



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO  
CENTRO DE TECNOLOGIA E GEOCIÊNCIAS  
DEPARTAMENTO DE ELETRÔNICA E SISTEMAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA BIOMÉDICA**

**ALINE TENÓRIO DOMINGUES DA SILVA**

**FERRAMENTA PARA AUXÍLIO NA REABILITAÇÃO DE CRIANÇAS QUE UTILIZAM  
AS ÓRTESES DENNIS BROWN**

Recife

2019

ALINE TENÓRIO DOMINGUES DA SILVA

FERRAMENTA PARA AUXÍLIO NA REABILITAÇÃO DE CRIANÇAS QUE UTILIZAM  
AS ÓRTESES DENNIS BROWN

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

Área de Concentração: Bioengenharia

Orientador: Prof. Dr. Marco Aurélio Benedetti Rodrigues.

Coorientadora: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Rosa Amália Fireman.

Recife  
2019

Catálogo na fonte  
Bibliotecário Gabriel Luz, CRB-4 / 2222

S586f Silva, Aline Tenório Domingues da.  
Ferramenta para auxílio na reabilitação de crianças que utilizam as  
Órteses Dennis Brown / Aline Tenório Domingues da Silva – Recife,  
2019.  
134 f.: figs., tabs., abrev. e siglas.

Orientador: Prof. Dr. Marco Aurélio Benedetti Rodrigues.  
Coorientadora: Profa. Dra. Rosa Amália Fireman.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de  
Pernambuco. CTG. Programa de Pós-Graduação em Engenharia  
Biomédica, 2019.

Inclui referências, apêndice e anexos.

1. Engenharia Biomédica. 2. Pé torto congênito. 3. Órteses Dennis  
Brown. 4. Jogos sérios. 5. Reabilitação ortopédica. I. Rodrigues, Marco  
Aurélio Benedetti (Orientador). II. Fireman, Rosa Amália  
(Coorientadora). III. Título.

UFPE

610.28 CDD (22. ed.)

BCTG / 2021-12

ALINE TENÓRIO DOMINGUES DA SILVA

FERRAMENTA PARA AUXÍLIO NA REABILITAÇÃO DE CRIANÇAS QUE UTILIZAM  
AS ÓRTESES DENNIS BROWN

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

Aprovada em: 11 / 10 / 2019.

**BANCA EXAMINADORA**

---

Prof. Dr. Marco Aurélio Benedetti Rodrigues (Orientador).  
Universidade Federal de Pernambuco

---

Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Patrícia Silva Lessa.  
Universidade Federal de Pernambuco

---

Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Cinthia Rodrigues de Vasconcelos.  
Universidade Federal de Pernambuco

Dedico esse trabalho a minha mãe Inaci Tenório Domingues por ser uma presença inquieta, intrigante e marcante em todos os momentos do meu dia a dia.

Ao meu pai Irandi Domingues da Silva in memoriam, pelo seu incentivo e vibração, nos meus projetos e concretização dos meus sonhos.

A minha irmã Iara Júlia Domingues da Silva e aos meus irmãos Francisco Tenório Domingues da Silva e Alexandre José de Carvalho.

Meus tios e tias, primos e primas, sobrinhos e sobrinhas, em especial Ayanne Gabriela.

A todas as pessoas que foram importantes na minha vida e que não estão mais nessa existência.

Aos meus antepassados, em especial, as minhas avós in memoriam: Julia Tenório Guimarães, Aline Domingues de Castro; e aos meus avôs in memoriam: Minervino de Carvalho e Gentil Domingues da Silva.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por tudo que sou, pelas possibilidades infinitas do livre arbítrio e de me permitir ser protagonista de cada momento presente.

Agradeço às adversidades e aos desafios da vida que me impulsionaram a sair da zona de conforto em rumo ao alcance e a concretização dos meus sonhos.

As/aos minhas/meus colegas do mestrado, em especial a Juliana Grisi pela sua confiança, pelas trocas e parceria, a Jennifer pelo apoio na elaboração da metodologia, a Juliana e a Maiara que intermediaram por mim.

Agradeço a Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup>. Rosa Amália Fireman por confiar e acreditar na minha capacidade e me permitir recomeçar tantas vezes que se fez necessário.

Ao Prof. Dr. Marco Aurélio Rodrigues Benedetti que me acolheu e possibilitou a conclusão de minha dissertação.

A Prof. Dr<sup>a</sup>. Patrícia Silva Lessa que mesmo sem me conhecer deu um voto de confiança no momento crucial da minha vida acadêmica.

Ao Breno Cordeiro pelo aprendizado, pela parceria e pelo auxílio precioso na construção e elaboração eletrônica do Jogo Sérió.

A toda equipe/família do LIHON pelo incentivo, em especial Catarina, Gustavo, Naelson, Érico e Maiki.

A Prof. Dr<sup>a</sup>. Maria Elizete Kunkel que vibrou e me incentivou todo o processo de construção da Órtese Dennis Brown em manufatura aditiva.

A Natalia Santos que agregou a metodologia da parametrização aos esboços em 3 D e pelo repasse de conhecimentos.

A Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Cristine Gusmão pelos ensinamentos preciosos no aprendizado rumo a construção metodológica durante o mestrado.

Agradeço ao sempre presente meu amigo Alcidésio Ramos da Silva Junior, pelo o apoio e incentivo, pelas orientações e discussões nas madrugadas em claro.

A Linda Melo pelo o inestimável apoio logístico.

Agradeço ao meu primo Israel Rodrigues de Carvalho pelo apoio na fase inicial de minha dissertação.

Agradeço a Mirtes Diniz enquanto gestora da Creche Deus é Amor e por acreditar na proposta do trabalho.

Às crianças e as/os funcionárias/os da Creche Deus é Amor.

Ao Fernando Marques que permitiu o teste e validação do Jogo Sérió em seu estabelecimento comercial.

Ao Victor Baneoth e ao Athos Lages que me auxiliaram a enfrentar um desafio e a concretizar um sonho antigo.

A todas as crianças portadoras de pé torto congênito que me incentivaram na busca por alternativas no seu tratamento.

A Dr<sup>a</sup>. Gleicy Tenório e a Dr<sup>a</sup>. Odimariles que me deram suporte clínico.

À Agélia Ramos pela minha formação na área de fisioterapia pediátrica dentro do conceito Bobath.

À minha formação em Fisioterapia Motora Pediátrica que me impulsionou e me impulsiona a decifrar enigmas, a estruturar perspectivas e a construir caminhos rumo ao máximo que cada indivíduo consegue alcançar.

A todas as pessoas que direta ou indiretamente contribuíram com a idealização, construção e finalização de minha dissertação.

## RESUMO

Pé torto congênito, é a deformidade ortopédica congênita mais comum na infância e necessita de tratamento intensivo e precoce, para não se tornar incapacitante na idade adulta. As órteses Dennis Brown fazem parte integrante da metodologia no tratamento Ponseti e são utilizadas na fase final do tratamento das crianças portadoras de pés tortos congênitos, têm a finalidade de manter a correção ortopédica obtida. Houve o desenvolvimento do protótipo da ODB em 100 % em PLA, embora que necessite de mais estudos para a haste de abdução. Foi demonstrado, neste trabalho, a utilização de um Jogo Sérioso, como ferramenta lúdica destinada as crianças portadoras dessa manifestação congênita, com idade compreendida entre 18 a 36 meses de vida. Com objetivo de limitar o posicionamento dos pés, induzindo a criança a brincar apenas nas posturas de cócoras e de urso. “Os resultados encontrados foram: A análise do” tempo de interação maior ou igual a 5 minutos nas posições de cócoras”, com os seguintes resultados: 81% das crianças PTC igualaram e / ou ultrapassaram o tempo de 5 minutos na posição de cócoras; o mesmo foi observado em 60% das crianças de 2 anos e em 78% nas crianças de 3 anos. Em relação ao” Tempo de interação com o Jogo Sérioso na posição de urso “25% das crianças PTC, 40% nas crianças de 2 anos e 6% nas crianças de 3anos. Assumiram as duas posturas durante a interação: 2% das crianças PTC; 10% das crianças com 2 anos e 60% das crianças com 3 anos; Em relação ao” Tempo total de interação com o Jogo Sérioso” obteve-se os seguintes resultados: 85% das crianças PTC, 48% das crianças com 2 anos, 98% das crianças com 3 anos; Em relação ao índice de aceitação do jogo sério, obteve-se os seguintes resultados: 90% das crianças PTC, 75% com as crianças de 2 anos, 80% das crianças com 3 anos de idade. Com as proporções apresentadas sugerem que as crianças, na sua maioria independente do grupo etário e da condição congênita analisados quiseram e interagiram com o tapete teclado adaptado para se tornar um Jogo Sérioso.

Palavras-chave: Pé torto congênito. Órteses Dennis Brown. Jogos sérios.  
Reabilitação ortopédica.

## ABSTRACT

Congenital clubfoot is the most common congenital orthopedic deformity in childhood and requires intensive and early treatment to avoid becoming disabling in adulthood. Dennis Brown orthoses are an integral part of the Ponseti treatment methodology and used in the final phase of the treatment of children with congenital clubfoot, with the purpose of maintaining the orthopedic correction obtained. The 100% ODB prototype developed in PLA, although further study of the abduction pole is required. It demonstrated in this work the use of a Serious Game as a playful tool for children with this congenital manifestation, aged between 18 and 36 months of life. In order to limit the positioning of the feet, the child was inducing to play only in squatting and bear postures. "The results found were: The analysis of" interaction time greater than or equal to 5 minutes in squatting positions", with the following results: 81% of PTC children equaled and / or exceeded 5 minutes in squatting position; The same was observed in 60% of 2-year-olds and 78% of 3-year-olds. It's regarding the "Serious Play Interaction Time in Bear Position" 25% of PTC children, 40% in 2 year olds and 6% in 3 year olds. They assumed both positions during the interaction: 2% of the PTC children; 10% of 2 year olds and 60% of 3 year olds; Regarding the "Total Interaction Time with the Serious Game", the following results were obtained: 85% of PTC children, 48% of 2 years old children, 98% of 3 years old children; Regarding the acceptance rate of serious play, the following results were obtained: 90% of PTC children, 75% with 2-year-olds, 80% of 3-year-olds. The proportions presented suggest that children, mostly independent of the age group and congenital condition analyzed, wanted and interacted with the keyboard mat adapted to become a Serious Game.

