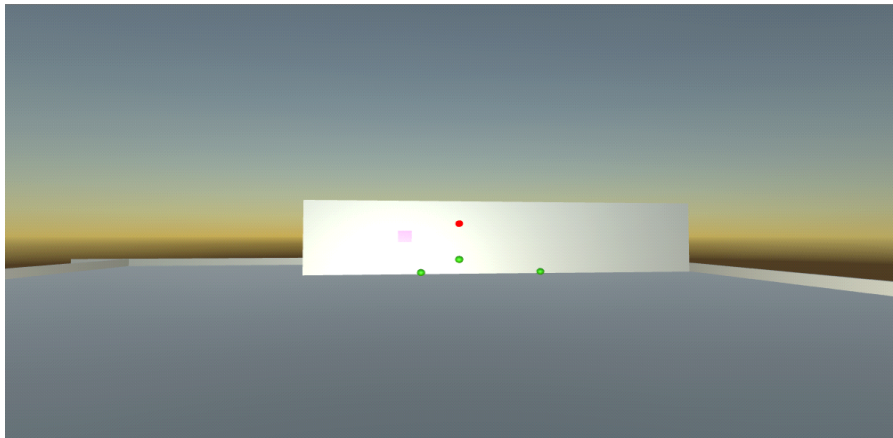
A duração de cada partida será de seis minutos, o paciente é direcionado novamente na tela inicial do Goniômetro para fazer a comparação das amplitudes e mostrar se houve ou não avanço. O game não terá vencedor nem perdedor.

### 3.2.6 CONTROLES DO *SERIOUS GAME*

O jogador irá movimentar a mira durante o jogo com a cabeça e quando esta chegar até o asteroide o jogador deve apertar o botão do controle para destruir.

A figura 18 mostra a mira de vermelho que servirá de guia para o jogador e se localizará ao centro da tela do jogo e nas cores verde são os asteroides lançados em direção a Terra.

FIGURA 18 - JOGO EM DESENVOLVIMENTO NA UNITY COM A MIRA EM VERMELHO

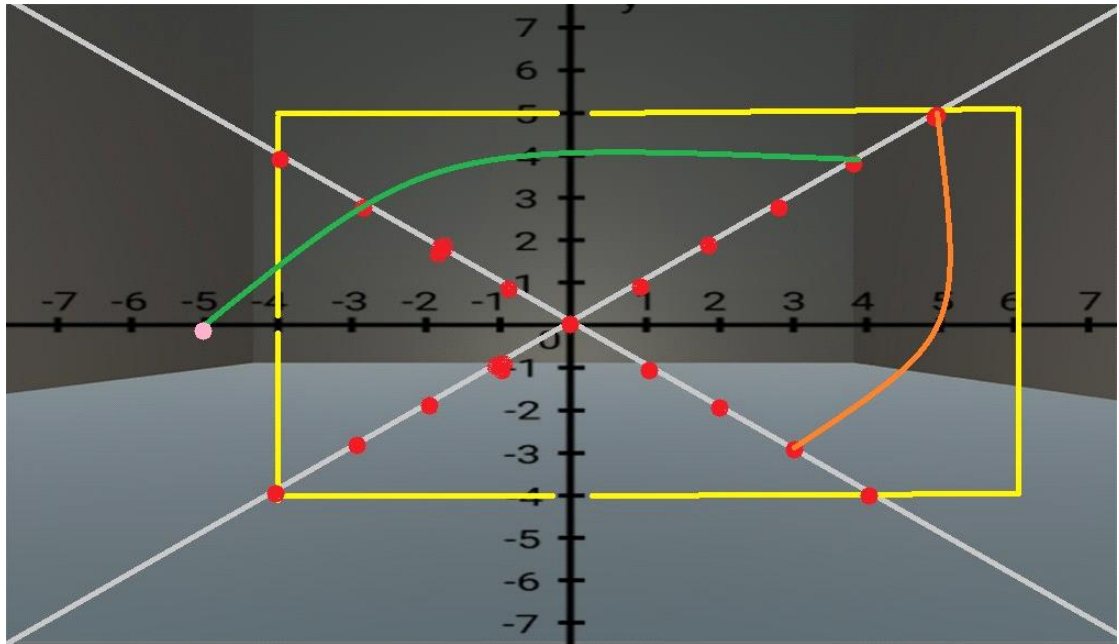


FONTE: O autor (2019)

### 3.2.7 CAPTURA DOS OBJETOS

Os objetos para o paciente capturar não apareceram de maneira aleatória. Foi feito um sistema que define os limites do jogador como mostrado na figura 19. Os pontos de respawn são locais determinados no jogo onde os asteroides iram aparecer conforme o tempo determinado e iram se deslocar até outro ponto também determinado.

FIGURA 19 - SISTEMA DE RESPAWN DENTRO DO PLANO DE JOGO



FONTE: O autor (2019)

Na figura 19 está demonstrada a seguinte situação, onde o plano cartesiano destacado em preto será como o Goniômetro, que dirá qual é o limite do jogador. Na figura 19 o limite está traçado em cor amarela onde a extensão é de  $50^\circ$ , a flexão é  $40^\circ$ , a rotação esquerda  $40^\circ$  e a rotação direita é  $60^\circ$ . Uma outra linha na diagonal em branco é traçada e seus valores foram iguais aos resultados do Goniômetro, ou seja se a relação de movimentos entre flexão e rotação direita, onde flexão é igual a  $40^\circ$  e rotação direita é igual  $60^\circ$ , o valor da reta da diagonal será de  $40^\circ$ , porque o menor valor é onde o nosso paciente tem dificuldade de movimentação.

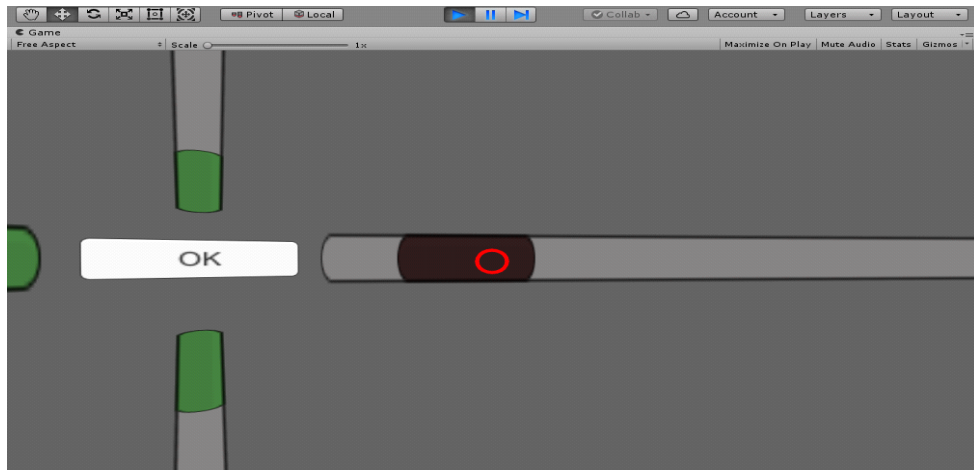
Os pontos destacados em vermelho na reta diagonal na figura 19 se encontram os pontos de desova, tanto como a diagonal e extensão, flexão, rotação, terão a cada  $10^\circ$  um ponto de desova e referência. O ponto de desova é a referência onde o asteroide irá se autodestruir, um ponto final.

Um exemplo é na linha laranja da figura 18, o objeto terá o ponto de desova na localização do ponto entre a extensão  $50^\circ$  e rotação direita  $50^\circ$  ou  $(X=5, Y=5)$ , e passará pela referência rotação direita  $50^\circ$  ou  $(X=5)$  e terá o ponto final de desova no ponto da diagonal  $30^\circ$  ou  $(XY=30)$ .

### 3.2.8 INTERFACE DE CALIBRAÇÃO

A simulação do Goniômetro será feita através de uma ScrollBar ou barra de rolagem, ilustrada na figura 20.

FIGURA 20 - SCROLLBAR OU BARRA DE ROALAGEM



FONTE: O autor (2019)

Com base nesse valor o ângulo é exibido conforme figura 21, sabemos que toda a parte do controle é feita pelo movimento do jogador ao tentar movimentar a scrollbar, um valor entre 0 a 1 é exibido, sabendo o limite que alguém pode rotacionar o pescoço a direita é  $90^\circ$  multiplicamos o valor dado pela scrollbar por 90, e ficaria assim. Se o scrollbar for igual a 0.65, para saber o angulo faremos  $0.65 \cdot 90$  e saberemos que a rotação feita pelo jogador foi de  $58,5^\circ$ . Para a elaboração da equação utilizamos o Microsoft Visual Studio demonstrado na figura 21.

FIGURA 21 - MICROSOFT VISUAL STUDIO

```

using System.Collections;
using System.Collections.Generic;
using UnityEngine;
using UnityEngine.UI;

public class ValueCanvas2 : MonoBehaviour
{
    Scrollbar Graphic_;
    public static float value2;
    public Text _text;
    // Use this for initialization
    void Start()
    {
        Graphic_ = GetComponent<Scrollbar>();
    }

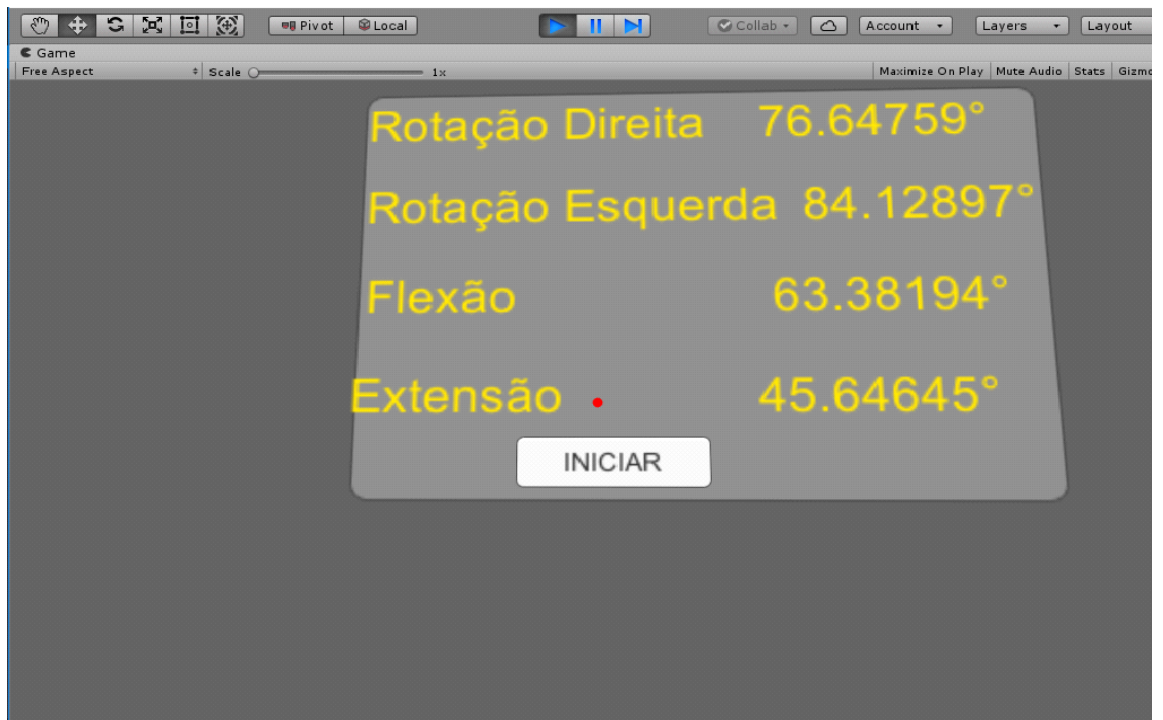
    // Update is called once per frame
    void Update()
    {
        // Pegamos o valor da scrollbar
        value2 = Graphic_.value;
        // É multiplicação pela a rotação máxima e conseguimos obter o angulo do jogador;
        value2 = value2 * 90;
        _text.text = "" + value2 + "°";
    }
}

```

FONTE: O autor (2019)

A figura 22 abaixo demonstra no sistema da Unity os resultados coletados da amplitude de rotação de movimento em graus.

FIGURA 22 - RESULTADOS DA AMPLITUDE DE MOVIMENTO OBTIDOS EM GRAUS



FONTE: O autor (2019)

### 3.2.9 GAME DESIGN DOCUMENT DO SERIOUS GAME

Para a construção do protótipo foi utilizado o software Unity 3d, que é um programa de criação de jogos, 2D e 3D multi-plataforma. Por ter uma interface de desenvolvimento bem interativa e amigável, para todos os níveis de desenvolvedores. É um software bem leve em comparação a outros do mercado, e sem perder o desempenho. A Linguagem de sintaxe ou script, termos usados na programação, usa C#. Pelo protótipo ser Mobile, a Unity 3D tem uma ótimas funcionalidades para melhorar o desempenho da aplicação.

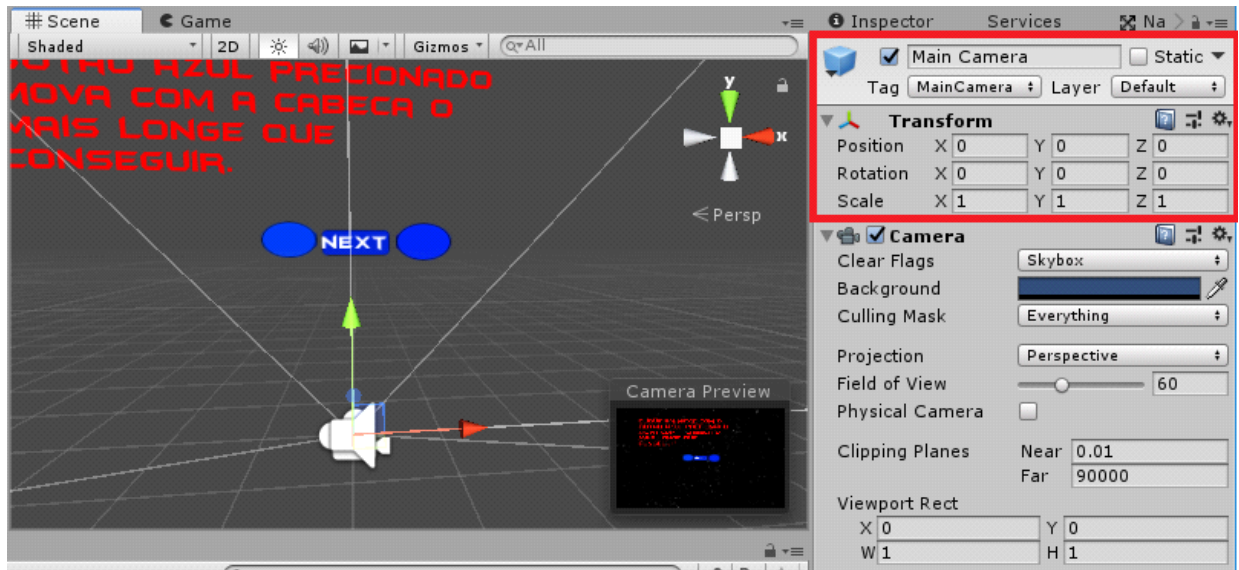
O sistema desenvolvido é direcionado para tratamento da distonia cervical, e por este motivo a tecnologia de realidade virtual se torna a grande chave. Com ajuda de um óculos de RV, o jogador visualiza em outra realidade podendo interagir com o mundo apresentado. O funcionamento desta tecnologia é consolidada porque temos um componente específico chamado acelerômetro, sendo um dispositivo presente em celulares, GPS, carros e etc. O acelerômetro trabalha analisando a velocidade da força aplicada e mostra a direção da força imposta no celular. Um software do sistema operacional do dispositivo pega esses resultado e exibi como por exemplo a rotação de imagem no smartphone, a velocidade do carro exibida no GPS do carro.

A tecnologia RV, usa uma *Application Programming Interface* (API), que é uma Interface de programação de Aplicativos. Esta aplicação analisa os valores do acelerômetro, para melhorar ainda mais a sensação de imersão. A tela do jogo é dividida em dois, para simular o olho esquerdo e direito, e com o auxílio de um óculos RV, o jogador olhe e interage em tempo real com a aplicação.

Para essa comunicação com o jogo e acelerômetro a API GoogleVR se mostra bastante útil, por ser uma plataforma de simples configuração, sem necessidade de grandes modificação durante o desenvolvimento, e por ser extremamente leve com relação a utilização de memória. Existem aplicações de realidade virtual que ocupam grande parte de memória em relação ao restante de outras aplicações, e a GoogleVR se mostrou adequado em comparação a outras API.

A Unity funciona na tela do paciente com uma MainCamera, conforme figura 23, que é responsável por mostrar o campo de visão do paciente, por ser um projeto 3D a Unity trabalha com posições e rotações em 3 planos X,Y e Z, e a escala não interfere na câmera.

FIGURA 23 – SOFTWARE UNITY 3D COM A MAINCAMERA

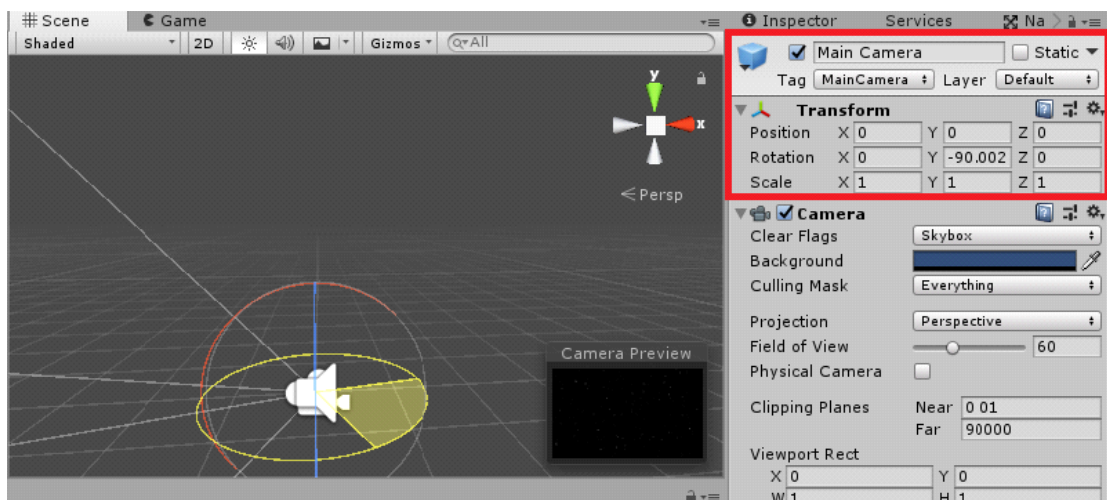


FONTE: O autor (2019)

A figura 24 demonstra o sistema de rotação, sem sair da origem, vai rodando em diferentes ângulos definindo a sua posição final. Pode ser positiva, quando se move ao contrário do sentido dos ponteiros do relógio, ou negativa, quando se move no mesmo sentido dos ponteiros dos relógios.

Ao rotacionar a câmera para o eixo X, podemos notar que conforme seu valor aumenta ele é rotacionado no mesmo eixo, em todos os pontos, seja X, Y e Z. Os valores são cumulativos, portanto podemos notar que ao mover em 360° seu valor não é resetado como um valor de angulo normal, ele é acumulativo.

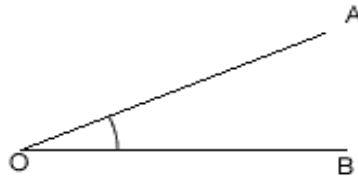
FIGURA 24 - UNITY 3D COM A MAINCAMERA DEMONSTRANDO OS EIXOS



FONTE: O autor (2019)

Ângulo é a área entre duas semi-retas que se encontram, OA e OB, que são semi-retas (infinitas, por definição). O é o ponto em que as duas semi-retas se encontram. A área contida entre estas duas semi-retas é o ângulo  $\hat{A}\hat{O}\hat{B}$ .

FIGURA 25 - ÂNGULO  $\hat{A}\hat{O}\hat{B}$



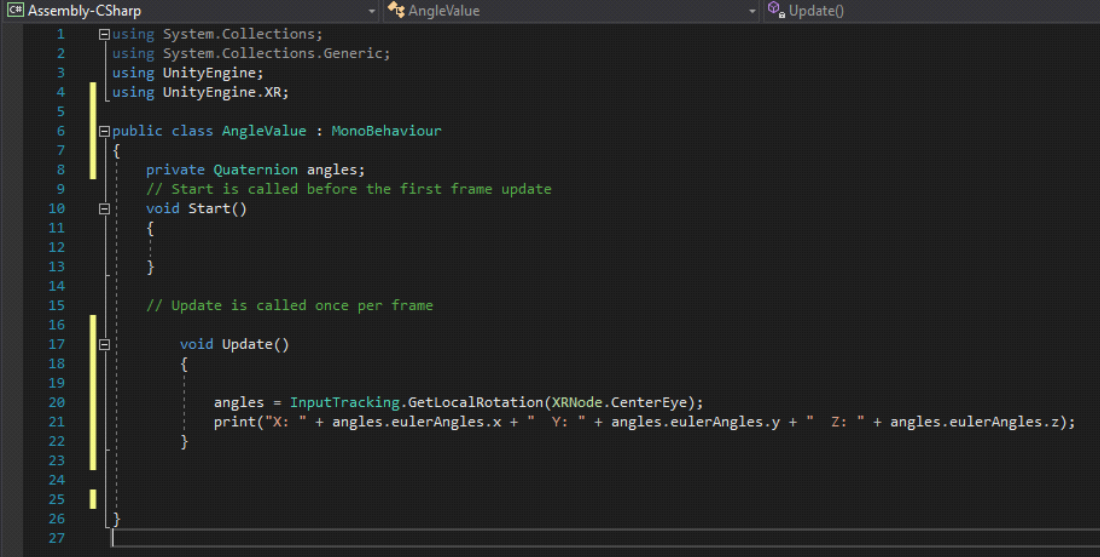
FONTE: O autor (2019)

Se continuarmos até que o ponto A se junte ao ponto B, temos uma volta completa e esse ângulo é referente a  $360^\circ$ . Nesse protótipo o uso do ângulo é fundamental porque seu valor precisa obter uma baixa margem de erro. Como o *serious game* necessita da tecnologia RV, o uso da API GoogleVR nos ajuda a oferecer esta precisão ao jogo. Além desta fazer a comunicação entre o acelerômetro e o jogo, também faz a comunicação com o giroscópio e o jogo.

Sabemos que ângulo é a junção de 2 semirretas ligadas em um único ponto. O giroscópio utiliza a força da gravidade para dizer qual é a posição de um objeto no espaço. Mas basicamente, em um celular, ele consegue detectar se o jogador girar o aparelho no seu próprio eixo, e saber se ele está apontado para cima ou para baixo.

A API GoogleVR nos dá um editor para ser usado em nossa cena, ele simula o uso de um RV sem que seja necessário ter um equipamento em mãos. Com o editor ligado no projeto podemos notar que ao rotacionar nossa câmera ela passa a ter valor de  $360^\circ$ , em todas as direções X,Y e Z, conforme figura 26.

FIGURA 26 - MICROSOFT VISUAL STUDIO DEMONSTRANDO OS ÂNGULOS X, Y E Z



```
1 using System.Collections;
2 using System.Collections.Generic;
3 using UnityEngine;
4 using UnityEngine.XR;
5
6 public class AngleValue : MonoBehaviour
7 {
8     private Quaternion angles;
9     // Start is called before the first frame update
10    void Start()
11    {
12    }
13 }
14
15 // Update is called once per frame
16
17 void Update()
18 {
19     angles = InputTracking.GetLocalRotation(XRNode.CenterEye);
20     print("X: " + angles.eulerAngles.x + " Y: " + angles.eulerAngles.y + " Z: " + angles.eulerAngles.z);
21 }
22
23
24
25
26
27
```

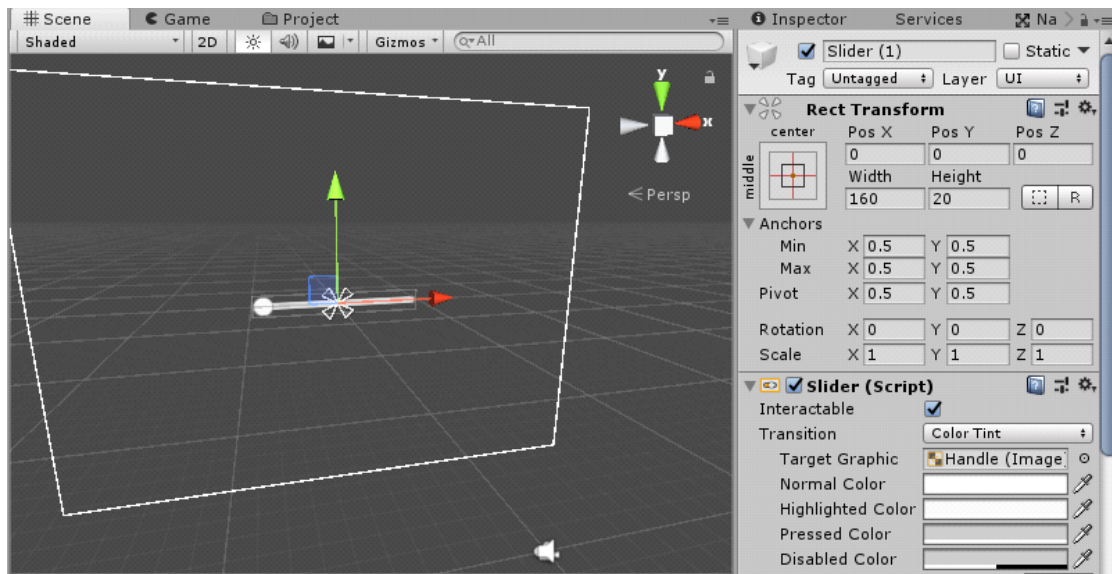
FONTE: O autor (2019)

Tendo em mente os pontos necessário para se realizar o goniômetro e o ângulos analisados, utilizamos a UI (interface do usuário). UI nada mais é do que um sistema de interface onde o usuário interage com o sistema. A unity disponibiliza diversas UI prontas para serem editadas como botão, image, texto, mas uma delas se torna a chave para o projeto, a Slider, demonstrado na figura 27.