Keywords: Clubfoot. Dennis Brown Orthoses. Serious Games. Orthopedic rehabilitation.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Comparação entre os pés de um bebê, normal (a) e torto(b). .....	22
Figura 2 - Nomenclatura das estruturas anatômicas do pé identifica-se o retropé, o médiopé e o anteropé, na vista lateral. ....	24
Figura 3 - Estruturas anatômicas acometidas no PTC. ....	24
Figura 4 - Recursos Tecnológicos Utilizados nos Jogos Sérios do escopo.....	39
Figura 5 - Condição Patológica a que se destinam os Jogos Sérios do escopo. ....	40
Figura 6 - Ano de publicação dos Jogos Sérios existentes no escopo.....	40
Figura 7 - Fluxograma da Metodologia.....	47
Figura 8 - Fluxograma Macro ODBMA. ....	48
Figura 9 - Modelo de pé adulto feminino genérico. ....	48
Figura 10 - Modelo renderizado da AFO obtida através dos contornos de arquivos digitais.....	50
Figura 11 - As 12 mensurações globais referentes às 12 medidas construtivas coletadas no paquímetro. ....	51
Figura 12 - Esboço inicial com as 7 medidas parametrizadas da vista inferior.	51
Figura 13 - Aferições de 3 medidas globais extraídas do molde infantil positivo em gesso: “alturaperna”; “alturaort”; “alturaplano”. ....	52
Figura 14 - Esboço das 2 medidas parametrizadas da vista superior, após a suavização dos contornos. ....	52
Figura 15 - Vista superior da órtese obtida após a aplicação de recurso de superfície e atribuição de espessura. ....	53
Figura 16 - Abordagem inicial de coleta de medidas com fita métrica. ....	54
Figura 17 - Cabo de Aço Flexível Marine Sports 30lbs 10m. ....	54
Figura 18 - Procedimento de mensuração circunferencial com auxílio de cabo de aço. ....	55
Figura 19 - Modelo final da ODB, onde um par de órteses tipo <i>ankle foot</i> estão integradas pela barra de alumínio. ....	56
Figura 20 - Modelo da órtese após a importação para o software ANSYS .....	57
Figura 21 - Condições de contorno implementadas. ....	58
Figura 22 - Processo de geração de malha no Ansys.....	59

Figura 23 - Condições de contorno inclusas no <i>Ansys</i> , (imagem de 1 órtese e da metade do comprimento da haste. A esquerda mostra, em vermelho o carregamento, e à direita em azul o ponto de apoio...	60
Figura 24 - Distribuição de tensão na órtese em ABS e na barra de alumínio exibindo o ponto de tensão máxima. ....	61
Figura 25 - Distribuição de tensão em ABS segundo o critério de Von Mises..	61
Figura 26 - Distribuição de tensão na órtese em PLA e na barra de alumínio exibindo o ponto de tensão máxima. ....	62
Figura 27 - Distribuição de tensão em PLA segundo o critério de Von Mises..	62
Figura 28 - Processo de fatiamento das camadas via <i>Simplify 3D</i> .....	65
Figura 29 - Custos impressão da ODB (cano longo).....	66
Figura 30 - Custos da impressão da ODB (cano curto).....	66
Figura 31 - Disposição dos componentes que compuseram o Jogo Sériio.....	68
Figura 32 - O Tapete teclado é um jogo eletrônico comerciável que foi adequado para se tornar um Jogo Sériio. ....	69
Figura 33 - Criança interagindo com o Jogo Sériio na posição de cócoras, cada pé posicionado dentro de cada AFO. ....	69
Figura 34 - Tablado em madeira, que comporta duas fendas, onde percorrem as 2 AFO, para graduar deforma personalizada a distância biacromial. ....	71
Figura 35 - Componentes esquemáticos do circuito de controle.....	72
Figura 36 - Fluxograma do funcionamento do Jogo Sériio.....	73
Figura 37 - Criança participando do teste e da usabilidade do Jogo Sériio.....	77
Figura 38 - Tempo de interação maior ou igual a 5 minutos nas posições de cócoras.....	84
Figura 39 - Tempo de interação com o Jogo Sériio na posição de urso. ....	84
Figura 40 - Assumiram as duas posturas, cócoras e urso, durante a interação com o JS.....	85
Figura 41 - Tempo total de interação com o Jogo Sériio.....	85
Figura 42 - Índice de aceitação do Jogo Sériio. ....	86
Figura 43 - Interesse das Crianças pelo o Jogo Sériio.....	88
Figura 44 - Interação dos 3 grupos de crianças com o Jogo Sériio. ....	88

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Levantamento bibliográfico sobre a ausência de JS para crianças com PTC.....	34
Tabela 2 - Propriedades para o ABS, o PLA e a BARRA DE ALUMÍNIO, cujos valores e propriedades através do banco de dados gratuito <i>Matweb</i> .....	57
Tabela 3 - Tabela demográfica dos participantes do estudo.....	82
Tabela 4 - Interação com o Jogo Sérió.....	83
Tabela 5 - Outras variáveis estudadas no Jogo Sérió.....	87

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AFO	Ankle Foot Orthosis
CAD	Computer Aided Design
CTEV	Congenitus Talipes Equino Varus
CTG	Centro de Tecnologia e Geologia
DP	Desvio Padrão
DXF	Drawing Interchange Format
GMFCS	Sistema de Classificação Motora Grossa
JS	Jogo Sérió
LIHOM	Laboratório de Interface Homem Máquina
ODB	Órtese Dennis Brown
ODBMA	Órtese Dennis Brown em Manufatura Aditiva
PLA	Ácido Polilático
PTC	Pé Torto Congênito.
RA	Realidade Aumentada
RV	Realidade Virtual
SG	Serius Game
SUS	Sistema Único de Saúde
TCLE	Termo de Consentimento Livre e Esclarecido
UFPE	Universidade Federal de Pernambuco
UNIFESP	Universidade Federal de São Paulo
VM	Valor da Média

## SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO .....	16
1.1	CONTEXTO E MOTIVAÇÃO.....	16
1.2	MOTIVAÇÃO.....	18
1.3	OBJETIVOS.....	19
1.3.1	Objetivos Específicos.....	19
1.4	ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO.....	20
1.5	ESTRATÉGIA DE AÇÃO.....	20
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	22
2.1	PÉ TORTO CONGÊNITO.....	22
2.2	MÉTODO PONSETI.....	25
2.3	MÉTODOS DE FABRICAÇÃO DAS ORTESES DENNIS BROWN (ODB).....	26
2.3.1	Método Convencional.....	26
2.3.2	Método por Manufatura Aditiva.....	27
2.3.3	Menções de Relevância em relação à ODB em Manufatura Aditiva.....	27
2.4	FISIOTERAPIA.....	29
3	REVISÃO DA LITERATURA EM JOGOS SÉRIOS .....	32
3.1	INTRODUÇÃO .....	32
3.2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	32
3.3	RESULTADOS .....	33
3.4.1	Menções de Relevância em Pé Torto Congênito (PTC) e no desenvolvimento motor de crianças com idade entre 18 a 36 meses de vida.....	41
3.4.2	Menções de Relevância em tratamento fisioterapêutico em crianças com idade entre 18 a 36 meses de idade, portadoras de Pé Torto Congênito (PTC).....	42
3.4.3	Menções de Relevância em tratamento fisioterapêutico utilizando o Jogo Sérioso como recurso auxiliar e terapêutico.....	43
3.4.4	Menções de Relevância em Jogos Sérios (JS).....	44
3.4.5	Conclusão da Revisão da Literatura.....	45
4	METODOLOGIA DA PROPOSTA DE TRABALHO.....	46

4.1	METODOLOGIA DO DESENVOLVIMENTO DO PROTÓTIPO DA ÓRTESE DENNIS BROWN EM MANUFATURA ADITIVA (ODBMA).....	47
4.2	METODOLOGIA DA VERIFICAÇÃO DO JOGO SÉRIO .....	68
4.2.1	Planejamento do Jogo Sérió (JS).....	68
4.2.2	Equipamentos e Materiais utilizados .....	70
4.2.3	Componentes do Circuito do Jogo Sérió (JS).....	72
4.2.4	Funcionamento do Jogo Sérió (JS) .....	73
4.2.5	Caso não haja o funcionamento correto do Jogo Sérió (JS) .....	74
4.3	METODOLOGIA DO TESTE E DO USO DO JOGO SÉRIO .....	74
4.3.2	Participantes.....	75
4.3.3	Critérios de Elegibilidade .....	75
4.3.4	Riscos e Benefícios .....	75
4.3.5	Procedimentos experimentais do tapete teclado adequado para se tornar Jogo Sérió .....	76
4.3.6	Desenho Experimental .....	77
4.3.7	Definição das variáveis e criação da base de dados do Jogo Sérió (JS).....	78
4.4	MÉTODOS AVALIATIVOS .....	78
4.4.1	Análise Estatística .....	80
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	82
5.1	BASES DE DADOS OBTIDAS DO JOGO SÉRIO.....	82
6	CONCLUSÃO E PERSPECTIVAS FUTURAS .....	89
	REFERÊNCIAS .....	91
	APÊNDICE A – MENSURAÇÕES BIACROMIAIS .....	106
	ANEXO A - FOLHA DE APROVAÇÃO DO PROJETO NO COMITÊ DE ÉTICA DA UFPE.....	113
	ANEXO B – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO, TCLE.....	114
	ANEXO C – CARTA DE ANUÊNCIA DA APOLO ORTOPÉDICA ..	118
	ANEXO D – CARTA DE ANUÊNCIA DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO .....	119
	ANEXO E – FICHA A RESPEITO DE INFORMAÇÕES GERAIS SOBRE A CRIANÇA PTC .....	120

ANEXO F - FORMULÁRIO DE PESQUISA.....	122
ANEXO G - QUESTIONÁRIO PARA O TESTE E VALIDAÇÃO DO JOGO SÉRIO.....	124
ANEXO H - FORMULÁRIO DE DADOS ANTROPOMÉTRICOS ..	126
ANEXO I- PLANILHA DAS RESPOSTAS DAS/OS RESPONSÁVEIS PELAS AS CRIANÇAS PTC.....	128
ANEXO J - PLANILHA DAS RESPOSTAS DAS/OS RESPONSÁVEIS PELAS AS CRIANÇAS PTC.....	129
ANEXO K - PLANILHA DAS RESPOSTAS DAS/OS RESPONSÁVEIS PELAS AS CRIANÇAS PTC.....	130
ANEXO L - CARTA RESPOSTA DA ORGANIZAÇÃO MIRACLEFEET .....	131
ANEXO M - RESULTADO COM O GRUPO DE BIOMECÂNICA E FORENSE.....	132
ANEXO N - DOAÇÃO DOS ARQUIVOS DIGITAIS DE MODELAGEM EM 3D AO GRUPO BIOMECÂNICA E FORENSE DA UNIFESP.....	134

## 1 INTRODUÇÃO

Neste capítulo será apresentada uma breve introdução e motivação à temática de interesse desse trabalho. Adicionalmente, serão apresentados os objetivos estabelecidos para o seu cumprimento.

### 1.1 CONTEXTO E MOTIVAÇÃO

Existe na atualidade o real interesse em aprimorar a reabilitação, em especial, o atendimento fisioterápico aos indivíduos por meio de métodos de recuperação que sejam inovadores e com evidência científica. O processo de reabilitação dos pacientes tende a ser desestimulante por conter exercícios que, em sua maioria, são repetitivos e tediosos, findando por tornar o tratamento falho (BALISTA et al., 2013). Mas, em contrapartida, é notadamente sabido que a repetição correta dos exercícios é imprescindível para a recuperação do paciente e para a continuidade do processo de recuperação (MEJIA, 2010).

É desafiador tornar as sessões de reabilitação divertidas e contribuir com a adesão do paciente e a sua melhoria. Nesse sentido, diversos jogos têm sido desenvolvidos para tornar as sessões mais agradáveis (JUNIOR et al. 2012) e adaptadas à condição peculiar de cada pessoa (MONTEIRO 2011). Quando a fisioterapia é direcionada para crianças, é imprescindivelmente importante que a terapia seja lúdica a fim de tornar os atendimentos mais toleráveis e prazerosos, pois propicia a interação do infante com o terapeuta, a adesão ao tratamento e, conseqüentemente, ganhos ao nível cognitivo, motor, sensorial e social (SANTOS et al., 2011; BRUNELLO *et al.* 2006).

Os Jogos Sérios (JS) são jogos direcionados ao entretenimento, que podem ser eletrônicos ou não, e que aliam a capacidade motivacional, estimulam a diversão ao tratamento proposto e assim objetivam a transmissão de uma significação educacional e/ou terapêutica/ reabilitadora (HOCINE *et al.* 2011, ZHUHAI, 2016, DE FREITAS LIAROKAPIS, 2011).

Os JS possuem um planejamento que gera as diretrizes para o desenvolvimento, e, que também, definem a abordagem técnica e o roteiro do jogo (FIOCRUZ, 2014; MACHADO *et al.* 2011; MA e col. 2011). Estes jogos utilizam a conhecida abordagem da indústria de jogos para tornar essas simulações atraentes e

lúdicas, ao mesmo tempo, em que oferecem atividades que favorecem a absorção de conceitos e habilidades psicomotoras (DE FREITAS LIAROKAPIS, 2011; CAI - WALKER 2018).

Na prática da fisioterapia convencional, o Jogo Sérió pode ser uma ferramenta que auxilie o tratamento, pois é capaz de incentivar crianças portadoras de distúrbios motores, como Pés Tortos Congênitos (PTC) e usuária da órtese Dennis Brown (ODB), a assumir, de forma lúdica, as posições de transição, de cócoras e de urso, que são naturais na faixa etária entre os 18 aos 36 meses de idade, e que são preparatórias para a marcha (ISSLER, 2009; MONTEIRO, 2011, CARICCHIO, 2017).

A ODB é um aparelho ou dispositivo ortopédico indicado para auxiliar a função do paciente, promovendo estabilidade do membro afetado e posicionamento articular adequado (CARICCHIO MBM, 2017). A ODB é composta por duas órteses tornozelo – pé, conhecidas também como com a denominação de “*ankle foot*” (AFO) e uma barra de abdução. A utilização da ODB de forma correta é essencial para o resultado satisfatório da correção e minimização das recidivas do PTC pela técnica de Ponseti (PONSETIIV, 1996; PONSETIIV 2000; PONSETIIV 2002; PONSETIIV 2005; PONSETIIV 2006; CHUEIRE AFJG etcol, 2016; CURY et al, 2015; JAQUETO et al, 2016; PAIVA et col, 2017; STAHELI L, 2005).

Nos casos de crianças com Pés Tortos Congênitos, o objetivo final do tratamento é fornecer maior independência para a criança, visando às habilidades da vida diária, autoajuda, e preparando-a para a vida adulta. Sendo esse objetivo enfatizado para sua importância em relação ao desenvolvimento motor normal, como um guia para o tratamento, sendo este ajustado de acordo com cada caso (BOBATH, 1963; MONTEIRO, 2015).

Na literatura, existe uma grande quantidade de trabalhos relacionados a Jogos Sérios voltados para a área da fisioterapia, principalmente para reabilitação motora (BRAGA, 2009, BALISTA, 2013, FIKAR, 2013, FUJISAWA – MANZINI, 2018.) Só que não foi encontrado nenhum destinado a crianças portadoras de PTC e usuárias das ODB, com idade entre 18 a 36 meses, com a finalidade de preparar os pés para a marcha.

É imprescindível que durante o processo de reabilitação, seja estimulada a recuperação do paciente através da execução de exercícios que estimulem gradativamente o movimento desejado; para isto, o principal objetivo deste trabalho é a utilização de um Jogo Sérió, como ferramenta lúdica, que estimule a graduação das

amplitudes dos movimentos dos pés, e que a criança seja encorajada a manter os pés dentro das órteses enquanto brincam sem que percebam.

Neste trabalho, houve a adequação eletrônica do Tapete Teclado que se tornou um JS através da intervenção da Engenharia Biomédica, área da engenharia que é direcionada a realização de projetos, de montagens e manutenção de aparelhos utilizados em tratamentos que atendam às demandas do sistema de saúde (FIOCRUZ, 2014). Foram observados alguns parâmetros que embasaram a verificação do JS em questão, através dos graus de interesse e da interação da criança voluntária (CV); como também da perspectiva de mensurar o tempo utilizado durante o seu entretenimento.

## 1.2 MOTIVAÇÃO

Entre todas as manifestações congênitas músculo esqueléticas, o PTC negligenciado é uma das causas mais sérias de incapacidade física (PONSETI 1996; NOGUEIRA, et al.2011). O indivíduo que não é tratado, adequadamente, sofrerá ao longo da sua vida, com o estigma social, pois, devido a deformidade dos seus pés, andará sobre os seus calcanhares e terá dificuldades em se calçar, ou até mesmo ficará impossibilitado de usar calçados e sandálias comuns (ELUMALAI – TV, 2016; MERLOTTI, 2006; ISSLER, 2018).

Segundo Ponseti (2005) mundialmente, nascem a cada ano, mais de 100.000 crianças com PTC, sendo que dessas, observa-se que 80% ocorrem em países em desenvolvimento; e que existem, aproximadamente, 6 a 8 milhões de adultos com PTC no planeta que são fisicamente incapacitados, por omissão dos seus responsáveis e/ou por não terem o tratamento adequado (ELUMALAI; TV, 2016).

Em 2016, o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2016), registrou-se 2,79 milhões de nascimentos no Brasil, destes, contabilizam-se, por ano, 7.000 crianças portadoras de PTC e, estão em conformidade com a incidência média descrita na literatura, de que há aproximadamente 1 a 2 casos por mil nascidos vivos em todo o mundo (LAREDO FILHO, 1986; NOGUEIRA et al. 2011).

Nogueira, 2011, afirma que durante os dois primeiros anos de vida, os PTC podem ser corrigidos, proporcionando uma vida saudável e livre da deformidade (NOGUEIRA et al, 2011).

Os autores Cury et al (2015) em concordância com Nogueira (2011) indicam dificuldades que têm atrapalhado a sistematização na aplicação do Método de Ponsetti (MP) no Sistema Único de Saúde (SUS). No intuito de que se possam preencher as lacunas provenientes do SUS bem como oferecer a população de portadores de PTC, uma alternativa: ODB acessível a todos que dela necessite.

### 1.3 OBJETIVOS

O interesse desse estudo é implementar, testar e verificar a aplicação de uma ferramenta, um Jogo Sério, como estratégia para complementar a abordagem fisioterapêutica tradicional e para auxiliar o processo de reabilitação das crianças que utilizam as órteses Dennis Brown, na fase de preparação para marcha.

#### 1.3.1 Objetivos Específicos.

Com a finalidade de auxiliar o alcance do objetivo principal, foram estabelecidos os seguintes objetivos específicos:

- Desenvolver um protótipo de Órtese de Dennis Brown (ODB) em manufatura aditiva para ser utilizado em conjunto com o Jogo Sério (JS), e manter as angulações propostas no Método Ponseti (MP), que são 25 graus de dorsiflexão e 35 graus de abdução do tornozelo.
- Adaptar um brinquedo comerciável em um Jogo Sério com as características necessárias para uma criança com pé torto congênito: criação de um circuito para controle do jogo;
- Elaborar estratégia delimitadora de área de contato dos pés para correto posicionamento, como também para estimular a criança permanecer de cócoras, permitindo mãos e braços livres enquanto explora o Jogo Sério;
- Criar mecanismos para manter a equivalência da distância entre os pés com a distância entre os acrômios, durante a interação com o brinquedo;
- Testar a usabilidade do Jogo Sério em crianças com Pé torto congênito;
- Elaborar o desenho do questionário base para a análise do desempenho do tratamento fisioterápicos nas crianças voluntárias (CV).

- Realizar testes com crianças através da aplicação do questionário (Anexo V);

#### 1.4 ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO

Para fins organizativos, o trabalho foi dividido em três estágios: o primeiro, houve o desenvolvimento de uma Órtese Dennis Brown em manufatura aditiva e em caráter experimental; o segundo, com enfoque observacional experimental onde ocorreu Implementação do Jogo Sério através da adequação eletrônica do Tapete Teclado, e o terceiro com enfoque de teste do uso do Jogo Sério através das 47 crianças voluntárias (CV), nas quais 36, são da creche Deus é Amor; e 11, são portadoras de PTC.

#### 1.5 ESTRATÉGIA DE AÇÃO

Na execução deste trabalho foram respeitadas algumas etapas para a finalização do mesmo. Inicialmente foi realizada uma introdução e apresentada como fundamentação teórica, na qual se aprofunda os conceitos discutidos neste trabalho: Pé torto Congênito; Órtese Dennis Brown Tradicional e em Manufatura Aditiva; Considerações sobre o Desenvolvimento Motor nas crianças de 18 a 36 meses; Intervenção Fisioterápica e Jogos Sérios.

Realizados os levantamentos bibliográficos, foi possível modelar o presente estudo, no qual se tornou o pioneiro na área, e que poderá possibilitar novos estudos. Foram escolhidos como análise, o questionário (Anexo VII), que contempla o instrumento de validação do Jogo Sério, bem como aborda a respeito da viabilização e do desenvolvimento de uma ODBMA experimental.

No Capítulo 2, Fundamentação Teórica, é discutida os aspectos referentes ao Pé Torto Congênito, sobre a fase de uso da órtese Dennis Brown, seja convencional, seja em manufatura aditiva, cuja finalidade do uso e a manutenção dos alongamentos obtidos ao longo do tratamento e evitar recidivas.

Durante a fase preparatória dos pés para a marcha, as crianças, com idade entre os 18 aos 36 meses, normalmente assumem as posturas de cócoras e de urso. O que contextualiza esta fase é o desenvolvimento motor normal nas crianças. Então,

ressalta-se a importância da utilização de um Jogo Sério como ferramenta lúdica e estimulante durante o tratamento fisioterápico e a reabilitação da criança com PTC.

O Capítulo 3, Revisão da Literatura, apresenta análises de publicações científicas relevantes relacionadas a descrição de algum jogo sério implementado, e/ou em teste e/ou validado, utilizado para auxiliar o processo de fisioterapia e/ou de reabilitação de crianças, com idade compreendida entre 18 a 36 meses de vida. Neste capítulo, também, contém informações sobre a localização de conteúdos científicos que discorram a respeito da implementação de Órtese Dennis Brown em manufatura aditiva.

O Capítulo 4, Proposta de Trabalho, aborda a visão metodológica, as atividades realizadas para o alcance dos objetivos propostos, que estão separadas em quatorze passos: o primeiro, discorre a respeito o estudo de criação da órtese de Dennis Brown por manufatura aditiva, contendo método de criação e testes de validação técnica estrutural, a análise de custo / benefício do ambiente da amostra, o segundo, do equipamento e dos materiais utilizados; o terceiro, dos componentes do circuito do JS; o quarto, do funcionamento elétrico do circuito do JS; o quinto do ambiente da amostra; o sexto, dos participantes; o sétimo dos critérios de elegibilidade; o oitavo, dos riscos e dos benefícios; o nono, dos procedimentos experimentais do JS ; o décimo, do desenho experimental; o décimo primeiro, da definição das variáveis e criação da base de dados do JS; o décimo segundo, em caso não haja o funcionamento correto do JS; décimo terceiro, métodos avaliativos que consistiu do registro geral da criança voluntária, da realização da aferição das medidas antropométricas biacromiais e do teste e da usabilidade do JS o decimo quarto, da análise estatística.

No Capítulo 5 – Discussão dos Resultados - os resultados obtidos mediante a aplicação do instrumento de avaliação do Jogo Sério, o tapete teclado adaptado, e do tempo de interesse e da interação da criança voluntária com o JS são apresentados e discutidos nesse capítulo.

Capítulo 6 – Conclusão e Perspectivas Futuras – neste capítulo, foram realizadas as considerações finais realizadas através dos resultados apresentados no capítulo 5, apresentando, as contribuições relevantes do estudo realizado bem como serão enumeradas as limitações encontradas no trabalho e também apresentar possibilidade para futuros estudos.

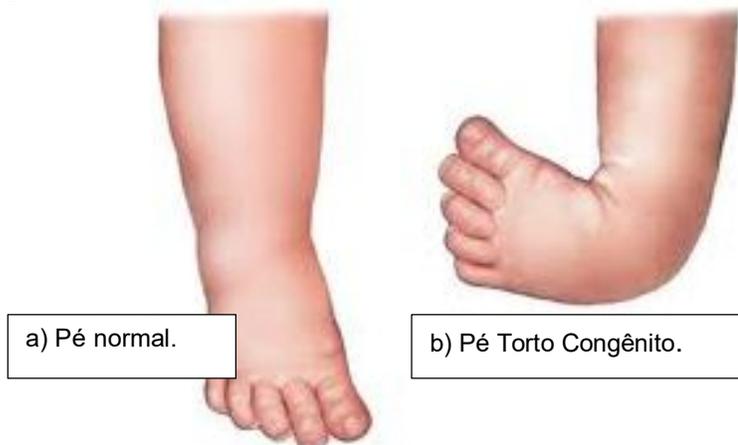
## 2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

De início foi feito um levantamento bibliográfico em publicações científicas visando analisar e selecionar trabalhos científicos que tratassem sobre os assuntos que são abordados nesta dissertação, (Órtese Dennis Brown, Pé Torto Congênito, Jogos Sérios e Fisioterapia Pediátrica), para observar como tais assuntos foram fundamentados em períodos anteriores ao ano de 2019 e assim ler, utilizar e citar aqueles cujo assunto entram em concordância para construir a fundamentação teórica e referências bibliográficas utilizadas nesta dissertação.