Um controle deslizante (do inglês slider) é um elemento de interface gráfica (isto é um componente widget) que permite ajustar o parâmetro em um intervalo de valores pré-definidos quando o usuário move o marcador. Controles deslizantes podem ser usados em conjunto com rótulo para mostrar os valores ajustados (por exemplo, nível de som em tocador de mídia).



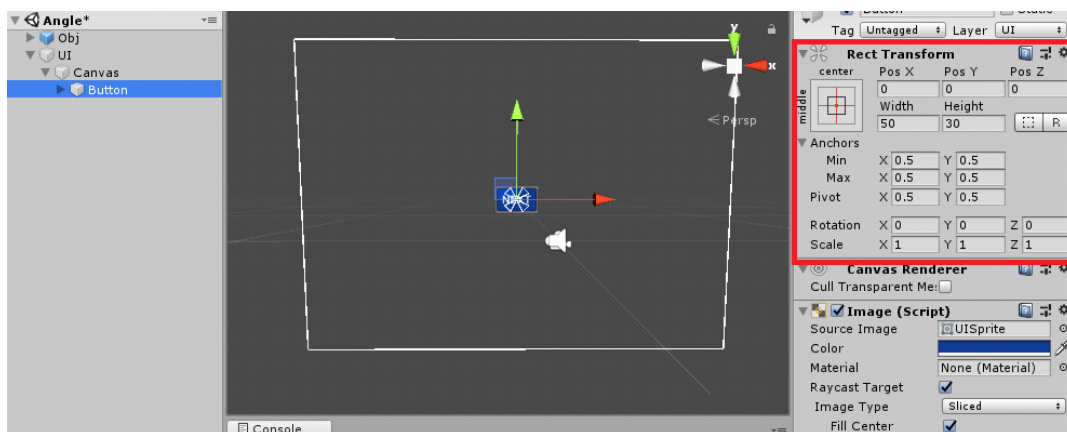
FIGURA 27 - UTILIZAÇÃO DO CONTROLE DESLIZANTE (SLIDER)



FONTE: O autor (2019)

No desenvolvimento do jogo é importante selecionar a opção Screen Space-Camera, e devemos definir a posição inicial. O botão Next será nosso ponto inicial com as coordenadas zeradas então seu valor é de (0, 0, 0), definimos agora um ponto inicial ele será o ponto zerado do jogador, demonstrado na figura 28.

FIGURA 28 - RECT TRANSFORM POS X, Y, Z (0, 0, 0)



FONTE: O autor (2019)

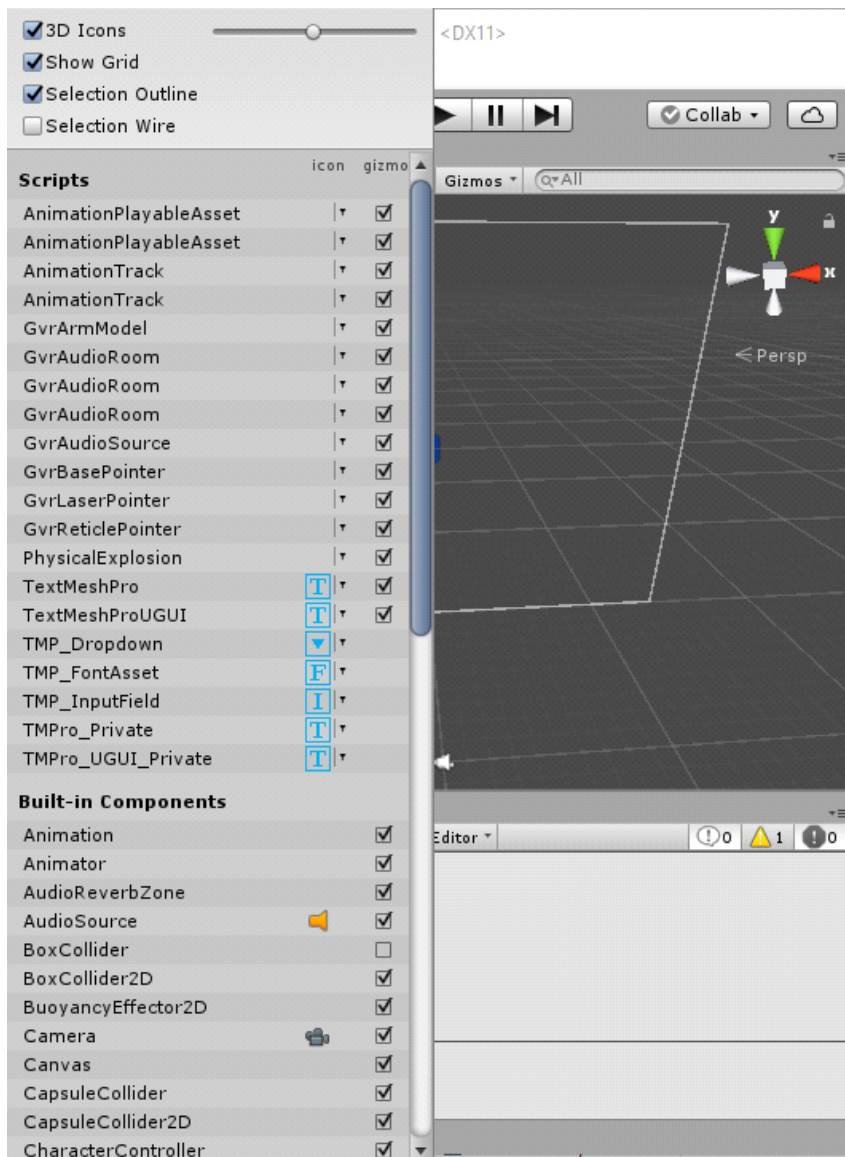
Sabemos que um angulo completo é de 360° graus, não conseguimos girar nossa cabeça em um angulo completo, mas se girarmos a cabeça na sua rotação máxima vimos que conseguimos deixar a ponta do nariz próxima ao nosso ombro, seja esquerda ou direita.

Visto isso agora fica fácil visualizar o que será feito, é como que se o ponto A

no goniômetro fosse o botão Next que tem seu valor nulo, e o ponto B é a rotação feita. Então vamos criar uma Slider para o jogador ter um linear como descrito no teste de goniômetro no ponto 3.

A rotação será em um movimento linear sem curva seja esquerda ou direita, então o seu eixo X será sempre 0 pois nas rotação e movemos um pouco no eixo Y para criar uma profundidade. Para determinar o tamanho da scrollbar corresponde a um arco de 90° usamos na unity um recurso chamado "Show Grids" que encontra na opção Gizmos, apresentado na figura 30.

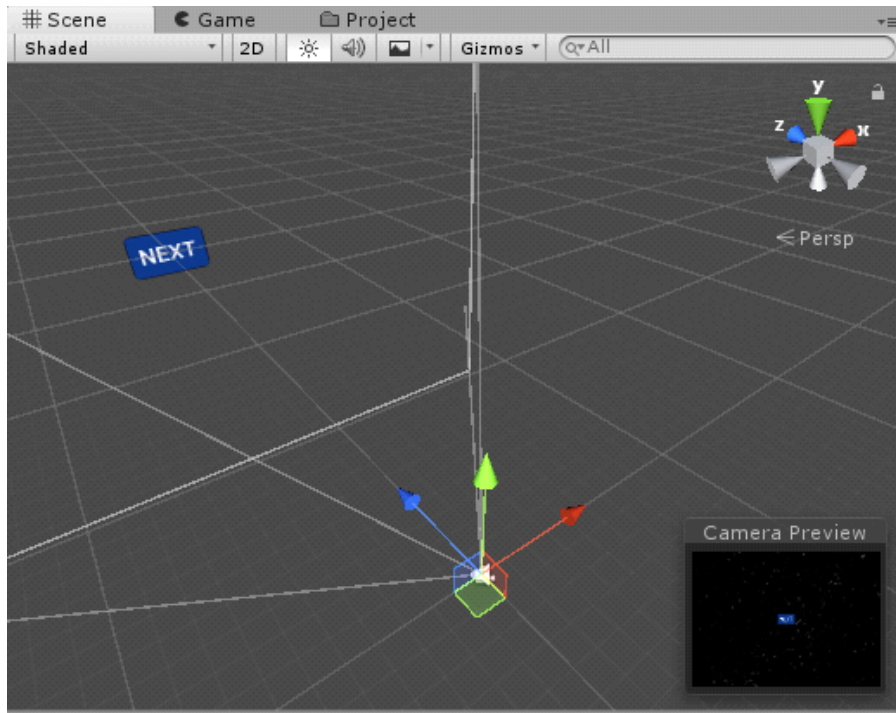
FIGURA 29 - SELECIONAR A OPÇÃO SHOW GRIDS



FONTE: O autor (2019)

Ativando essa opção podemos notar vários Grid ou quadrados criados na cena conforme ilustra a figura 31.

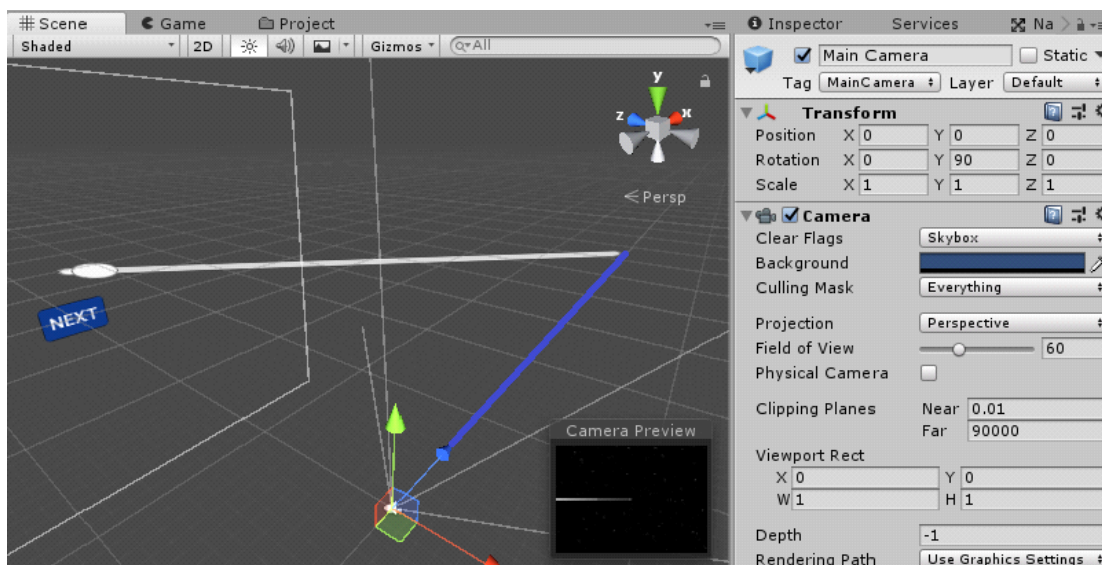
FIGURA 30 - CRIAÇÃO DE VÁRIOS GRIDS



FONTE: O autor (2019)

Os grids mostrados na figura 32, servem como um uma ajuda na criação da level design, para criar sempre do tamanho ideal, e ajuda para ter noção de dimensões. Ao selecionar os grids, criamos uma Slider, rotacionamos a câmera em um ângulo de  $90^\circ$  na cena, para analisar em qual grid o eixo Z aponta no grid e rotacionamos a slider em  $45^\circ$  para dar o efeito de profundidade.