### 2.1 PÉ TORTO CONGÊNITO

Pé Torto Congênito (PTC), é conhecido também como *congenitus talipes equino varus* (CTEV), é a deformidade ortopédica congênita mais comum, é caracterizada pelo o mau alinhamento do pé, e tem acometimento de todas as estruturas musculo esqueléticas, distais ao joelho, conforme apresentado na figura 1.

Figura 1 - Comparação entre os pés de um bebê, normal (a) e torto(b).



Fonte: Modificada de Daniela Bassani, 2017.

A incidência do PTC é, em média, de um (1) a três (3) para cada 1.000 nascidos vivos no mundo, com predominância no gênero masculino, na proporção de 2:1, e tem acometimento bilateral em 50% dos casos (MARCUNDE 2004). São encontradas variações populacionais em relação à ocorrência, observa-se que, nos chineses, é cerca de 0,39 casos por 1.000 nascidos vivos, nos caucasianos um a três casos por

1.000 nascidos vivos, enquanto que nos havaianos ocorre em cerca de sete por 1.000 nascidos vivos (MARANHO 2011).

Apresenta deformidades em equino e varo do retropé, cavo e adução do médio e do antepé; por isso, necessita de um tratamento intensivo e precoce (LARA et al 2013).

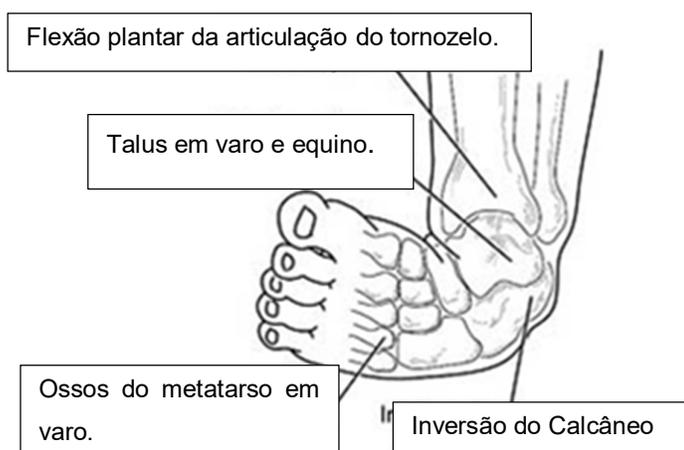
Segundo Santin - Hungria Filho (2004), na anatomia patológica são encontradas as seguintes deformidades fundamentais no tanto no pé equino varo (PEV) quanto no pé torto congênito (PTC): 1) Adução-supinação do antepé - o componente "adução" significa desvio medial da região anterior do pé anterior, que ocorre na articulação mediotársica e em menor grau na articulação tarsometatarsiana. A supinação se traduz por uma elevação da cabeça do primeiro metatarsiano em relação à cabeça do quinto, de modo que a face plantar do antepé direcione-se para o lado medial. 2) Varo do calcâneo - ocorre ao nível da articulação subtalar com o calcâneo sob o talo, colocando-se em situação tal que sua face plantar está voltada para o lado medial. Ao conjunto de varo do calcâneo e adução-supinação do antepé denominamos "inversão" do pé. 3) Eqüinismo - A posição de eqüino faz com que a superfície articular ântero-superior do talo fique fora da articulação tibiotársica. O pé está em flexão plantar fixa, ocorre na articulação tibiotársica e também na articulação subtalar na qual há um eqüinismo do talo em relação ao calcâneo. Os eixos do calcâneo e do talo tornam se paralelos. 4) Cavismo - freqüentemente há uma flexão plantar do antepé em relação ao retropé e, portanto, ao nível da articulação mediotársica (talonavicular e calcâneo-cubóide). 5) Alterações esqueléticas - a deformidade primária é um desvio medial e plantar da parte anterior do talo. O ângulo normal formado entre o longo eixo da cabeça-colo e o longo eixo do corpo do talo mede de 150° a 155°, enquanto que no pé acometido este ângulo situa-se entre 115° e 135°, conforme apresentado nas Figuras 2 e 3.

Figura 2 - Nomenclatura das estruturas anatômicas do pé identifica-se o retropé, o médiopé e o anteropé, na vista lateral.



Fonte: Volt Pilates Group, 2017.

Figura 3 - Estruturas anatômicas acometidas no PTC.



Fonte: Adaptado da Associação Primeiros Passos, 2015.

A maioria dos autores consultados reitera que, embora os pés tortos tratados sejam menos flexíveis que os pés normais, não se identificaram diferenças significativas na função ou desempenho, se comparados com uma população da mesma idade nascida com pés normais (PONSETTI IV 1996; PONSETTI IV 2000; PONSETTI IV) Venturella CB et al. (2013) avaliaram e compararam o desenvolvimento motor de 90 crianças de 0 a 18 meses (45 meninas e 45 meninos pareados por idade) meninos e meninas, concluíram que nos primeiros dois anos de vida, eles e elas demonstram desempenho motor amplo similar. Infere-se, por tanto que as diferenças

entre sexo que apareçam com o passar do tempo sejam influenciadas pelas oportunidades do contexto.

O PTC pode ser corrigido de forma fácil e barata se for tratado nos dois primeiros anos de vida. ISSLER et col. (2009) realizaram revisão bibliográfica da literatura, e concluíram que é de grande importância a aplicabilidade fisioterapêutica no PTCEV em crianças de 0 a 3 anos, embora afirmem que é um campo terapêutico que precisa ser mais estudado e abordado, através de inúmeras pesquisas clínicas, realizada por Fisioterapeutas e por Cirurgiões Ortopedistas (ISSLER H et col, 2009).

O PTC negligenciado, é a causa mais séria de incapacidade física, entre todos os defeitos músculo - esqueléticos congênitos, (PONSETI 1996). É considerada uma incapacidade permanente nos países industrializados ocidentais. Existem, aproximadamente, 6 a 8 milhões de adultos com PTC, em todo o mundo, que são fisicamente incapacitados (ELUMALAI 2016). O indivíduo que não é tratado adequadamente sofre com estigma social, pois anda sobre os tornozelos, e fica impossibilitado de usar calçados e sandálias comuns (ELUMALAI 2016). É fundamental que, ao término do tratamento, mantenha-se os pés indolores, funcionais, flexíveis e com aspectos anatômicos dentro da normalidade (PONSETI 2006).

## 2.2 MÉTODO PONSETI

Como tratamento do Pé Torto Congênito (PTC), identifica-se o Método Ponseti (MP), que consiste em manipulações e gessos seriados (por cerca de 5 a 7 semanas), tenotomia percutânea do tendão de Aquiles e o uso da Órtese Dennis Brown (ODB) (CHUEIRE, 2016). A tenotomia é uma cirurgia de curta duração, menos que 30 min, na qual corta/m se tendão/ões acometido (s), o que promove o (s) seu (s) alongamento (s) (PAIVA et al, 2019; JAQUETO et al. 2016).

O MP é determinado como uma das estratégias mais eficazes e de boa reprodutibilidade, apresenta metodologia própria, o que favorece à obtenção de melhores resultados, proporcionando pés com aspectos estéticos e funcionais muito próximos da normalidade, provavelmente por estar associado a menor lesão de partes moles. A continuidade da abdução obtida no tratamento ortopédico ocorre através do uso da Órtese Dennis Brown, ocasiona a conservação do alongamento das estruturas

moles do PTC, a preservação da mobilidade e remodelagem óssea e cartilaginosa nos PTC (NOGUEIRA 2009).

CURY et al (2015) analisaram a importância do uso correto da órtese de abdução em 80 crianças e obtiveram um resultado total de 71 resultados satisfatórios (77,17%), onde as crianças após o uso da ODB apresentaram pé não doloroso, plantígrado, com deformidades residuais que não comprometeram a funcionalidade dos pés (leve adução), flexível e com boa força muscular (CURY et al, 2015).

Na literatura observa-se que há interesse pelo o design da ODB, e que se concentra também no aumento do conforto e satisfação do paciente, a fim que se possa melhorar a adesão e fidelidade ao tratamento proposto. No entanto, quando se olha para o futuro do TP, e para a prevenção das recidivas ortopédicas, precisa ser avaliado também, o custo de aquisição das ODB (DESAI, 2010).

## 2.3 MÉTODOS DE FABRICAÇÃO DAS ORTESES DENNIS BROWN (ODB)

Os métodos de fabricação das Órteses Dennis Brown aqui abordados são: Método Convencional, que é comumente utilizado nas lojas ortopédicas, e Método Por Manufatura Aditiva que apresenta vantagens na sua produção. Ambos os métodos foram abordados nos trabalhos científicos selecionados no referencial teórico dessa pesquisa e de alcance da pesquisadora para serem estudados, assim, foi percebido que o Método por Manufatura Aditiva possibilitou a elaboração de um protótipo da Órtese Dennis Brown em 3D que compõem o conjunto do Jogo Sério utilizado nesta dissertação.

### 2.3.1 Método Convencional

É amplamente adotado nas casas ortopédicas de Recife, em Pernambuco, utiliza-se o processo de moldes em gesso comum, que apresentam as seguintes características de serem a baixo custo, boa moldabilidade e resistência mecânica. A princípio, deveriam ser personalizados, de acordo com as medidas antropométricas dos pés das crianças que a utilizarão; entretanto, na rotina diária da prática clínica, observa-se que a aquisição deste dispositivo adaptativo acontece a partir da confecção baseada em medidas simplificadas, definidas através do desenho dos

contornos do (s) pé (s) da (s) criança (s). Desta forma, alguns autores defendem que esta técnica é imperfeita, e que poderia produzir uma baixa precisão nos resultados a serem obtidos (KIRA 2017).

### 2.3.2 Método por Manufatura Aditiva

Atualmente, métodos de manufatura aditiva (MA) são referidos como alternativas à abordagem corriqueira, e, há variados estudos publicados (MAVROIDIS *et al* 2011; FAUSTINI *et al* 2008; JIN *et al* 2016; KIRA 2017; VIJAYARAGAVAN 2016), na literatura científica, que descrevem novos métodos de modelagem e fabricação das órteses do tipo *ankle foot* (AFO), através da utilização do escaneamento tridimensional do pé, no caso das ODB, utilizando *softwares* de *design*, programas *Computer Aided Design* (CAD) e de prototipagem rápida (VIJAYARAGAVAN 2016).

A MA apresenta as seguintes vantagens em relação à confecção artesanal em polipropileno das ODB: a minimização do tempo de produção, a redução do desperdício de material, a diminuição dos custos e a potencialização do desempenho da AFO, além de permitir a personalização do dispositivo ortopédico e ser reproduzível (DEEMA 2017). No Brasil, a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) declarou que órteses feitas por MA não requerem registro prévio, já que são dispositivos de uso externo. (ANVISA, 2016).

### 2.3.3 Menções de Relevância em relação à ODB em Manufatura Aditiva

A autora Jeevana citou no artigo "*3 Dimensional Modeling of ankle foot orthosis for club foot deformity*" que é possível confeccionar ODB através de imagens de tomografias computadorizadas dos pés e torná-la, virtualmente modelada, em terceira dimensão, através do *software solid Works*; e comprovou-se que as ODB modeladas podem ser um melhor avanço no campo da concepção de órteses (JEEVANA 2010), embora que o estudo foi realizado apenas em bebês que engatinham e ainda não andam (JEEVANA 2010).