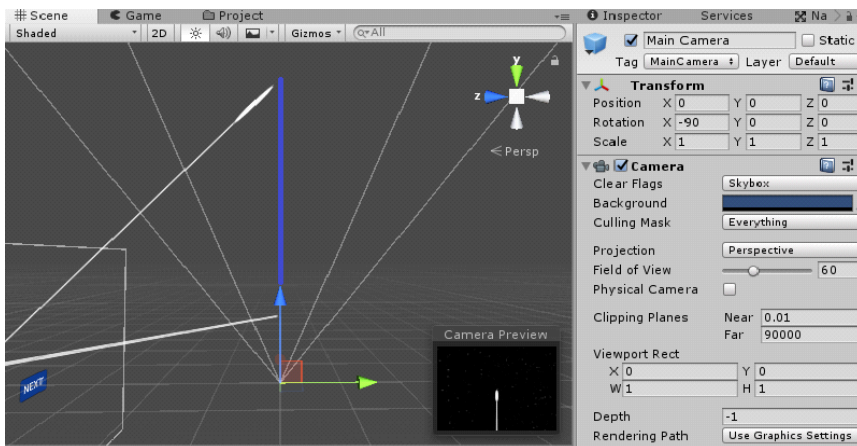
FIGURA 31 - CRIAÇÃO DE LEVEL DESIGN



FONTE: O autor (2019)

Para criar uma extensão e flexão usamos o mesmo princípio, só que agora vamos deixar o valor do eixo Y nulo, assim movemos um pouco o eixo Z para criar um efeito de profundidade, ativamos a Grid, para visualizar onde o arco de 90° se forma, demonstrado na figura 33.

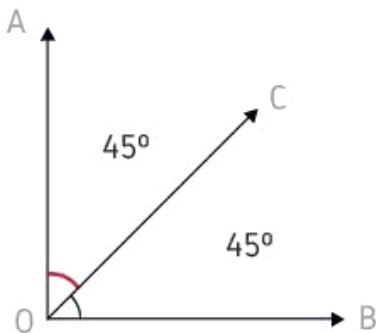
FIGURA 32 - CRIAR EXTENSÃO E FLEXÃO



FONTE: O autor (2019)

No jogo foram implementados os ângulos diagonais, que são ângulos adjacentes complementares. Foram usados como ponto de desova para melhorar os movimentos do jogador, eles são a metade entre rotação direita e flexão; rotação esquerda e flexão; rotação esquerda e extensão e rotação direita e extensão. Como os ângulos não são retos ou seja todos possuem um arco de 90°, as scrollbar diagonais possuem um valor de 45° entre esses pontos, e seu tamanho também equivale a um angulo de 90°.

FIGURA 33 - ÂNGULO DE 90°



FONTE: O autor (2019)

As slider podem também ser usado na interação entre o jogador, graças a seus valores de 0 a 1, sabemos também que eles foram criados em tamanho que seja igual a um arco de angulo reto ou seja 90°. Criamos um script então para fazer essa multiplicação e ter nosso angulo baseado no resultado da slider conforme demonstra a figura 35 e 36.

FIGURA 34 - SCRIPT DE RESULTADOS DA SLIDER

```
//Array para armazenar os resultados
public Slider[] ValueAngleInicial;
//Teste de rotação Esquerda
public static float RotationEsquerda;
//Teste de rotação Direita
public static float RotationDireita;
//teste de Flexão
public static float Flexao;
//teste de extensao
public static float Extensao;
//Diagonais
public static float Diago_D;
public static float Diago_E;
public static float Diago_DSup;
public static float Diago_ESup;
// Use this for initialization
void Start () {

}

// Update is called once per frame
void Update () {

//Guarda todos os valores que o player fez
Extensao = ValueAngleInicial[0].value;
Flexao = ValueAngleInicial[2].value;
RotationDireita = ValueAngleInicial[4].value;
RotationEsquerda = ValueAngleInicial[6].value;
Diago_D = ValueAngleInicial[1].value;
Diago_DSup = ValueAngleInicial[3].value;
Diago_E = ValueAngleInicial[5].value;
Diago_ESup= ValueAngleInicial[7].value;
}
```

FONTE: O autor (2019)

FIGURA 35 - SCRIPT DE EXPRESSAR O ÂNGULO NA TELA

```
13     int c;
14     int d;
15     public Text[] _ValueAngleTex;
16
17     // Use this for initialization
18     void Start () {
19         sliderValor();
20     }
21
22     // Update is called once per frame
23     void Update () {
24
25
26     }
27     public void sliderValor()
28     {
29         //Pegar os valores dos teste por 90 que é o angulo reto e mostra na tela;
30         _ang = Valor1.Extensao * 90;
31         _ang1 = Valor1.Flexao * 90;
32         _ang2 = Valor1.RotationDireita * 90;
33         _ang3= Valor1.RotationEsquerda * 90;
34
35
36
37         a = (int)_ang;
38         b = (int)_ang1;
39         c = (int)_ang2;
40         d = (int)_ang3;
41
42         _ValueAngleTex[0].text = ""+ a +"";
43         _ValueAngleTex[1].text = ""+ b +"";
44         _ValueAngleTex[2].text = ""+ c +"";
45         _ValueAngleTex[3].text = ""+ d +"";
46
47
```

FONTE: O autor (2019)

O objetivo do game foi destruir asteroides que apareceram na tela, foram lançados no limite de angulação que o jogador conseguiu atingir na calibração do jogo, estimulando os movimentos da cabeça com uma arma, atirando nos asteroides. Para isso precisamos de um ponto inicial ou de um ponto de Respawn e um ponto de desova, seu ponto final.

Os pontos iniciais ficaram atrás da câmera do jogador para simular que asteroides estão indo na direção da terra, eles ficaram a uma distância de 20 pontos em todos os eixos. O ponto A e B terá 20 pontos de distância da câmera para evitar que asteroides passa a frente da tela do jogador, e os pontos C e D terá 10 pontos de distância em relação aos pontos A e B.

Os pontos finais de desova demonstrados na figura 37, foram feitos através dos ângulos, extensão, flexão, rotação e diagonais possuem 5 pontos de desova.

Ponto1 = 0°

Ponto2 = 20°

Ponto3 = 40°

Ponto4 = 60°

Ponto5 = 80°

FIGURA 36 - PONTOS DE DESOVA

```

295     PointFinalSpwan.Add(Instantiate(ObjSpawnFinal11));
296     }
297     }
298     if (Valor1.RotationEsquerda >= 0.60f)
299     {
300         PointFinalSpwan.Add(Instantiate(ObjSpawnFinal12));
301     }
302     if (Valor1.RotationEsquerda >= 0.80f)
303     {
304         PointFinalSpwan.Add(Instantiate(ObjSpawnFinal3));
305     }
306     }
307     public void verif()
308     {
309         if (Valor1.RotationDireita >= 0.0f)
310         {
311             PointFinalSpwan.Add(Instantiate(ObjSpawnFinal29));
312         }
313         if (Valor1.RotationDireita >= 0.20f )
314         {
315             PointFinalSpwan.Add(Instantiate(ObjSpawnFinal30));
316         }
317         if (Valor1.RotationDireita >= 0.40f)
318         {
319             PointFinalSpwan.Add(Instantiate(ObjSpawnFinal31));
320         }
321         if (Valor1.RotationDireita >= 0.60f )
322         {
323             PointFinalSpwan.Add(Instantiate(ObjSpawnFinal32));
324         }
325         if (Valor1.RotationDireita >= 0.80f)
326         {
327             PointFinalSpwan.Add(Instantiate(ObjSpawnFinal33));
328         }
329     }

```

FONTE: O autor (2019)

FIGURA 37 - PONTO DE RESPAWN

```

120     ObjSpawnFinal35 = Resources.Load("DiaInDi2") as GameObject;
121     ObjSpawnFinal36 = Resources.Load("DiaInDi3") as GameObject;
122     ObjSpawnFinal37 = Resources.Load("DiaInDi4") as GameObject;
123     ObjSpawnFinal38 = Resources.Load("DiaInDi5") as GameObject;
124
125     // Update is called once per frame
126     void Update () {
127         contagem = contagem + Time.deltaTime;
128         if (contagem >= 3.5f)
129         {
130             contagem = 0.0f;
131             //Ponto do surgimento do cubo
132             i = Random.Range(0, _waypoints.Length);
133
134             //Ponto final do cubo
135             Instantiate(_is, _waypoints[i].transform.position, _waypoints[i].transform.rotation);
136             j = Random.Range(0, PointFinalSpwan.Count);
137
138             distance = PointFinalSpwan[j];
139         }
140         Graph_text.text = point.ToString();
141     }
142
143
144
145     public void verif7()
146     {
147         if (Valor1.h >= 0.0f)
148         {
149             PointFinalSpwan.Add(Instantiate(ObjSpawnFinal24));
150         }
151         if (Valor1.h >= 0.20f)
152         {
153             PointFinalSpwan.Add(Instantiate(ObjSpawnFinal25));
154         }
155     }

```

FONTE: O autor (2019)

Eles foram colocados criando uma sobreposição na cena dos asteroides, e seus lugares foram dividindo o tamanho de cada scrollbar por 6, e também entre cada ponto o eixo Z foi somando 5 pontos diferença para criar um efeito de profundidade no cenário.

A cada 4 segundos, 4 asteroides apareceram e estes deveram passar não só entre o ponto máximo que o jogador chegou, também entre os pontos que ele não conseguiu, para observar sua evolução ou seja, se um jogador tiver problema em sua rotação direita, se um asteroides aparecer no ponto A e seu ponto de desova ser a rotação esquerda no ponto 5 que é de 80°, passara entre a rotação direita caso o seu angulo máximo seja de 60°, o asteroide passará ente o ponto 4 e ponto 5 e diminuindo até chegar ao ponto da rotação esquerda. Assim estimula o jogador a fazer um movimento mais amplo visando eliminar os asteroides rapidamente.

O tempo de vida do asteroide é de 7 segundos, caso o jogador não consiga destruir nesse tempo, apareceram mais 8 asteroides em sua tela, assim o paciente começa a perceber que ele está perdendo, assim ele pegara asteroides rapidamente em pontos em que no ângulo ele não conseguiu chegar.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 METODOLOGIA UTILIZADA NA ANÁLISE DOS DADOS

Os resultados obtidos foram digitados em planilha do programa *Microsoft Excel 2010* e analisados estatisticamente com o auxílio do *Software Statistica Single User* versão 13.2. Os dados foram dispostos em tabelas como percentual nos casos de variáveis qualitativas e apresentação de média, mínimo, máximo e desvio padrão para as variáveis quantitativas seguidas de testes quando necessário. Foi verificada ausência de normalidade por meio do teste de *Shapiro Wilk*. Para comparação das duas avaliações realizadas em dois momentos distintos, foram realizados testes de *Wilcoxon* e, para comparar os três grupos experimentais, foram utilizados testes de *Kruskal-Wallis*. O nível de significância adotado no teste foi de 5%, ou seja, foram consideradas significativas as comparações cujo  $p < 0,05$ .

### 4.2 COMPARAÇÃO ENTRE FLEXÍMETRO E REALIDADE VIRTUAL

No primeiro instante realizamos a coleta de dados de cinco pacientes, sendo uma amostra heterogênea, onde a idade dos pacientes variou de 30 anos até 59, conforme tabelas 4 e 5. Primeiramente analisamos a calibragem do flexímetro comparando com o *serious game*, com o objetivo de identificar a discrepância dos valores. Analisando os dados pôde-se observar resultados muito próximos comparando as médias. Existe a questão da manuseio do flexímetro e do jogo, podendo existir um erro entre avaliadores e também do próprio paciente ao jogar.

TABELA 4 - RESULTADOS DAS AMOSTRAS COLETADAS COM O FLEXÍMETRO

AMOSTRAS	FLEXÍMETRO			
	FLEXÃO	EXTENSÃO	ROTAÇÃO DIREITA	ROTAÇÃO ESQUERDA
AMOSTRA 1	70°	60°	85°	90°
AMOSTRA 2	63°	65°	70°	65°
AMOSTRA 3	55°	55°	75°	70°
AMOSTRA 4	65°	55°	80°	60°
AMOSTRA 5	45°	55°	50°	65°

FONTE: O autor (2019)



Na tabela 5 apresentamos os resultados obtidos com o *serious game*, e observamos uma certa dificuldade inicial dos pacientes no manuseio da tecnologia, pois além de ter a concentração no jogo com a calibragem, simultaneamente tiveram a manipulação do controle, que causou certa dificuldade. A adaptação com o óculos de realidade virtual e o jogo será de forma gradativa até porque é uma nova tecnologia e as pessoas ainda não estão familiarizadas com a mesma.

TABELA 5 - RESULTADOS DAS AMOSTRAS COLETADAS COM O ÓCULOS DE REALIDADE VIRTUAL

AMOSTRAS	REALIDADE VIRTUAL			
	FLEXÃO	EXTENSÃO	ROTAÇÃO DIREITA	ROTAÇÃO ESQUERDA
AMOSTRA 1	57°	69°	90°	90°
AMOSTRA 2	60°	68°	75°	63°
AMOSTRA 3	55°	54°	80°	54°
AMOSTRA 4	62°	50°	70°	53°
AMOSTRA 5	46°	48°	45°	69°

FONTE: O autor (2019)

Pela amostra ser heterogênea e não ser um grupo específico, é observado na tabela 6 um desvio padrão elevado, pois estaticamente temos uma amplitude alta tanto com o teste no flexímetro quanto com a realidade virtual.

TABELA 6 - MÉDIA E DESVIO PADRÃO DAS AMOSTRAS

	MÉDIA E DESVIO PADRÃO	
	FLEXÍMETRO	REALIDADE VIRTUAL
FLEXÃO	59,6 ± 9,79	56 ± 6,20
EXTENSÃO	58 ± 4,47	57,8 ± 10,01
ROTAÇÃO DIREITA	72 ± 13,51	72 ± 16,81
ROTAÇÃO ESQUERDA	70 ± 11,73	65,8 ± 15,06

FONTE: O autor (2019)

A partir da montagem dos grupos de estudo mais restritos e específicos, é possível analisar se existe diferença entre o ganho de flexibilidade ao longo do tratamento entre os diferentes grupos. O valor-p foi alto, desta forma a análise de variância indicou que não existe muita diferença entre os grupos. Invariavelmente necessitei saber qual grupo é diferente de qual.

Segundo pesquisa realizada por Milanesi et al. (2011) que definiram como critérios de inclusão a presença de desordem temporomandibular (DTM) para o grupo de estudo (GE), contendo 24 sujeitos, sendo 3 homens e 21 mulheres, e a ausência de DTM para o grupo de controle (GC), sendo 29 indivíduos, sendo 2 homens 27 mulheres. Segundo a pesquisa não existiu diferença significativa entre os grupos nos movimentos cervicais, entretanto no de extensão apresentou-se com amplitude levemente menor na desordem temporomandibular (DTM). Os valores médios da ADM cervical do grupo DTM e controle encontram-se na Tabela 7.

TABELA 7 - AMPLITUDE DE MOVIMENTO CERVICAL (GRAUS) NOS GRUPOS DESORDEM TEMPOROMANDIBULAR (DTM) E CONTROLE

Amplitude de movimento	Grupo Experimental				Valor p	Valores de normalidade de ADM cervical*
	Grupo DTM		Grupo Controle			
	Média	Desvio Padrão	Média	Desvio Padrão		
Extensão	71,88	12,70	75,31	7,90	0,3467	48-69°
Flexão	62,92	13,57	57,52	8,95	0,1758	61-93°
Inclinação D	45,69	7,53	43,83	5,05	0,3515	38-49°
Inclinação E	46,69	7,03	45,69	5,56	0,5954	
Rotação D	76,06	7,81	73,41	7,43	0,2046	70-92°
Rotação E	76,46	10,77	76,17	7,95	0,9928	

\*Chen et al.

DP: Desvio padrão; ADM: Amplitude de movimento

FONTE: Milanesi et al. (2011)

Comparando os resultados obtidos nas tabela 6 e 7, podemos observar que não há diferença significativa. Os dois resultados são próximos, tanto na utilização do flexímetro quanto com a utilização da realidade virtual.

#### 4.3 ANÁLISE DOS DADOS OBTIDOS

Foram selecionados 10 participantes em cada um dos grupos avaliados, 50% homens (n=15) e mulheres (n=15). 56,7% (n=17) dos entrevistados tinham de 29 a 38 anos, sendo que a média de idade foi de 28,8±6,03 anos (Tabela 8).

TABELA 8 - DISTRIBUIÇÃO DA CARACTERIZAÇÃO DA AMOSTRA AVALIADA

Variáveis	n	%
Grupo		
Exp. Sem Disto	10	33,3
Experimental	10	33,3
Controle	10	33,3
Gênero		
Masculino	15	50,0
Feminino	15	50,0
Faixa etária		
De 18 a 28 anos	13	43,3
De 29 a 38 anos	17	56,7
Idade		
Média±Desvio Padrão	(Mínimo;Máximo)	
28,8±6,03	(18,0;38,0)	

FONTE: O autor (2019)

Ao aferir a primeira avaliação em todas as variáveis não ficou evidenciada diferença estatisticamente significativa entre as medidas nos grupos conforme se verifica na Tabela 9. Podemos notar nesta tabela que o grupo experimental sem distonia cervical que jogou o *serious game*, obteve resultados melhores com relação à angulação do pescoço, comparando com o grupo controle e o grupo experimental.

Ainda, tanto os indivíduos com distonia cervical do GC e GE, quanto o GESD, apresentaram valores angulares da cervical parecidos ao considerado normal estabelecido em uma meta-análise por Chen et al.(1999), sendo 48° a 69° para flexão; 61° a 93° para extensão e 70° a 92° para as rotações direita ou esquerda.

TABELA 9 - DISTRIBUIÇÃO DA MÉDIA, MÍNIMO, MÁXIMO E DESVIO PADRÃO DAS VARIÁVEIS NOS GRUPOS AVALIADOS NA PRIMEIRA COLETA DE DADOS

Variáveis	Grupo	n	Média	Mínimo	Máximo	Desvio Padrão	$p^*$
Flexímetro - Extensão	Exp. Sem Disto	10	51,1	36,0	60,0	7,2	0,3531
	Experimental	10	47,5	35,0	55,0	5,7	
	Controle	10	50,2	28,0	65,0	10,2	
Flexímetro - Flexão	Exp. Sem Disto	10	54,1	39,0	70,0	11,3	0,4883
	Experimental	10	47,1	33,0	55,0	6,8	
	Controle	10	48,8	25,0	65,0	12,2	
Flexímetro - Rotação Direita	Exp. Sem Disto	10	72,0	53,0	85,0	11,1	0,0532
	Experimental	10	60,3	41,0	74,0	10,7	
	Controle	10	60,5	35,0	75,0	12,4	
Flexímetro - Rotação Esquerda	Exp. Sem Disto	10	72,2	54,0	90,0	13,5	0,1372
	Experimental	10	58,6	25,0	75,0	14,3	
	Controle	10	60,7	31,0	81,0	12,9	
RV - Flexão	Exp. Sem Disto	10	54,0	39,0	67,0	10,1	0,3410
	Experimental	10	47,5	33,0	58,0	7,4	
	Controle	10	49,3	26,0	62,0	10,9	
RV - Extensão	Exp. Sem Disto	10	52,2	33,0	68,0	9,0	0,4706
	Experimental	10	47,6	34,0	54,0	6,1	
	Controle	10	50,1	25,0	68,0	11,7	
RV - Rotação Direita	Exp. Sem Disto	10	71,1	54,0	88,0	10,9	0,1286
	Experimental	10	60,7	43,0	73,0	10,3	
	Controle	10	60,8	33,0	77,0	13,0	
RV - Rotação Esquerda	Exp. Sem Disto	10	69,5	57,0	89,0	11,1	0,1945
	Experimental	10	58,4	27,0	73,0	13,4	
	Controle	10	60,9	30,0	80,0	12,8	

\*Teste *Kruskal-Wallis* não significativo considerando nível de significância de 5%.

FONTE: O autor (2019)

Ao aferir a segunda avaliação em todas as variáveis não ficou evidenciada diferença estatisticamente significativa entre as medidas nos grupos avaliados conforme se verifica na Tabela 10.

TABELA 10 - DISTRIBUIÇÃO DA MÉDIA, MÍNIMO, MÁXIMO E DESVIO PADRÃO DAS VARIÁVEIS NOS GRUPOS AVALIADOS DA SEGUNDA COLETA DOS DADOS

Variáveis	Grupo	n	Média	Mínimo	Máximo	Desvio Padrão	$p^*$
Flexímetro - Extensão	Exp. Sem Disto	10	57,9	53,0	65,0	3,8	0,1124
	Experimental	10	54,0	47,0	60,0	3,3	
	Controle	10	56,4	49,0	65,0	4,6	
Flexímetro - Flexão	Exp. Sem Disto	10	60,4	47,0	70,0	7,9	0,5046
	Experimental	10	56,6	48,0	70,0	7,8	
	Controle	10	56,9	45,0	68,0	7,7	
Flexímetro - Rotação Direita	Exp. Sem Disto	10	74,8	52,0	88,0	11,2	0,4369
	Experimental	10	71,2	58,0	85,0	8,7	
	Controle	10	70,2	55,0	86,0	9,2	
Flexímetro - Rotação Esquerda	Exp. Sem Disto	10	77,5	63,0	90,0	9,7	0,1079
	Experimental	10	69,2	51,0	90,0	11,3	
	Controle	10	68,6	58,0	90,0	10,0	
RV - Flexão	Exp. Sem Disto	10	60,3	49,0	69,0	6,5	0,4371
	Experimental	10	57,2	48,0	70,0	7,5	
	Controle	10	56,7	46,0	66,0	6,1	
RV - Extensão	Exp. Sem Disto	10	57,7	54,0	65,0	3,6	0,1619
	Experimental	10	53,7	46,0	58,0	4,0	
	Controle	10	57,1	48,0	68,0	5,9	
RV - Rotação Direita	Exp. Sem Disto	10	75,1	55,0	90,0	10,6	0,4630
	Experimental	10	72,0	60,0	85,0	9,1	
	Controle	10	70,1	55,0	84,0	8,6	
RV - Rotação Esquerda	Exp. Sem Disto	10	77,3	62,0	90,0	9,1	0,1059
	Experimental	10	68,6	53,0	90,0	11,0	
	Controle	10	69,0	57,0	90,0	10,1	

\*Teste *Kruskal-Wallis* não significativo considerando nível de significância de 5%.

FONTE: O autor (2019)

Na Tabela 11 temos a comparação das duas avaliações, em todas as variáveis avaliadas na primeira e segunda coleta de dados. Analisamos que em todos os grupos houve aumento na amplitude de movimento do pescoço, tanto nos sujeitos acometidos pela distonia cervical que jogaram, e os que não jogaram, e também os participantes que não tinham a distonia cervical jogaram.

TABELA 11 - DISTRIBUIÇÃO DA MÉDIA, MÍNIMO, MÁXIMO E DESVIO PADRÃO DAS VARIÁVEIS NOS GRUPOS AVALIADOS

Variáveis	Grupo	Grupo Experimental				p*
		1ª Avaliação (n=10)		2ª Avaliação (n=10)		
		Média	Desvio Padrão	Média	Desvio Padrão	
Flexímetro - Extensão	Exp. Sem Disto	51,1	7,2	57,9	3,8	0,0179*
	Experimental	47,5	5,7	54,0	3,3	0,0077*
	Controle	50,2	10,2	56,4	4,6	0,0277*
Flexímetro - Flexão	Exp. Sem Disto	54,1	11,3	60,4	7,9	0,0117*
	Experimental	47,1	6,8	56,6	7,8	0,0077*
	Controle	48,8	12,2	56,9	7,7	0,0179*
Flexímetro - Rotação Direita	Exp. Sem Disto	72,0	11,1	74,8	11,2	0,0587
	Experimental	60,3	10,7	71,2	8,7	0,0051*
	Controle	60,5	12,4	70,2	9,2	0,0117*
Flexímetro - Rotação Esquerda	Exp. Sem Disto	72,2	13,5	77,5	9,7	0,0179*
	Experimental	58,6	14,3	69,2	11,3	0,0077*
	Controle	60,7	12,9	68,6	10,0	0,0117*
RV - Flexão	Exp. Sem Disto	54,0	10,1	60,3	6,5	0,0077*
	Experimental	47,5	7,4	57,2	7,5	0,0051*
	Controle	49,3	10,9	56,7	6,1	0,0179*
RV - Extensão	Exp. Sem Disto	52,2	9,0	57,7	3,6	0,0593
	Experimental	47,6	6,1	53,7	4,0	0,0218*
	Controle	50,1	11,7	57,1	5,9	0,0179*
RV - Rotação Direita	Exp. Sem Disto	71,1	10,9	75,1	10,6	0,0076*
	Experimental	60,7	10,3	72,0	9,1	0,0077*
	Controle	60,8	13,0	70,1	8,6	0,0117*
RV - Rotação Esquerda	Exp. Sem Disto	69,5	11,1	77,3	9,1	0,0051*
	Experimental	58,4	13,4	68,6	11,0	0,0108*
	Controle	60,9	12,8	69,0	10,1	0,0117*

\*Teste *Wilcoxon* significativo considerando nível de significância de 5%.