O autor Deema referenciou no artigo "*Manufacturing Choices for Ankle-Foot Orthoses: A Multi-objective Optimization*" que foi desenvolvido um dispositivo ortopédico, tipo órtese anklefoot (AFO) com a finalidade de encontrar opções de produção e de fabricação quantitativamente significativas. A estrutura foi testada com

sucesso, num estudo de caso simulado para mostrar a sua viabilidade e através da análise de elementos finitos (AEF), utilizou-se de quatro medidas antropométricas, como variáveis, que influenciaram a tomada de decisão e de escolha, na forma, de confecção das órteses, seja no modo convencional seja no modo de MA. No entanto, observa-se que estrutura está limitada aos dados experimentais disponíveis para informar o desempenho do paciente e aos modelos de análise de elementos finitos (DEEMA 2017).

Lara (2012) exorta que apesar dos resultados apresentarem-se satisfatórios após 15 anos, de seguimento com o tratamento cirúrgico nas crianças portadoras de PTC, as recidivas, hipercorreções, cicatrizes hipertróficas, reoperações, limitações da mobilidade e a dor ocasional, fazem refletir sobre o aprimoramento dos métodos de tratamento, principalmente os menos invasivos. Através da metodologia proposta por Ponseti, tem-se obtido significativa redução das indicações cirúrgicas, levando a pés mais flexíveis, indolores, sem cicatrizes e funcionais (Dobbs, 2006).

Cha YH et al (2017) desenvolveram um *software* para que o *design* da AFO fosse modelado de forma automática, as mensurações obtidas do pé vieram diretamente e do equipamento *scanner*, e foi realizado o teste resistência a fadiga na AFO, e também utilizou - se do eletromiógrafo para análises cinemáticas e dinâmicas.

Deckers JP et al (2018) utilizaram da técnica de escaneamento da perna e também dos moldes positivo de gesso e classificou a aferição da perna como mais adequada para a largura do metatarso, feita no molde positivo do gesso detecta com mais precisão a largura do calcanhar. Utilizou-se um *software* específico para correção das imagens. Realizou-se a análise em 7 pacientes em relação ao grau de rigidez da AFO. Foi proposto novo *design* para a AFO que permite melhor controlar a rigidez. Não se entende porque não foram testadas a resistência mecânica e a fadiga, e também, porque não se realizou testes mais eficientes antes de testar em humanos, já que a barra de abdução quebrou, no mesmo lugar, durante os testes.

Walbran M et col (2016) apresentaram um modelo de AFO 3 D customizada possui um componente de mola na sua estrutura, que tem a função da resistência mecânica e rigidez da AFO. Utilizaram-se de 3 métodos em manufatura aditiva para teste e que concluíram que o método de modelagem por deposição fundida é mais eficiente devido ao custo e a rigidez resistência mecânica.

Totah D et al (2017) testaram diferentes processos de manufatura: 1 processo tradicional de fundição de gesso e 2 processos em manufatura aditiva, um de

deposição fundida e o outro, sintetização a laser. Foram analisadas diferentes variáveis da AFO, utilizaram de simulação computacional para avaliar resistência, flexibilidade, e de um método de otimização no qual foi avaliado cada processo. Forneceu esclarecimentos em relação ao preço e tempo do processo comparando-as forma tradicional com as duas formas citadas em manufatura aditiva.

Wojciechowski E et al(2019) apontaram que o uso da impressão 3D para fabricar AFO e apresentam benefícios potenciais se forem comparados aos métodos tradicionais. Incluindo o desenvolvimento de novos *designs* que aperfeiçoam a rigidez e a dissipação de energia, melhoram a caminhada biomecânica, conforto e ajuste. A viabilidade de usar a impressão 3D para fabricar AFO depende da configuração e do método de impressão, e, portanto é necessário pesquisar antes das orteses de tornozelo e pé (AFO)ser impressa em 3 D, necessita estar integrada a prática clínica. São necessárias pesquisas adicionais, para que possam ser avaliadas, na população pediátrica e que se determine também condições mais apropriadas da técnica de impressão e que também se possa identificar os materiais ideais para melhorar as capacidades funcionais do caminhar, durabilidade e satisfação do paciente em longo prazo.

## 2.4 FISIOTERAPIA

O tratamento fisioterápico a criança, deve ser realizada por fisioterapeutas com conhecimento amplo da anatomia e biomecânica do PTC (ISSLER H et col, 2009; SILVA - GUIMARÃES, 2004; LIMA-MAIA, 2011; PAIVA et col, 2016; ISSLER H et col, 2009). Também, pode necessitar de intervenção de estimulação precoce, pois pode apresentar atraso no seu desenvolvimento motor (SILVA - GUIMARÃES, 2004; LIMA-MAIA, 2016), e deverá se atentar a prevenção das prováveis retrações cicatriciais, a reeducação sensória motora funcional, a preparação do (s) pé (s) para a marcha, fortalecimento do (s) músculo (s) enfraquecido (s), e a estimulação do desenvolvimento neuro-psicomotor ,ao posicionamento, ao uso bandagens, órteses, a faixas ou gessos, a treinos de equilíbrio e marcha e orientações aos pais (SILVA - GUIMARÃES, 2004; LIMA-MAIA, 2011; PAIVA et col, 2016).

Os autores Fujisawa - Manzini, em 2015, asseguram que, a Fisioterapia, na área de pediatria, dispõe de uma série de técnicas e materiais a serem aplicados favorecendo o crescimento da criança, seja pela busca da normalidade (recuperação

de um atraso) ou pela qualificação de seu desempenho. E, tem a finalidade de acompanhar (avaliar e estimular) o seu desenvolvimento psicomotor, oferecendo-lhe estímulos favoráveis, ajudando-as a superar obstáculos em relação ao mundo que as cerca; e que, através atividades propostas e realizadas o seu corpo, busque prazer e confiança em si mesma (FUJISAWA - MANZINI, 2007).

Estudos constataam que estimular a função do paciente promoverá, no futuro, uma relevante independência funcional, e quanto mais frequente e mais cedo a fisioterapia for realizada, com o intuito de melhorar o desenvolvimento da criança, melhores serão os índices de qualidade de vida alcançados (ALMEIDA et al. 2009, SILVA - IWABE, 2015, SHERPHERD, 1995, MAC DONALD, 1999). Desde remotos tempos, tanto Mac Donald & Burns (1999) quanto Sheperd (1995) relataram que os pais devem ser orientados a incentivarem a criança a colocar os pés alinhados em contato com o solo como também, estimularem criança a ficar de cócoras com intuito de que elas, após esta posição, também possam se levantar.

Em 2013, Venturella et col, afirmaram que durante os dois primeiros anos de vida, a criança deixará de depender totalmente de adultos, e começará a adquirir certa independência motora, à medida que experimenta e vivência estímulos e movimentos repetidos, associados aos sentimentos de prazer e de recompensa, desencadeando o mecanismo central da aquisição de um movimento novo. São desenvolvidos os padrões fundamentais, decorrentes da evolução das etapas de rolar, sentar com e sem apoio, arrastar, engatinhar, permanecer em pé, andar com e sem apoio até que a criança adquira a habilidade íntegra e independente de caminhar de forma bipedal para chegar à marcha (COSTA, 2008, PRETTO *et al.* 2009, VENTURELLA *et col*, 2013; ALMEIDA et al. 2015, ALMEIDA et al. 2016).

Caricchio (2017) realizou revisão integrativa de literatura, extraiu trabalhos publicados entre 2000 a 2016, e demonstrou como a fisioterapia pediátrica no Brasil tem utilizado o recurso lúdico, no qual cita a realidade virtual, musicoterapia e outras terapias complementares como possibilidade de tratamento de diversas patologias e também como um instrumento eficaz no tratamento de crianças. Ela reitera que quando se submete o paciente a um jogo como parte de seu tratamento, a fisioterapia garante seu envolvimento contínuo com a sua rotina de reabilitação (CARICCHIO MBM, 2017).

Foi realizado um levantamento bibliográfico e, foi constada a ausência de Jogos Sérios para a população crianças com PTC, durante a fase de preparação dos pés para a marcha, como pôde ser observado e descrito no capítulo 3 deste trabalho.

### 3 REVISÃO DA LITERATURA EM JOGOS SÉRIOS

Essa revisão da literatura teve a finalidade de investigar e identificar a utilização de algum Jogo Sérioso desenvolvido e/ou validado e/ou adequado, pela a área da Engenharia Biomédica, para crianças portadoras de PTC, durante a fase inicial da marcha.

#### 3.1 INTRODUÇÃO

Este trabalho apresenta uma proposta de Jogo Sérioso (JS) para incentivar as crianças, durante a fase preliminar da marcha a permanecerem na posição de cócoras e/ou de urso enquanto interagirem com o jogo eletrônico tapete teclado, que foi adequado para se tornar um JS, mantendo, dessa forma, a relação de diversão e comprometimento.

Neste sentido, a questão norteadora para a busca da presente revisão foi elaborada da seguinte maneira: Existe algum Jogo Sérioso desenvolvido e/ou validado para crianças portadoras de PTC, durante a fase inicial da marcha? Objetivou-se, portanto, neste estudo identificar publicações de Jogos Sérios utilizados e/ou desenvolvidos e/ou validados na área da engenharia Biomédica e/ou na Fisioterapia que sejam direcionados à fase inicial do deambular, quando se incentiva a descarga de peso sobre os pés.

#### 3.2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Os jogos estão normalmente associados aos conceitos de diversão e entretenimento (DEGUIRMENDJIAN et col. 2016), mas eles também podem ser desenvolvidos e aplicados para auxiliar na resolução de problemas (SILVA- JUCÁ 2015). Os chamados Jogos Sérios se apropriam no caráter lúdico e do engajamento que os jogos promovem para auxiliar no treinamento de pessoas (SAMPAIO SS, 2015), na simulação de ambientes reais ou, ainda, no tratamento de pacientes que precisam de reabilitação motora (DEGUIRMENDJIAN et col. 2016; MORAIS *et al.*, 2009).

O processo de tratamento fisioterápico pode ser considerado monótono devido as sequencias repetitivas de movimento (SUSY *et al.*, 2007; TAVARES. 2007), por isso

durante a reabilitação, é imprescindível incentivar a recuperação do paciente através da execução de exercícios que estimulem gradativamente a motivação e o movimento desejado (RESENDE, 2009; PINTO - MEJIA 2010; ISSLER et col. 2018).

Através da utilização de Jogos Sérios, pode se apresentar uma proposta para obtenção e comprometimento com a reabilitação motora, e com a recuperação do paciente (ISSLER et col. 2018; RESENDE, 2009), dentro dos seus limites e potencialidades, o que pode tornar o tratamento fisioterápico um processo divertido e atraente (SILVA-GUIMARÃES, 2002; BALISTA, 2013).

No caso das crianças portadoras de pés tortos congênitos, a intervenção fisioterapêutica, deve ser iniciada precocemente (SILVA-GUIMARÃES, 2002) e perdurar durante todo o desenvolvimento da criança, com a intenção de utilizar recursos para melhorar aquisições sensórias - motoras, nas quais se pode citar preparação dos pés para marcha e deambulação (SILVA-GUIMARÃES, 2002; DEGUIRMENDJIAN et col. 2016).

### 3.3 RESULTADOS

Os resultados encontrados nesta revisão da literatura basearam-se na busca após o levantamento bibliográfico, refletindo sobre a necessidade de se iniciar estudos relacionados com a identificação e /ou validação de algum Jogo Sério (JS) destinado a reabilitação e preparação dos pés para a marcha das crianças portadoras de PTC e usuárias das ODB, bem como obter fundamentação teórica a respeito dos PTC, utilização das ODB, preparação dos pés para a marcha, como também o recurso de musicoterapia durante o atendimento fisioterápico e também durante a reabilitação, conforme apresentado na Tabela 1.