FONTE: O autor (2019)

## 5 CONCLUSÕES

Baseando nos objetivos do trabalho desenvolvemos um protocolo de utilização do *serious games*, informando a forma de se jogar, pois a posição de uma pessoa que está acometida pelo torcicolo, ou por doenças relacionadas ao pescoço e cabeça devem ter certos tratamentos específicos e orientados a progredir clinicamente no tratamento de forma adequada.

Com relação ao protocolos de exercícios fisioterápicos, existem alguns estudos recentes que citam que o protocolo de exercício cinemático domiciliar minimamente supervisionado, usado com RV ou laser, pode ser recomendado para propósitos clínicos em pacientes com dor cervical crônica, para ajudar a melhorar a incapacidade e a cinemática cervical em curto e médio prazo (BAHAT et al., 2017).

Outro ponto importante é com relação a dor causada pela distonia cervical. Nos experimentos realizados não tivemos queixas com relação à utilização do óculos de realidade virtual, pois este fator relacionado ao peso do óculos de realidade virtual com o acometimento da distonia cervical era um ponto de preocupação, mas nada foi relatados durante a pesquisa. Segundo pesquisa realizada por Boylan, Kirwan e Rooney (2017), mostra claramente que níveis mais altos de interatividade podem levar a níveis mais baixos de desconforto sentidos pelos participantes e além disso o potencial para usar a realidade virtual direcionada como uma ferramenta para uso doméstico como um alívio de desconforto é evidente.

Exercícios de treinamento cinemático projetados para fornecer foco de atenção e entregue com ou sem um dispositivo de RV interativo, pareceu melhorar a incapacidade do pescoço, a cinemática do movimento cervical, o equilíbrio dinâmico, o efeito global percebido e as taxas de satisfação do paciente em pessoas com dor cervical crônica leve a moderada (BAHAT et al., 2015).

Quando focamos em desenvolver tecnologias para reabilitação podemos encontrar autores que relatam que com a expansão de novas tecnologias para o rastreamento de movimento, novos dispositivos vêm apresentando significativas maneiras de aplicação para Reabilitação Virtual por rastreamento óptico, radiofrequência, câmeras de infravermelho e outros, se tornando uma forte tendência para o uso destas tecnologias em clínicas e em casa (DAMASCENO, 2013).

Outro ponto importante é testar e validar a metodologia desenvolvida, aplicando em três diferentes grupos: grupo experimental (GE), que jogará o *serious*

*game* e tem distonia cervical; grupo controle (GC) que não jogará o *serious game* e tem distonia cervical, e grupo experimental sem distonia cervical (GESD) sem distonia cervical que jogará o *serious game*. Os três grupos foram divididos por sexo, masculino e feminino, por questões específicas de anatomia e fisiologia da estrutura muscular.

Mas podemos observar que por ser um tipo de tratamento novo, diferente do convencional a aceitação é ótima por parte dos pacientes, talvez por ser um jogo em realidade virtual imersiva a estimulação por parte do paciente seja mais aguçada, e ele foque mais no tratamento.

Conforme os dados obtidos e uma análise da pesquisa pode-se notar um interesse realmente grande pelas novas tecnologias por parte dos pacientes e dos profissionais. Acredito que com mais estudos na área da realidade virtual imersiva, juntamente com protocolos predefinidos pelos profissionais da saúde podemos dar um salto em inovação na área da saúde relacionadas ao tratamento da distonia cervical.

## **6 TRABALHOS FUTUROS**

Durante o desenvolvimento deste trabalho de dissertação foi possível perceber que existem poucos *serious games* desenvolvidos especificamente para a região do pescoço e raro o jogo elaborado para tratamento da distonia cervical.

Os trabalhos futuros podem explorar esta pesquisa com maior número de participantes e também podem explorar o efeito de combinar essa abordagem com outras modalidades fisioterapêuticas.

Outra possibilidade futura é utilizar esta tecnologia desenvolvida para tratamento de mais doenças que acometem a região do pescoço, como por exemplo (hérnia de disco cervical, artrite reumatoide, artrose, postura incorreta, etc.). Além de tratar a doença o jogo desenvolvido pode ser utilizado para prevenir estas doenças, fortalecendo à região cervical a probabilidade de acometimento de outros distúrbios se torna menor.



## REFERÊNCIAS

- ACHOUR JUNIOR, A.; NASCIMENTO, M.A.; FRANCO, R.; SILVA, V.P.; MARTINS, V.F.; GUARIGLIA, D.A. Comparação e concordância de instrumentos de avaliação da amplitude de movimento da coluna cervical de homens universitários. **Rev. Educ. Fis/UEM**, v. 24, n. 4, p. 609-616, 2013.
- ALBANESE, A. The clinical expression of primary dystonia. **J. Neurol.** v. 250, p. 1145-1151, 2003.
- ALBANESE, A.; BHATIA, .; BRESSMAN, S.B.; DELONG, M.R.; FAHN, S.; FUNG, V.S.; HALLETT, M.; JANKOVIC, J.; JINNAH, H.A.; KLEIN, C.; LANG, A.E.; MINK, J.W.; TELLER, J.K. Phenomenology and classification of dystonia: a consensus update. **Mov. Disord.** v. 28, n. 7, p. 863-873, 2013.
- AVANZINO, L.; FIORIO, M. Proprioceptive dysfunction in focal dystonia: from experimental evidence to rehabilitation strategies. **Front. Hum. Neurosci.** v. 8, dez. 2014.
- BAHAT, H.S., TAKASAKI, H., CHEN, X., BET-OR, Y., TRELEAVEN, J. Cervical kinematic training with and without interactive VR training for chronic neck pain e a randomized clinical tria. **Manual Therapy**, v. 20, p. 68-78, 2015.
- BAHAT, H.S.; CROFT, K.; CARTER, C.;HODDINOTT, A.; SPRECHER, E.; TRELEAVEN, J. Remote kinematic training for patients with chronic neck pain: a randomised controlled trial. **Eur. Spine J.**, out. 2017.
- BERTRAM, K.L.; WILLIAMS, D.R. Delays to the diagnosis of cervical dystonia. **Journal of Clinical Neuroscience**, v. 25, p. 62–64, 2016.
- BOYCE, M.J.; CANNING, C.G.; MAHANT, N.; MORRIS, J.; LATIMER, J.; FUNG, V.S.C. The Toronto Western Spasmodic Torticollis Rating Scale: Reliability in neurologists and physiotherapists. **Parkinsonism Relat. Disord.**, v. 18, p. 635-637, 2012.
- BOYLAN, P.; KIRWAN, G.H.; ROONEY, B. Self-reported discomfort when using commercially targeted virtual reality equipment in discomfort distraction. **Virtual Reality**, v.22, n.5, nov. 2017.
- BROWN, A.; GREEN, T. Virtual Reality: Low-Cost Tools and Resources for the Classroom. **TechTrends**, v. 60, p. 517–519, 2016.
- CABALLERO, A.F.; NAVARRO, E.; SOTOS, P.F.; GONZÁLEZ, P.; RICARTE, J.J.; LATORRE, J.M.; JIMENEZ, R.R. Human-Avatar Symbiosis for the Treatment of Auditory Verbal Hallucinations in Schizophrenia through Virtual/Augmented Reality and Brain-Computer Interfaces. **Frontiers in Neuroinformatics**, v. 11, article 64, 2017.
- CAMARGO, C.H.F. **DISTONIA CERVICAL: ASPECTOS CLÍNICOS E TERAPÊUTICOS DE 85 PACIENTES**. 2007. 116 f. Mestre (Medicina Interna) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba. 2007.
- CANO, S.J.; HOBART, J.C.; FITZPATRICK, R.; BHATIA, K.; THOMPSON, A.J.; WARNER, T.T. Patient-based outcomes of cervical dystonia: a review of rating scales. **Mov Disord.** v. 19, n. 9, p. 1054-1059, 2004.

- CHEN, J.; SOLINGER, A.B.; PONCET, J.F.; LANTZ, C.A. Meta-analyis of normative cervical motion. **Spine**, v.24, n.15, p.1571-8, 1999.
- COMELLA, C. L.; PERLMUTTER, J.S.; JINNAH, H. A; WALICZEK, T. A.; ROSEN, A. R.; GALPERN, W. R.; ADLER, C. H.; BARBANO, R. L.; FACTOR, S. A.; GOETZ, C.G.; JANKOVIC, J.; REICH, S. G.; RODRIGUEZ, R. L.; SEVERT, W. L.; ZUROWSKI, M.; FOX, S. H.; STEBBINS, G.T. Clinimetric Testing of the Comprehensive Cervical Dystonia Rating Scale. **Mov Disord**. v. 31, n. 4, p. 563-569, abril, 2016.
- COMELLA, C.; BHATIA, K. An international survey of patients with cervical dystonia. **J. Neurol**. v. 262, p. 837-848, 2015.
- COMELLA, C.L.; JANKOVIC, J.; TRUONG, D.D.; HANSCHMANN, A.; GRAFE, S.; U.S. XEOMIN CERVICAL DYSTONIA STUDY GROUP. Efficacy and safety of incobotulinumtoxinA (NT 201, XEOMIN®, botulinum neurotoxin type A, without accessory proteins) in patients with cervical dystonia. **J. Neurol. Sci**. v. 308, n. 1-2, p. 103-109, 2011.
- CONSKY, E.; BASINSKI, A.; BELLE, L.; RANAWAYA, R.; LANG, A.E. The Toronto Western Spasmodic Torticollis Rating Scale (TWSTRS): assessment of validity and inter-rater reliability. **Neurology**. v. 40, n. 1, 1990.
- CONSKY, E.S.; LANG, A.E. Clinical assessments of patients with cervical dystonia. In: Jankovic J, Hallet M, editores. **Therapy with botulinum toxin**. New York, Dekker, p. 211-37, 1994.
- COSTA, T.K.L.; MACHADO, L.S.; MORAES, R.M. Inteligência artificial e sua aplicação em serious games para saúde. **Rev Eletron de Comum Inf Inov Saúde**, v. 8, n. 4, p. 525-539, 2014.
- CUMMINGS, J.J.; BAILENSON, J.N. How immersive is enough? A meta-analysis of the effect of immersive technology on user presence. **Media Psychol.**, v. 19, p. 272–309, 2016.
- DAMASCENO, E.F. Um Serious Game de Realidade Aumentada para tratamento do torcicolo espasmódico. **Revista Brasileira de Inovação Tecnológica em Saúde**, On-Line, 2013.
- DAMASCENO, E.F. **SISTEMA DE REABILITAÇÃO BASEADO EM TÉCNICAS DE CAPTURA DE MOVIMENTO PARA TRATAMENTO DA LOMBALGIA MECÂNICA**. 2013. 131 f. Tese (Doutorado em Engenharia Elétrica) -Universidade Federal de Uberlândia, Minas Gerais, 2013.
- DAMASCENO, E.F.; CARDOSO, A.; JUNIOR, E.A.L. Recomendação de Exercícios Fisioterápicos por Sensores de Movimento. **J. Health Inform.**, v. 7, n. 2, p. 47-57, abr./jun., 2015.
- DEFAZIO, G.; JANKOVIC, J.; GIEL, J.L.; PAPAPETROPOULOS, S. Descriptive Epidemiology of Cervical Dystonia. **Tremor and Other Hyperkinetic Movements**, v. 3, nov. 2013.
- DEGUIRMENDJIAN, S.C.; MIRANDA, F.M.; ZEM-MASCARENHAS, S.H. Serious Game desenvolvidos na Saúde: Revisão Integrativa da Literatura. **Journal Health Informatics**, v. 8, n. 3, p. 110-116, julho/setembro, 2016.

DRESSLER, D.; KUPSCH, A.; SEITZINGER, A.; PAUS, S. The dystonia discomfort scale (DDS): a novel instrument to monitor the temporal profile of botulinum toxin therapy in cervical dystonia. **Eur. J. Neurol.** v. 21, n. 3, p. 459-462, 2014.

Ericsson Consumerlab. (2015). 10 hot consumer trends 2016. Stockholm: Ericsson. Retrieved from: <http://www.ericsson.com/res/docs/2015/consumerlab/ericsson-consumerlab-10-hot-consumer-trends-2016-report.pdf>.

FRIEDMAN, J.; STANDAERT, D.G. Dystonia and its disorders. **Neurol. Clin.** v. 19, n. 3, p. 681-705, ago. 2001.

GAYRAUD, D.; VIALLET, F. Evaluation of cervical dystonia. Usefulness of rating scales: the TWSTRS scale. **Rev. Neurol.** v. 164, n. 12, p. 263-274, 2008.2008;164(Suppl 12):F263-274.