A análise das 30 publicações científicas descritas na Tabela 1 mostra-nos que as áreas de atuação dos jogos estão bem diversificadas. Encontra-se representada: 1) Identificação dos nomes dos autores, o título, o ano e o país de origem das publicações científicas; 2) características metodológicas do estudo e palavras chaves utilizadas; e 3) resultados encontrados.

Tabela 1 - Levantamento bibliográfico sobre a ausência de JS para crianças com PTC.

AUTOR (A) / TÍTULO / PAIS/ ANO.	CARACTERÍSTICAS METODOLÓGICAS/ PALAVRAS CHAVES	RESULTADOS ENCONTRADOS
1) SILVA ATD; GUIMARAES CLN/ <b>Pediatria Imp</b> / Brasil/2004.	Capítulo de livro/ <b>sem descritores</b>	Funções da fisioterapia, no pós-cirúrgico dos PTC, são prevenção das prováveis retrações cicatriciais, reeducação sensória motora funcional, preparação do (s) pé (s) para a marcha, fortalecimento do (s) músculo (s) enfraquecido (s), e estimulação do desenvolvimento neuro- psico motor.
2) LIMA ARCFC; MAIA DP/ <b>Atuação da fisioterapia no pé torto congênito idiopático/</b> Brasil/ 2011.	Revisão de Literatura no TCC de Pós-graduação em fisioterapia/ <b>Pé torto congênito; Fisioterapia; Deformidade congênita.</b>	Afirmam que criança portadora de PTC é sucinta a apresentar dificuldades na deambulação. E é de grande importância à atuação fisioterapêutica, assim, devem-se preparar os grupos musculares envolvidos com a marcha, através de alongamento dos grupos musculares, principalmente a musculatura da panturrilha.
3) PAIVA TFA et col / <b>Principais abordagens fisioterapêuticas no pé equino varo congênito/</b> Brasil/ 2016.	Revisão Sistemática da Literatura em artigo/ <b>Pé torto. Fisioterapia, Reabilitação.</b>	A atuação da fisioterapia é de fundamental importância para a reabilitação da criança portadora para se que consiga reverter às alterações sem a necessidade de métodos invasivos e sem interferir no desenvolvimento e interação social da criança
4) CURY LA et al/ <b>Análise da eficácia do tratamento pelo método de ponseti no pé torto congênito idiopático/</b> Brasil/2015.	Publicação Em Revista Da PUC - USP/ <b>Pé Torto; Anormalidades Congênitas; Deformidades Congênitas Do Pé; Aparelhos Ortopédicos, Órtese De Abdução.</b>	A utilização da órtese de abdução de forma correta é essencial para o resultado satisfatório da correção do PTC idiopático pela técnica de Ponseti, assim como para minimização das recidivas desta patologia
5) CHUEIRE AJFG et al/ <b>Tratamento do pé torto congênito pelo método de Ponseti/</b> Brasil/ 2016.	Análise quanti-qualitativa em artigo: rev bras. Ortopedia/ <b>Pé torto; Deformidades congênitas das extremidades inferiores; Manipulação ortopédica; Resultado do tratamento.</b>	O tratamento para pé torto congênito idiopático pelo método Ponseti é o que traz melhores resultados associado a menor lesão de partes moles, o que confirma a eficácia e a boa reprodutibilidade do método.
6) MONTEIRO BM et col/ <b>PARALISIA CEREBRAL Teoria e Prática/</b> Brasil/2016.	Livro Didático /sem descritores.	Dentro de uma visão integrativa, permite as escolhas de técnicas musicoterápicas específicas adequadas a cada criança, já que se entende que a música é inerente a todo ser humano..
7) STAHELI L;	E book: global-help.org/ <b>sem descritores.</b>	O pé torto é facilmente corrigido quando a anatomia funcional do pé é bem

<p><b>Ponseti clubfoot management/ Estados Unidos/2005.</b></p>		<p>compreendida. O varo, a inversão e a adução do retropé são corrigidos simultaneamente.</p>
<p>8) <b>MARANHO &amp; VOLPON/ Pé Torto Congênito/ Brasil/ 2011.</b></p>	<p>Revisão sistemática em artigo: Acta Ortop Brasil/<b>Pé torto; Deformidades do pé; Anormalidades congênicas.</b></p>	<p>A perspectiva futura fundamenta-se em conhecer resultados tardios, se comparadas a maioria das pesquisas relacionadas que são de curto e médio prazos e comparam o método de Ponseti com outros métodos, cirúrgicos ou não.</p>
<p>9) <b>VENTURELLA CB et al; Desenvolvimento motor de crianças entre 0 e 18 meses de idade: Diferenças entre os sexos/ Brasil/2013.</b></p>	<p>Estudo descritivo e observacional em Artigo/<b>Desenvolvimento infantil, Destreza Motora; Fatores de Risco.</b></p>	<p>Foram avaliadas 90 crianças ambos os sexos nos primeiros dois anos de vida, ambos, meninos e meninas demonstram desempenho motor amplo similar.</p>
<p>10) <b>PONSETI IV et al./ Pé torto: tratamento pelo Método de Ponseti / Estados Unidos/ 2005.</b></p>	<p>E- Book Disponível no site da global – help.org. /<b>sem descritores.</b></p>	<p>O pé torto é facilmente corrigido quando a anatomia funcional do pé é bem compreendida</p>
<p>11) <b>CORREA AGD GenVirtual: um Jogo Musical, em Realidade Aumentada, para auxílio à Reabilitação Física e Cognitiva de Indivíduos com Necessidades Especiais/Brasil / 2007/.</b></p>	<p>Artigo: XVIII workshop em Informática na Educação (SBIE) /<b>Sem descritores.</b></p>	<p>O GenVirtual, é um jogo musical, tecnologia de baixo custo, que possibilita novas formas de interação com o computador, sem o uso de adaptações ou tecnologias assistivas..</p>
<p>12) <b>PRETTO LM et al/ Formas de Estimulação Motora Para Aquisição E Execução Da Marcha Em Crianças/ Brasil /2009.</b></p>	<p>Docplayer/<b>Desenvolvimento neuropsicomotor; Deambulação; Intervenção fisioterápica; Estimulação da marcha.</b></p>	<p>Após a intervenção fisioterápica as crianças estimuladas apresentaram qualitativamente um maior domínio das habilidades necessárias para deambular, além de garantir a sua independência, felicidade e sociabilidade</p>
<p>13) <b>PONSETI IV et al/ Treatment of the Complex Idiopathic Clubfoot</b></p>	<p>Estudo de caso no Artigo: ClinOrthopRelat Res/ <b>sem descritores.</b></p>	<p>O tratamento com o método de Ponseti corrige os pés tortos idiopáticos congênicos na maioria dos pacientes. No entanto, alguns pés não respondem ao protocolo de tratamento padrão. Foi realizada a descrição</p>

/EstadosUnidos/ 2006.		as características e os resultados do tratamento dos mesmos.
14) PONSETI IV/ <b>Clubfoot management. – NCBI / Estados Unidos / 2000.</b>	Artigo: J. PediatrOrthop. / <b>Não apresenta palavras chaves.</b>	Os resultados em longo prazo nos pés não tratados só acontecem na fase adulta com os seguintes sintomas: Dor, rigidez, fraqueza e incapacidades. A fisioterapia suaviza os tecidos, tornando o pé mais compatível.
15) PONSETTI IV/ <b>Congenital Club foot: Fundamentals of Treatment / EstadosUnidos / 1996.</b>	Livro tipo manual / <b>sem descritores.</b>	O pé torto é a deformidade congênita mais comum do pé. A grande maioria dos pés tortos pode ser corrigida na infância em apenas algumas semanas.
16) PIRANI S, NADDUMBA E/ <b>Ponseti clubfoot management: teaching manual for health-care providers in Uganda/ 2008.</b>	Livro tipo manual disponibilizado pelo o site global – help. Org/ <b>sem descritores.</b>	O pé torto, se não for tratado, é muito incapacitante com o tratamento adequado, o pé torto é funcionalmente normal e sem dor durante toda a vida.
17) MERLLOTTI MER et col./ <b>Pé Torto Congênito /Brasil/ 2006.</b>	Artigo: <i>Revista Brasileira de Ortopedia / Pé torto congênito; Deformidades congênitas do pé/terapia: Deformidades congênitas do pé/cirurgia.</i>	Deve-se lembrar que mesmo um pé corretamente tratado nunca será um pé absolutamente normal, permanecendo de tamanho menor e quase sempre associado à atrofia da panturrilha
18) JAQUETO PA et al/ <b>Resultados funcionais e clínicos alcançados em pacientes com pé torto congênito tratados pela técnica de Ponseti/ Brasil/2016.</b>	Artigo: Rev. bras. Ortop/ <b>Deformidades do Pé; Anormalidades Congênitas; Pé Torto; Resultado do Tratamento.</b>	O método de Ponseti mostrou-se eficaz no tratamento do pé torto congênito em relação aos resultados funcionais e clínicos. Além disso, sua eficácia foi comprovada e medida em razão de avanços estatísticos significativos da escala de Pirani conforme descrito neste estudo
19) ISSLER Het col. / <b>Aplicabilidade fisioterapêutica no pé torto congênito equinvaro em crianças de 0 a 3 anos / Brasil/ 2009.</b>	DOC disponível no site interfisio.com. br a Revisão Bibliográfica/ Pé Torto, Pediatria, Fisioterapi	É de grande importância a aplicabilidade fisioterapêutica no pé torto congênito equino – varo em crianças de 0 a 3 anos. Há poucos estudos específicos atualmente relacionando a aplicabilidade fisioterapêutica no pé equino varo.
20) CARICCHIO, M.B.M.   <b>Tratar</b>	Revisão Sistemática Rev. Eletrôn. Atualiza Saúde	Faz-se necessário que a/o fisioterapeuta inclua a funcionalidade da criança para o

<p>brincando: o lúdico como recurso da fisioterapia pediátrica no Brasil/BRASIL/2017.</p>	<p>/Fisioterapia: Atividades Lúdicas; Observação; Educação Especial.</p>	<p>brincar, como um dos objetivos no seu plano de tratamento, já que foi demonstrado como sendo um dos principais desejos das crianças e de seus pais.</p>
<p>21) FERREIRA, DRMJ/ <b>Análise cinemática do andar de crianças com pé torto congênito tratado pelo método funcional francês adaptado.</b> /Brasil /2018</p>	<p>Dissertação de Mestrado/ <b>Clubfoot congênital, Gait. Kinematics.</b></p>	<p>Este é o primeiro estudo que mostra como se comportam os movimentos do antepé e retropé de crianças com pé torto congênito, durante a marcha em esteira.</p>
<p>22) FARIA VNR et al/ <b>Serious game destinado à reabilitação de crianças com desabilidades psicomotoras-</b> pdf/ Brasil/ 2015.</p>	<p>Doc Player /Encontro Nacional de Engenharia Biomédica (ENEBI) 2015/ <b>Realidade aumentada, serious game, reabilitação, musicoterapia,Fonoaudiologia.</b></p>	<p>Há a possibilidade de uso do projeto pelos próprios usuários em suas residências. Por apresentar facilidade de uso, o sistema pode ser instalado em qualquer computador ou "tablet". Desta forma, cria - se uma terapia continuada e interessante à criança.</p>
<p>23) SILVA NL et al/ <b>Serious game com realidade aumentada como ferramenta de apoio para reabilitação na musicoterapia</b> / Brasil / 2013.</p>	<p>Artigo: Conferencia de Estudo de Engenharia Elétrica - XI CELL/ <b>Reabilitação, Realidade Aumentada, Serious Games, Musicoterapia.</b></p>	<p>Os jogos são destinados a proporcionar "um contexto envolvente, de auto reforço para motivar e educar os jogadores possibilitando interação e envolvimento do usuário, além de treinamento fisioterápico, por meio de movimentos exigidos pelo jogo.</p>
<p>24) DIATEL M etcol/ Brasil / <b>MoviPensando:Um Jogo Sério para o Desenvolvimento Cognitivo e Motor de Crianças com Síndrome de Down/</b> BRASIL/ 2016.</p>	<p>Apresentação Doc player em 2012 14th Symposium on Virtual and Augmented Reality /<b>síndrome de down, jogos sérios, desenvolvimento cognitivo, desenvolvimento motor.</b></p>	<p>Um JS voltado a estimulação motora e cognitiva, chamado MoviPensando. E que usa um webcam comum para capturar a silhueta da criança e inseri-la num mundo virtual</p>
<p>25) JUNIOR V D S et al/ <b>MoVer: Serious Game aplicado à reabilitação motora usando sensor de movimento Kinect/</b> Brasi/ 2013.</p>	<p>Doc player XXXIII Congresso da Sociedade Brasileira da Computação, Maceió / <b>sem descritores.</b></p>	<p>É um jogo Sério que simula movimentos fisioterápicos por meio de desafios para realização de tarefas virtuais com uso do corpo humano.</p>

26) ROCHA P R et col / <b>Estudo da viabilidade da Utilização do Kinect como ferramenta no atendimento Fisioterapêutico de pacientes Neurológicos</b> / Brasil/ 2012.	Revisão Bibliográfica em forma de artigo no XI Simpósio Brasileiro de jogos e Entretenimento Digital/ <b>Kinect, Fisioterapia, Pacientes Neurológicos.</b>	Ressalta-se aqui a preocupação com o planejamento eficiente e o acompanhamento de um profissional capacitado realizar uma reflexão sistematizada e criteriosa das possibilidades de utilização do Kinect como ferramenta de trabalho para o profissional Fisioterapeuta
27) NASCIMENTO M/Musicoterapia E A Reabilitação Do Paciente Neurológico/BRASIL/ 2009	Artigo apresentado naSBC Proceedings of SBGames / <b>Musicoterapia Uso terapêutico, Paciente neurológico.</b>	Jogo Sério (JS) MoviPensando, voltado para o desenvolvimento motor e cognitivo de crianças com Síndrome de Down.
28) MACHADO FRC/ <b>uso do kinect® na reabilitação motora de crianças com paralisia cerebral</b> /Brasil/ 2014.	Dissertação do de Mestrado / <b>Paralisia Cerebral; Aprendizagem Motora; Reabilitação; Jogos Interativos; Kinect.</b>	Indicou a viabilidade de jogos interativos do sistema Xbox360 Kinect® no tratamento de dificuldades motoras de crianças com Paralisia Cerebral.
29) DATASUS/Guia De Orientação Para Pais De Crianças Com Pé Torto Congênitos SUS/Brasil/2015.	DOC <a href="https://www.google.com/ur?sa=t&amp;rct=j&amp;q=&amp;esrc=s&amp;source=web&amp;cd=1&amp;ved=2ahUKewiydbSorXjAhXWGbkGHZV7BMcQFjAAegQIABAC&amp;url=http%3A%2F%2Fformsus.datasus.gov.br%2Fnovoimgarq%2F16312%2F2704599_109700.doc&amp;usg=AOvVaw29j_0LT2tlPJUlhICoswI2">https://www.google.com/ur?sa=t&amp;rct=j&amp;q=&amp;esrc=s&amp;source=web&amp;cd=1&amp;ved=2ahUKewiydbSorXjAhXWGbkGHZV7BMcQFjAAegQIABAC&amp;url=http%3A%2F%2Fformsus.datasus.gov.br%2Fnovoimgarq%2F16312%2F2704599_109700.doc&amp;usg=AOvVaw29j_0LT2tlPJUlhICoswI2</a> / <b>sem descritores.</b>	Durante o uso das órteses Dennis Brown por 14 horas/dia, o desenvolvimento neuro motor deve ser observado, assim como a manutenção da correção nos pés, e o uso adequado da órtese, incluindo o tamanho das botas e a distância adequada da barra.
30) BRÜCKHEIM A et col/ <b>Dance2Rehab: Um Jogo para Reabilitação Virtual Adaptativa.</b> /Brasil/2012.	Artigo apresentado Conference: 14th Symposium on Virtual and Augmented Reality. /Realidade Virtual Reabilitação; Jogos; Câmara de profundidade.	O Dance2Rehab: é um jogo que estimula tanto os aspectos motores quanto cognitivos. O estímulo motor é obtido pelo uso da metáfora do espelho.

Fonte: a autora, 2019.

Importa de início apontar que, em se tratando de uma primeira abordagem ao tema: “existência de algum Jogo Sérioso desenvolvido e/ou validado para crianças portadoras de PTC, durante a fase inicial da marcha” sobre forma de revisão da literatura, é de se reconhecer como uma das limitações deste estudo é a ausência de artigos com este conteúdo.

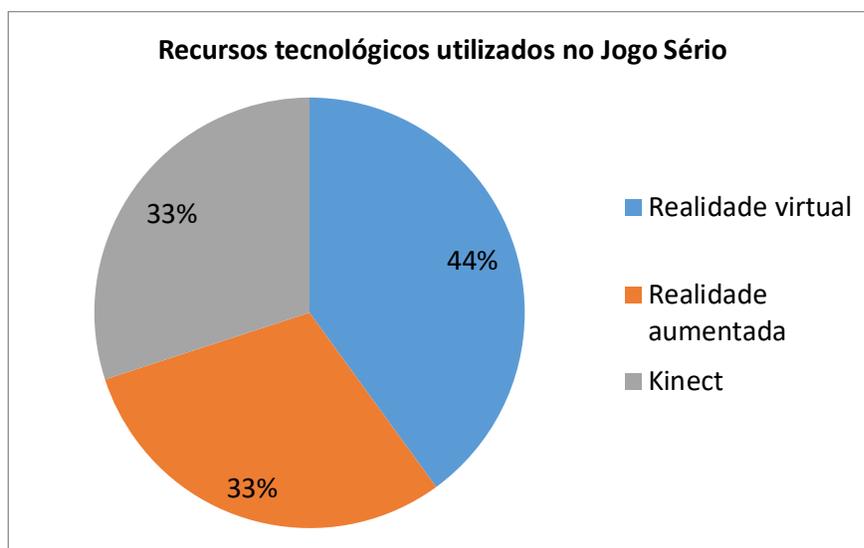
As características metodológicas do escopo são:

1 - A análise das publicações científicas descritas indica que a idade cronológica do público alvo tem idade definida: 18 a 40 meses de idade, e que as áreas de atuação dos jogos estão bem diversificadas.

2 - Embora os estudos tenham fornecido outras informações, sejam elas sócio-demográficas ou de outra natureza, os únicos dados considerados foram os que apresentassem desfechos relacionados aos instrumentos avaliativos em questão.

3 - Observou-se que em relação ao tipo de intervenção em cada jogo, resultante do material científico da coletânea e obteve-se que 44% são em Realidade Virtual, 33% em Realidade Aumentada, 33% em Kinect, conforme apresentado na Figura 4.

Figura 4 - Recursos Tecnológicos Utilizados nos Jogos Sérios do escopo.

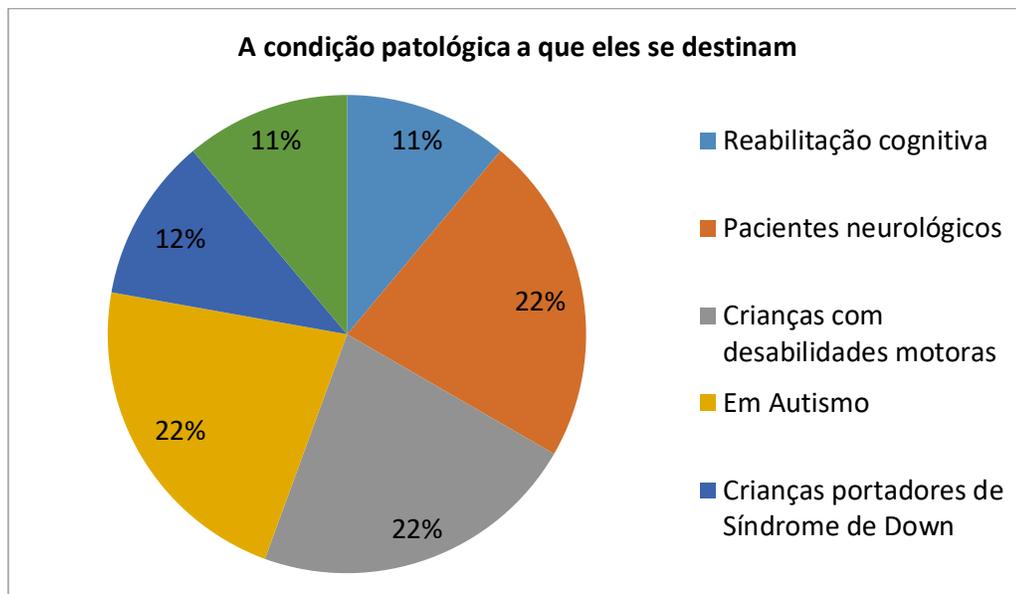


Fonte: A Autora, 2019.

4 - Em relação às condições patológicas a que eles se destinam, 11% são em reabilitação cognitiva, 22% se destinam a pacientes neurológicos, 22% a crianças com

desabilidades motoras, 22 % a crianças com autismo, 11% são direcionados a crianças portadoras de síndrome de Down, e 11% destinados a reabilitação de membro superior, conforme apresentado na Figura 5.

Figura 5 - Condição Patológica a que se destinam os Jogos Sérios do escopo.



Fonte: A Autora, 2019.

5 - Em relação ao ano de publicação: 11% das publicações são provenientes do ano de 2007; 11% de 2009; 22% de 2012; 11% de 2014; 11% de 2015; 11% de 2016, conforme apresentado na Figura 6.

Figura 6 - Ano de publicação dos Jogos Sérios existentes no escopo.



Fonte: A Autora, 2019.

### 3.4 MENÇÕES DE RELEVÂNCIA

As Menções de Relevância são coletâneas de quatro assuntos: Pé Torto Congênito, desenvolvimento motor, tratamento fisioterápico e utilização de jogos Sérios em crianças com idade entre 18 e 36 meses de vida.

3.4.1 Menções de Relevância em Pé Torto Congênito (PTC) e no desenvolvimento motor de crianças com idade entre 18 a 36 meses de vida.

O PTC tem prevalência maior no sexo masculino e unilateral (JAQUETO et al,2016, CHUEIRE AFJG et col, 2016; STAHელი L, 2005), a sua incidência no Brasil oscila entre 2,17 a 6,84 por 1000 nascidos vivos (PAIVA et col, 2017; DATASUS,2015; FERREIRA DRMJ, 2018). É tratado, há mais de cinquenta anos pela a técnica de Ponseti (CHUEIRE AFJG et col, 2016; CURY et al, 2015; PONSETIIV 2000; PONSETIIV 2002; PONSETIIV 2005; STAHელი L,2005; NADDUMBA – PIRANI, 2008; DATASUS, 2015).

É a deformidade mais encontrada e estudada na prática médica (PONSETIIV 2000; PONSETIIV 2002; PONSETIIV2005; STAHელი L, 2005; NADDUMBA – PIRANI, 2008) com ótimos resultados, segundo a literatura (CHUEIRE AFJG et col, 2016; CURY et al, 2015; PONSETIIV 2000; PONSETIIV 2002; PONSETI IV2005; STAHელი L, 2005; NADDUMBA – PIRANI, 2008; DATASUS, 2015).