JINNAH, H.A.; BERARDELLI, A.; COMELLA, C.; DEFAZIO, G.; DELONG, M.; FACTOR, S.; GALPERN, W.R.; HALLETT, M.; LUDLOW, C.L.; PERLMUTTER, J.S.; ROSEN, A. The focal dystonias: current views and challenges for future research. **Mov. Disord.** v. 15, jun. 2013.

JOST, W.H.; HEFTER, H.; STENNER, A.; REICHEL, G. Rating scales for cervical dystonia: a critical evaluation of tools for outcome assessment of botulinum toxin therapy. **J. Neural. Transm.** v. 120, n. 3, p. 487-496, mar. 2013.

JUSTIN, C.M.; EDWARD, C.C. The emerging story of emerging technologies in neuropsychiatry. **Dialogues in Clinical Neuroscience**, v.18, n. 2, 2016.

KAJI, R.; OSAWA, M.; YANAGISAWA, N. Inter-rater reliability while using the Toronto Western Spasmodic Torticollis Rating Scale (TWSTRS) in patients with cervical dystonia. **Brain Nerve**, v. 61, n. 1, p. 65-71, 2009.

KIRNER, C.; KIRNER, T.G. Evolução e Tendências da Realidade Virtual e da Realidade Aumentada. Realidade Virtual e Aumentada: Tendências e Aplicações. **Sociedade Brasileira de Computação - SBC**, p. 8 -31, 2011.

LEE, I.M.; SHIROMA, E.J. Using accelerometers to measure physical activity in large scale epidemiological studies: issues and challenges. **Br J Sports Med.** v. 48, n. 3, p. 197-201, 2014.

MAZZOLENI, S.; DURET, C.; GROSMARE, A.G., BATTINI, E. Combining Upper Limb Robotic Rehabilitation with Other Therapeutic Approaches after Stroke: Current Status, Rationale, and Challenges. **BioMed Research International**, 2017.

MILANESI, J.M.; CORRÊA, E.C.R.; BORIN, G.S.; SOUZA, J.A.; PASINATO, F. Atividade elétrica dos músculos cervicais e amplitude de movimento da coluna cervical em indivíduos com e sem DTM. **Fisioterapia e Pesquisa**, v.18, n.4, p. 317-22, out/dez. 2011.

MILGRAN, P.; KISHINO, F. A Taxonomy Of Mixed Reality Visual Displays. **IEICE Transactions on Information Systems**, v. 77, n. 12, 1994.

MONTEIRO, G.A. **Avaliação da flexibilidade:** Manual de utilização do flexímetro Sanny. 2000.

MORDIN, M.; MASAQUEUL, C.; ABBOTT, C.; COPLEY-MERRIMAN, C. Factors affecting the health-related quality of life of patients with cervical dystonia and impact of treatment with abobotulinumtoxinA (Dysport): results from a randomized, double-blind, placebocontrolled study. **BMJ Open**, v. 4, n. 10, 2014.

- MUTHUKUMAR, M.; DESAI, K.; ABOGUNRIN, S.; HARROWER, T.; GABRIEL, S.; DINET, J. Cost-effectiveness analysis of abobotulinumtoxinA for the treatment of cervical dystonia in the United Kingdom. **ClinicoEconomics and Outcomes Research**, v. 9, p. 211–229, 2017.
- ONDO, W.G.; GOLLOMP, S.; GALVEZ-JIMENEZ, N. A pilot study of botulinum toxin A for headache in cervical dystonia. **Headache**, v. 45, n. 8, p. 1073-1077, 2005.
- OSTREM, J.L.; RACINE, C.A.; GLASS, G.A.; GRACE, J.K.; VOLZ, M.M.; HEATH, S.L.; STARR, P.A. Subthalamic nucleus deep brain stimulation in primary cervical dystonia. **Neurology**, v. 76, n. 10, p. 870-878, 2011.
- PAGAN, F.L.; HARRISON, A. A guide to dosing in the treatment of cervical dystonia and blepharospasm with Xeomin®: a new botulinum neurotoxin A. **Parkinsonism Relat. Disord.**, v. 18, n. 5, p. 441-445, 2012.
- PAL, P.K.; SAMII, A.; SCHULZER, M.; MAK, E.; TSUI, J.K. Head tremor in cervical dystonia. **Can. J. Neurol. Sci.**, v. 27, n. 2, p. 137-142, 2000.
- PEKYAVAS, N.O.; ERGUN, N. Comparison of virtual reality exergaming and home exercise programs in patients with subacromial impingement syndrome and scapular dyskinesia: Short term effect. **Acta Orthopaedica et Traumatologica Turcica**, v. 51, p. 238-242, 2017.
- PEROZZO, P.; SALATINO, A.; CERRATO, P.; RICCI, R. Sexual Well-Being in Patients with Blepharospasm, Spasmodic Torticollis, and Hemifacial Spasm: A Pilot Study. **Frontiers in Psychology**. v. 7, out. 2016.
- QUEIROZ, M.A.R.; CHIEN, H.F.; SEKEFF-SALLEM, F.A.; BARBOSA, E.R. Physical therapy program for cervical dystonia: a study of 20 cases. **Funct. Neurol.**, v. 27, n. 3, p. 187-192, 2012.
- QUEIROZ, M.R.; CHIEN, H.F.; BARBOSA, E.R. Quality of life in individuals with cervical dystonia before botulinum toxin injection in a Brazilian tertiary care hospital. **Arq. Neuropsiquiatr.**, v. 69, n. 6, dez. 2011.
- RAUSCHNABEL, P.A.; BREM, A.; IVENS, B.S. Who will buy smart glasses? Empirical results of two pre-market-entry studies on the role of personality in individual awareness and intended adoption of Google Glass wearables. **Computers in Human Behavior**. v. 49, p. 635-647, 2015.
- RAUSCHNABEL, P.A.; ROSSMANN, A.; M. DIECK. M.C. An adoption framework for mobile augmented reality games: The case of Pokemon Go. **Computers in Human Behavior**. v. 76, p. 276-286, 2017.
- REGO, P.A.; MOREIRA, P.M.; REIS, L.P. Proposal of an Extended Taxonomy of Serious Games for Health Rehabilitation. **Games for Health Journal**, v. 7, n. 5, 2018.
- SALEHAN, M.; NEGAHBAN, A. Social networking on smartphones: When mobile phones become addictive. **Computers in Human Behavior**., v. 29, n. 6, p. 2632-2639, 2013.
- SALLEM, F.A.S. **Tradução para o Português e validação da escala de avaliação de torcicolo espasmódico de Toronto (Toronto Western Spasmodic Torticollis Rating Scale)**. 2015. 183 f. Tese (Doutorado em Ciências) - Faculdade de Medicina, Universidade de São Paulo, São Paulo. 2015.

- SKOGSEID, I.M.; KERTY, E. The course of cervical dystonia and patient satisfaction with long-term botulinum toxin A treatment. **Eur. J. Neurol.** v. 12, n. 3, p. 163-170, 2005.
- STEEVES, T.D.; DAY, L.; DYKEMAN, J.; JETTE, N.; PRINGSHEIM, T. The prevalence of primary dystonia: a systematic review and meta-analysis. **Mov. Disord.**, v. 27, p. 1789-1796, 2012.
- TARSY, D. Comparison of clinical rating scales in treatment of cervical dystonia with botulinum toxin. **Mov. Disord.**, v. 12, n.1, p. 100-102, 1997.
- TARSY, D.; SIMON, D.K. Dystonia. **N. Engl. J. Med.** v. 355, n. 8, p. 818-829, ago. 2006.
- TOMIC, S.; PETKOVIC, I.; PUCIC, T.; RESAN, B.; JURIC, S.; ROTIM, T. Cervical dystonia and quality of life. **Acta. Neurol. Belg.** v. 116, p. 589–592, 2016.
- TROIANO, R.P.; MCCLAIN, J.J.; BRYCHTA, R.J.; CHEN, K.Y. Evolution of accelerometer methods for physical activity research. **Br J Sports Med.** v. 48, n. 13, p. 1019-1023, 2014.
- VELICKOVIC, M.; BENABOU, R.; BRIN, M.F. Cervical dystonia. Pathophysiology and treatment options. **Drugs**, v. 61, n. 13, p. 1921-1943, 2001.
- WALSH, R.A.; SIDIROPOULOS, C.; LOZANO, A.M.; HODAE, M.; POON, Y.Y.; FALLIS, M.; et al. Bilateral pallidal stimulation in cervical dystonia: blinded evidence of benefit beyond 5 years. **Brain**, v. 136, n. 3, p. 761-769, 2013.
- WERLE, R.W.; TAKEDA, S.Y.M.; ZONTA, M.B.; GUIMARÃES, A.T.B.; TEIVE, H.A.G. The physical, social and emotional aspects are the most affected in the quality of life of the patients with cervical dystonia. **Arq. Neuro-Psiquiatr.**, v. 72, n.6, p.405-410, jun., 2014.
- WON, A.S.; BAILEY, J.; BAILENSON, J.; TATARU, C.; YOON, I.A.; GOLIANU, B. Immersive Virtual Reality for Pediatric Pain. **Children**, v. 4, n. 52, 2017.
- ZETTERBERG, L.; HALVORSEN, K.; FÄRNSTRAND, C.; AQUILONIUS, S.M.; LINDMARK, B. Physiotherapy in cervical dystonia: six experimental single-case studies. **Physiotherapy Theory and Practice**, v. 24, n. 4, p. 275-290, 2008.
- ZETTERBERG, L.; HALVORSEN, K.; FÄRNSTRAND, C.; LUNDSTRÖM, E.; LINDMARK, B.; AQUILONIUS, S.M. Objective assessment of cervical dystonia: a pilot study. **Acta. Neurol. Scand.**, v. 112, n. 4, p. 248-253, 2005.
- ZOONS, E.; DIJKGRAAF, M.G.; DIJK, J.M.; VAN SCHAİK, I.N.; TIJSSEN, M.A. Botulinum toxin as treatment for focal dystonia: a systematic review of the pharmacotherapeutic and pharmaco-economic value. **J. Neurol.**, v. 259, n. 12, p. 2519-2526, dez. 2012.

## ANEXOS

### ANEXO A: TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Declaro, por meio deste termo, que concordei em ser entrevistado(a) e/ou participar na pesquisa de campo referente ao projeto/pesquisa intitulado(a) **TRATAMENTO DA DISTONIA CERVICAL POR MEIO DE UM SERIOUS GAME DE CAPTURA DE MOVIMENTOS EM REALIDADE VIRTUAL IMERSIVA** desenvolvida(o) por Rafael Fernandes de Souza. Fui informado(a), ainda, de que a pesquisa é coordenada e orientada por Sebastião Ribeiro Junior, a quem poderei contatar / consultar a qualquer momento que julgar necessário através do telefone nº (44)99943-2563 ou e-mail [ergovital@hotmail.com](mailto:ergovital@hotmail.com). Afirmando que aceitei participar por minha própria vontade, sem receber qualquer incentivo financeiro ou ter qualquer ônus e com a finalidade exclusiva de colaborar para o sucesso da pesquisa. Fui informado(a) dos objetivos estritamente acadêmicos do estudo, que, em linhas gerais é o tratamento do torcicolo espasmódico ou distonia cervical através de um jogo. Fui também esclarecido(a) de que os usos das informações por mim oferecidas estão submetidos às normas éticas destinadas à pesquisa envolvendo seres humanos, da Comissão Nacional de Ética em Pesquisa (CONEP) do Conselho Nacional de Saúde, do Ministério da Saúde. Minha colaboração se fará de forma anônima, por meio de questionário, observação, coleta e análise do meu prontuário e grupo, a ser gravada a partir da assinatura desta autorização. O acesso e a análise dos dados coletados se farão apenas pelo(a) pesquisador(a) e/ou seu(s) orientador(es) / coordenador(es). Fui ainda informado(a) de que posso me retirar desse(a) estudo / pesquisa / programa a qualquer momento, sem prejuízo para meu acompanhamento ou sofrer quaisquer sanções ou constrangimentos. Atesto recebimento de uma cópia assinada deste Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, conforme recomendações da Comissão Nacional de Ética em Pesquisa (CONEP).

Maringá, \_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_

Assinatura do(a) participante: \_\_\_\_\_

Assinatura do(a) pesquisador(a): \_\_\_\_\_

Assinatura do(a) testemunha(a): \_\_\_\_\_

ANEXO B: ESCALA DE TORONTO MODIFICADA PARA AVALIAÇÃO DE DISTONIA CERVICAL

**ESCALA DE TORONTO MODIFICADA PARA AVALIAÇÃO DE DISTONIA CERVICAL**  
SALLEM, 2015

**Nome do paciente:**

**Data:**

**Escala de Toronto para Avaliação de Torcicolo Espasmódico**

**I. Escala de intensidade do torcicolo (máximo = 35)**

**A. Desvio máximo possível**

**1. Rotação (para a esquerda ou para a direita)**

0 = Nenhuma (0°)

1 = Discreta (<1/4 da amplitude máxima, 1° - 22°)

2 = Leve (1/4 - 1/2 da amplitude máxima, 23° - 45°)

3 = Moderada (1/2 - 3/4 da amplitude máxima, 46° - 67°)

4 = Acentuada (> 3/4 da amplitude máxima, 68° - 90°)

**2. Laterocolo (inclinação: direita ou esquerda. Excluir elevação do ombro)**

0 = Nenhum (0°)

1 = Leve (1° - 15°)

2 = Moderado (16° - 35°)

3 = Acentuado (>35°)

**3. Anterocolo/retrocolo (a ou b)**

**a. Anterocolo**

0 = Nenhum

1 = Leve desvio do queixo para baixo

2 = Moderado desvio do queixo para baixo (aproxima-se de 1/2 da excursão máxima possível)

3 = Acentuado (queixo aproxima-se do tórax)

**b. Retrocolo**

0 = Nenhum

1 = Leve desvio para trás do topo da cabeça com elevação do queixo

2 = Moderado desvio para trás (aproxima-se de ½ do máximo desvio possível)

3 = Acentuado (aproxima-se do máximo desvio possível)

**4. Deslocamento lateral (direita ou esquerda)**

0 = Ausente

1 = Presente

**5. Deslocamento vertical (para frente ou para trás)**

0 = Ausente

1 = Presente

**B. Fator Duração (multiplicar valor por 2)**

0 = Nenhuma

1 = Desvio ocasional (<25% do tempo, com intensidade mais freqüentemente submáxima)

2 = Desvio ocasional (< 25% do tempo, com intensidade mais freqüentemente máxima) ou desvio intermitente (25 a 50% do tempo, com intensidade mais freqüentemente submáxima)

3 = Desvio intermitente (25 a 50% do tempo, com intensidade mais freqüentemente máxima) ou desvio freqüente (50 a 75% do tempo, com intensidade mais freqüentemente submáxima)

4 = Desvio freqüente (50 a 75% do tempo, com intensidade mais freqüentemente máxima) ou desvio constante (>75% do tempo, com intensidade mais freqüentemente submáxima)

5 = Desvio constante (> 75% do tempo, com intensidade mais freqüentemente máxima)

**C. Efeito de truques sensitivos**

0 = Alívio completo com um ou mais truques

1 = Alívio parcial ou limitado com truques



2 = Pouco ou nenhum alívio com os truques

**D. Elevação/Deslocamento anterior do ombro**

0 = Ausente

1 = Leve (< 1/3 do desvio máximo possível, intermitente ou constante)

2 = Moderada (movimento constante, >75% do tempo e 1/3 - 2/3 do desvio máximo possível) ou Acentuada (movimento intermitente, >2/3 do desvio máximo possível)

3 = Acentuado e constante

**E. Amplitude de movimento (sem a ajuda de truques sensitivos)**

0 = Capaz de mover a cabeça para o extremo da posição oposta

1 = Capaz de mover a cabeça bem além da linha média, mas não para o extremo da posição oposta

2 = Capaz de mover a cabeça, mas pouco passa da linha média

3 = Capaz de mover a cabeça em direção à linha média mas não a ultrapassa

4 = Quase incapaz de mover a cabeça além da postura anormal

**F. Tempo (até 60 segundos) durante o qual o paciente é capaz de manter a cabeça dentro de 10° da posição neutra sem fazer uso de truques sensitivos (média de duas tentativas)**

0 = > 60 segundos

1 = 46 - 60 segundos

2 = 31 - 45 segundos

3 = 16 - 30 segundos

4 = < 15 segundos

**II. Escala de incapacidade (máximo = 30)**

**A. Trabalho fora ou dentro de casa**

0 = O torcicolo não atrapalha em nada nem incomoda

1 = Você pode fazer tudo tão bem como antes, mas o torcicolo atrapalha um pouco

2 = Você consegue fazer bem a maior parte das tarefas. O torcicolo atrapalha bastante algumas tarefas, mas você ainda consegue fazê-las bem

3 = O torcicolo atrapalha quase todas as atividades. Você consegue trabalhar, mas não tão bem como antes

4 = Não consegue trabalhar por causa do torcicolo, mas ainda faz algumas coisas em casa

5 = Por causa do torcicolo, já não consegue fazer quase nada ou nada em casa

**B. Atividades da vida diária (isto é, alimentar-se, vestir-se, banhar-se, barbear-se, maquiar-se, etc)**

0 = O torcicolo não atrapalha nenhuma atividade

1 = Você pode fazer tudo tão bem como antes, mas o torcicolo atrapalha um pouco

2 = O torcicolo atrapalha muito algumas atividades, mas ainda consegue fazê-las bem com a ajuda de truques simples

3 = O torcicolo atrapalha muito a maioria das atividades, mas ainda consegue fazê-las. Pode usar truques mais complexos

4 = O torcicolo atrapalha todas as atividades. Algumas são impossíveis ou você precisa da ajuda de alguém

5 = Depende da ajuda de alguém para se cuidar

**C. Dirigir**

0 = O torcicolo não atrapalha (ou nunca dirigiu um carro)

1 = O torcicolo incomoda, mas consegue dirigir

2 = Consegue dirigir, mas precisa usar truques para controlar o torcicolo (tocar, segurar o rosto, manter a cabeça contra o encosto do assento)

3 = Pode dirigir somente por curtas distâncias

4 = Geralmente não consegue dirigir por causa do torcicolo

5 = O torcicolo o impede de dirigir ou mesmo de andar como passageiro por longas distâncias

**D. Leitura**

0 = O torcicolo não atrapalha em nada nem incomoda

1 = O torcicolo incomoda, mas consegue ler sentado

2 = O torcicolo incomoda, mas só consegue ler sentado segurando a cabeça ou usando outros truques parecidos

3 = Ler sentado é muito difícil ou só consegue ler deitado ou em pé

4 = O torcicolo atrapalha bastante para ler, mesmo usando truques

5 = O torcicolo atrapalha tanto que só consegue ler algumas linhas por causa dele

**E. Televisão**

0 = O torcicolo não atrapalha em nada nem incomoda

1 = O torcicolo incomoda, mas consegue assistir à televisão sentado

2 = Você consegue assistir à televisão sentado, mas precisa segurar a cabeça ou usar outros truques parecidos

3 = Assistir à televisão sentado é muito difícil ou você só consegue assistir deitado ou em pé

4 = O torcicolo atrapalha demais para assistir à televisão

5 = Não consegue assistir à televisão por causa do torcicolo

**F. Atividades fora de casa (fazer compras, caminhar, ir ao cinema, jantar fora, e outras atividades de lazer)**

0 = O torcicolo não atrapalha em nada nem incomoda

1 = Faz todas as atividades, mas o torcicolo incomoda um pouco

2 = Para fazer as atividades, precisa usar truques simples, como segurar o rosto, por exemplo

3 = Precisa de ajuda de outras pessoas para fazer as atividades por causa do torcicolo

4 = Por causa do torcicolo, tem coisas que você não consegue fazer ou desiste de fazer

5 = Quase ou nunca faz nada fora de casa por causa do torcicolo

**III. Escala de dor (máximo = 20)****A. Intensidade da dor no pescoço pelo torcicolo**

De 0 a 10, qual foi o mínimo de dor, o máximo de dor, e a média de dor que você sentiu na última semana?

Score calculada como:  $[\text{máximo} + \text{mínimo} + (2 \times \text{média})]/4$

Mínimo de dor \_\_\_\_\_

Média de dor \_\_\_\_\_

Máximo de dor \_\_\_\_\_

**B. Duração da dor**

0 = Nenhuma dor

1 = Sente dor por menos de 3 horas por dia (ou dor presente por poucas horas do dia)

2 = Sente de 3 a 6 horas de dor por dia (ou dor presente por algumas horas do dia)

3 = Sente de 6 a 12 horas de dor por dia (ou dor presente durante quase a metade do dia)

4 = Sente de 12 a 18 horas de dor por dia (ou dor presente em mais da metade do dia, mas não o dia todo)

5 = Sente mais de 18 horas de dor por dia (ou dor presente o dia todo, ou quase o dia todo)

### **C. Incapacidade pela dor**

0 = A dor não incomoda nem atrapalha em nada

1 = A dor incomoda bastante, mas não atrapalha você de fazer suas coisas

2 = A dor atrapalha você de fazer algumas coisas

3 = A dor atrapalha você de fazer suas coisas, mas o torcicolo atrapalha mais

4 = A dor atrapalha muito para você fazer suas coisas, mas o torcicolo atrapalha um pouco também

5 = A dor é o que mais atrapalha em tudo. Se a dor não existisse, você conseguiria fazer tudo muito bem, mesmo com o torcicolo

## ANEXO C: UTILIZAÇÃO DO FLEXÍMETRO PARA AFERIÇÃO DO ÂNGULO

O flexímetro é um instrumento de medição ou de verificação de medidas angulares e o *Serious Game* tem a mesma finalidade, só que por ser uma tecnologia em desenvolvimento realizaram os testes no flexímetro conforme as figuras 1, 2, 3, 4, 5, 6 e 7.

FIGURA 1- POSIÇÃO INICIAL PARA FLEXÃO E EXTENSÃO DA COLUNA CERVICAL UTILIZANDO O FLEXÍMETRO



FONTE: O autor (2019)

FIGURA 2 - POSIÇÃO FINAL PARA EXTENSÃO DA COLUNA CERVICAL UTILIZANDO O FLEXÍMETRO



FONTE: O autor (2019)

FIGURA 3 - POSIÇÃO FINAL PARA FLEXÃO DA COLUNA CERVICAL UTILIZANDO O FLEXÍMETRO



FONTE: O autor (2019)

FIGURA 4 - POSIÇÃO INICIAL PARA FLEXÃO LATERAL DA COLUNA CERVICAL UTILIZANDO O FLEXÍMETRO



FONTE: O autor (2019)

FIGURA 5 - POSIÇÃO FINAL PARA FLEXÃO LATERAL DA COLUNA CERVICAL UTILIZANDO O FLEXÍMETRO



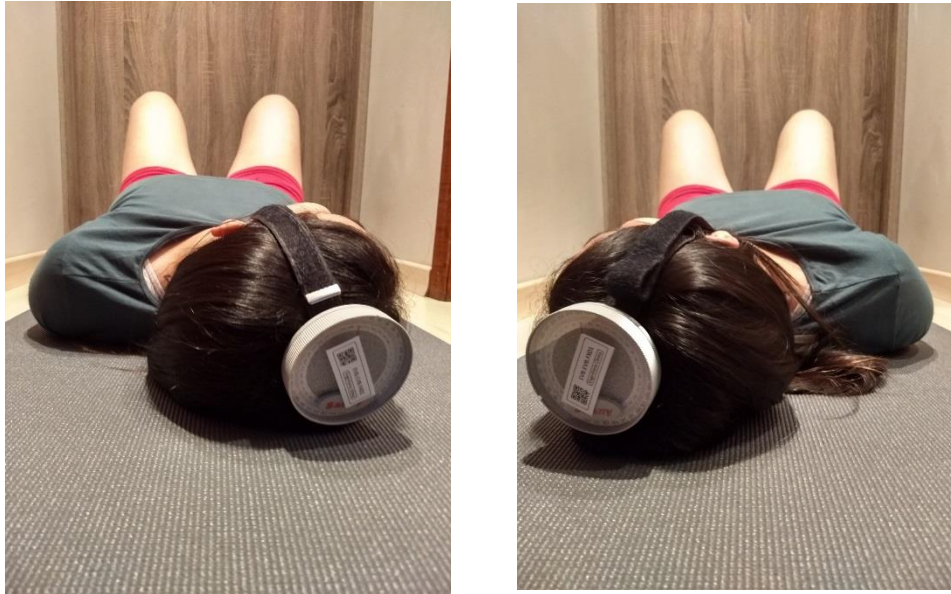
FONTE: O autor (2019)

FIGURA 6 - POSIÇÃO INICIAL PARA ROTAÇÃO DA COLUNA CERVICAL UTILIZANDO O FLEXÍMETRO



FONTE: O autor (2019)

FIGURA 7 - POSIÇÃO FINAL PARA ROTAÇÃO DA COLUNA CERVICAL UTILIZANDO O FLEXÍMETRO



FONTE: O autor (2019)