A eficácia e a boa reprodutibilidade do método está confirmada e validada em diversas publicações científicas (CURY et al, 2015;STAHელი L, 2005, CHUEIRE AFJG et col, 2016, JAQUETO et al,2016), apesar de que alguns autores afirmem que a perspectiva futura poderá ser baseada no conhecimento de resultados do tratamento a longo prazo e também em novos conhecimentos sobre a etiologia do PTC , que poderão auxiliar na determinação do prognóstico e até no tratamento (MARANHO D A C, VOLPON,2011;MERLLOTTI MER et col,2006).

A maioria dos autores consultados reitera que, embora os pés tortos tratados sejam menos flexíveis que os pés normais, não se identificaram diferenças significativas na função ou desempenho, se comparados com uma população da mesma idade nascida com pés normais (PONSETTI IV 1996; PONSETI IV 2000; PONSETIIV 2002; PONSETI IV 2005; PONSETI IV 2006; NADDUMBA – PIRANI, 2008; CHUEIRE AFJG etcol, 2016; CURY et al, 2015,SILVA – GUIMARÃES,2002;

LIMA – MAIA,2011 ; PAIVA et col, 2016 ; VOLPON – MARANHO, 2011 ; ISSLER H et col, 2009;STAHელი L, 2005),embora que, no grupo de PTC mais complexos, aqueles que estão associados a doenças neurológicas, possam ocorrer recidivas em 56% dos casos (com necessidade de necessitar do procedimento da tenotomia do tendão de Aquiles e da liberação de partes moles da porção medial do pé e tornozelo) (PONSETTI IV 2005; CHUEIRE AFJG, 2016,NADDUMBA – PIRANI, 2008; CHUEIRE AFJG et col, 2016; CURY et al, 2015).

A utilização da órtese de abdução de forma correta é essencial para o resultado satisfatório da correção e minimização das recidivas do PTC idiopático pela técnica de Ponseti (PONSETI IV, 1996; PONSETI IV 2000; PONSETI IV 2002; PONSETI IV 2005; PONSETI IV 2006; CHUEIRE AFJG et col, 2016; CURY et al, 2015; JAQUETO et al,2016; PAIVA et col, 2017; STAHელი L, 2005).

CURY et al (2015) analisaram a importância do uso correto da órtese de abdução em 80 crianças e obtiveram um resultado total de 71 resultados satisfatórios (77,17%), onde as crianças após o uso da ODB apresentaram pé não doloroso, plantígrado, com deformidades residuais que não comprometeram a funcionalidade dos pés (leve adução), flexível e com boa força muscular (CURY et al, 2015).

3.4.2 Menções de Relevância em tratamento fisioterapêutico em crianças com idade entre 18 a 36 meses de idade, portadoras de Pé Torto Congênito (PTC).

Apesar de Jaqueto et al.(2016) realizarem estudo em 31 pacientes diagnosticados com 51 pés tortos congênitos, tratados entre abril de 2006 a setembro de 2011 pela técnica de Ponseti, sem a atuação de fisioterapeutas ou técnicos de gesso e que resultaram na melhorias significativas das deformidades em 46 dos 51 dos pés tratados (90,2%), ISSLER et col. (2009) realizaram revisão bibliográfica da literatura, e concluíram que é de grande importância a aplicabilidade fisioterapêutica no PTC do tipo equinovaro em crianças de 0 a 3 anos, embora afirmem que é um campo terapêutico que precisa ser mais estudado e abordado, através de inúmeras pesquisas clínicas, realizada por Fisioterapeutas e por Cirurgiões Ortopedistas (ISSLER H et col, 2009).

O tratamento fisioterápico a criança, deve ser realizada por fisioterapeutas com conhecimento amplo da anatomia e biomecânica do PTC (ISSLER H et col, 2009; SILVA - GUIMARÃES, 2004; LIMA - MAIA, 2011; PAIVA et col, 2016; ISSLER H et

col, 2009). Também pode necessitar de intervenção de estimulação precoce, pois pode apresentar atraso no seu desenvolvimento motor (SILVA - GUIMARÃES, 2004; LIMA-MAIA, 2016), e deverá se atentar a prevenção das prováveis retrações cicatriciais, a reeducação sensória motora funcional, a preparação do (s) pé (s) para a marcha, fortalecimento do (s) músculo (s) enfraquecido (s), e a estimulação do desenvolvimento neuro-psicomotor, ao posicionamento, ao uso bandagens, órteses, a faixas ou gessos, a treinos de equilíbrio e marcha e orientações aos pais (SILVA - GUIMARÃES, 2004; LIMA-MAIA, 2011; PAIVA et col, 2016).

Venturella CB *et al.* (2013) avaliaram e compararam o desenvolvimento motor de 90 crianças de 0 a 18 meses (45 meninas e 45 meninos pareados por idade) meninos e meninas, concluíram que nos primeiros dois anos de vida, eles e elas demonstram desempenho motor amplo similar. Infere-se, por tanto que as diferenças entre sexo que apareçam com o passar do tempo sejam influenciadas pelas oportunidades do contexto.

#### 3.4.3 Menções de Relevância em tratamento fisioterapêutico utilizando o Jogo Sêrio como recurso auxiliar e terapêutico

Caricchio (2017) realizou revisão integrativa de literatura, extraiu trabalhos publicados entre 2000 a 2016, e demonstrou como a fisioterapia pediátrica no Brasil tem utilizado o recurso lúdico, no qual cita a realidade virtual, musicoterapia e outras terapias complementares como possibilidade de tratamento de diversas patologias e também como um instrumento eficaz no tratamento de crianças. Ela reitera que quando se submete o paciente a um jogo como parte de seu tratamento, a fisioterapia garante seu envolvimento contínuo com a sua rotina de reabilitação (CARICCHIO MBM, 2017).

Faria (2015) e Silva (2013) discorrem que houve o desenvolvimento, a fase de testes e a validação de um jogo sêrio, considerado também um sistema de tecnologia assistiva, baseado em realidade virtual (RV) e realidade aumentada (RA).

Um jogo foi implementado para musicoterapia e para os tratamentos de fonoaudiologia. Deste modo, o sistema poderá auxiliar crianças com déficit de oralidade, na reabilitação física e cognitiva daquelas que possuem necessidades especiais e ainda na inserção social de crianças com autismo; além e auxiliar os profissionais da saúde na aplicação das terapias e possibilitar, também a extensão da

terapia para a casa dos pacientes. Desse modo percebe-se a aplicabilidade de técnicas dos Jogos sérios associadas à Realidade Aumentada (RA) como apoio nos tratamentos de reabilitação psicomotora (FARIA VNR et al 2015; SILVA NL et al 2013).

#### 3.4.4 Menções de Relevância em Jogos Sérios (JS)

Côrrea et col (2007), afirmam que o GenVirtual, é um jogo musical, baseado em Realidade Aumentada, que possibilita novas formas de interação com o computador, sem o uso de adaptações ou tecnologias assistivas, o jogo estimula, a nível cognitivo a atenção, concentração, memorização de cores e sons emitidos a partir de objetos virtuais projetados no mundo real. Em termos físicos, o jogo proporciona o aprendizado motor, que ocorre de acordo com o planejamento da ação motora feito previamente pelo terapeuta. Testes realizados com um especialista na área de reabilitação revelam a importância deste jogo como um meio facilitador e motivador no processo de aprendizagem, além de colaborar para a inclusão digital dos indivíduos.

Diatel M. et col, 2016, relatam que o Mover é um JS que tem como objetivo estimular os pacientes a realizarem exercícios voltados à reabilitação motora dos membros superiores de uma forma lúdica, onde a sua utilização é indicada para aquelas enfermidades que demandam fisioterapia para estes membros.

Rocha et col. (2012) investigaram se o dispositivo Kinect pode ser utilizado no tratamento de pacientes com distúrbios neurológicos de maneira segura e coerente. Concluiu-se que o dispositivo torna a rotina do tratamento mais dinâmica e alivia o estresse do procedimento convencional, mas os exercícios precisam ser acompanhados pelo profissional capacitado a fim de que possa ser observada a evolução do procedimento empregado.

Machado FRC (2014) os resultados indicaram a viabilidade de jogos interativos do sistema Xbox360 Kinect® no tratamento de dificuldades motoras de crianças com PC. Participaram do estudo 28 crianças, 15 meninos e 13 meninas, IBGE. 180 p. 2014, avaliadas como nível I, II e III pelo Sistema de Classificação da Função Motora Grossa (GMFCS).

Brückheim A et col. (2012) exortam que o/a fisioterapeuta identificará os movimentos que o jogador possuirá maior dificuldade e assim, poderá proporcionar exercícios que trabalhem as dificuldades encontradas pelo jogador durante o uso do

jogo. Foi desenvolvido utilizando a programação JAVA que é a linguagem em computadores convencionais e *webcams*.

#### 3.4.5 Conclusão da Revisão da Literatura.

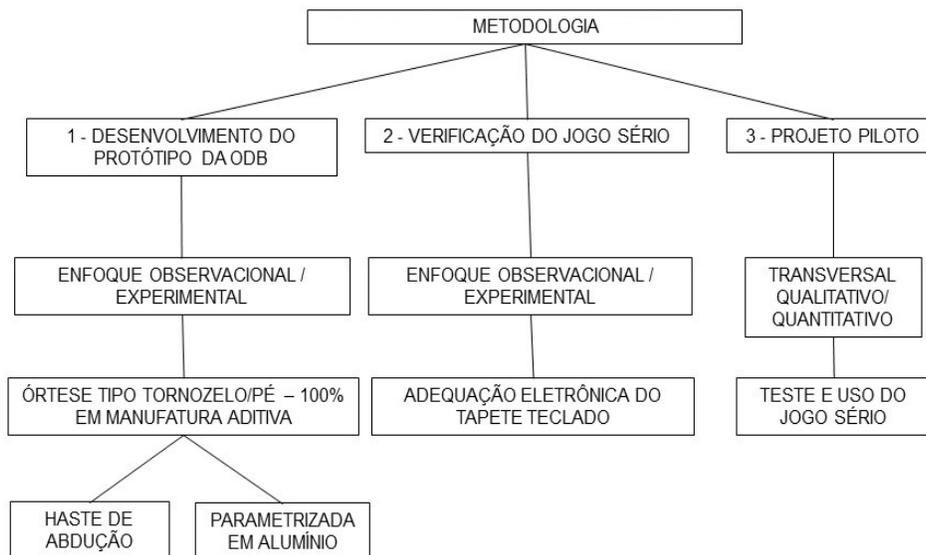
Levando-se em consideração os aspectos analisados, verifica-se que o uso de Jogos Sérios, implementados e / ou desenvolvidos e / ou adaptados pela Engenharia Biomédica como recurso em reabilitação é uma realidade atual, só que em relação às necessidades das crianças portadoras de PTC e usuárias das ODB, na fase preparatória para marcha, esta tendência tecnológica ainda não as contemplou, portanto, as publicações nesta linha de pesquisa tecnológica são um campo em expansão, bem como também a necessidade de futuras pesquisas. Reconhecer as necessidades desses potenciais usuários é essencial para planejar e implementar novas tecnologias de acordo com as suas demandas específicas.

#### 4 METODOLOGIA DA PROPOSTA DE TRABALHO

Neste capítulo são apresentados os procedimentos metodológicos que foram realizados neste estudo bem como a caracterização da pesquisa, o ambiente em que ela foi realizada, a definição da amostra, procedimentos de coleta de dados e a análise dos dados.

Os passos da metodologia estão representados no Fluxograma da Metodologia do Trabalho, conforme apresentado na Figura 7, e foi dividido em três estágios: o primeiro, observacional experimental onde houve o desenvolvimento do protótipo da Órtese Dennis Brown em manufatura aditiva e em caráter experimental que pode tanto compor o conjunto do Jogo Sérió, que será descrito e analisado neste trabalho, quanto integrar o conjunto da Órtese Dennis Brown constituído por 2 órteses tipo *ankle foot* (AFO) e uma haste de abdução; o segundo, com enfoque observacional experimental onde ocorreu verificação do Jogo Sérió através da adequação eletrônica do Tapete Teclado; e o terceiro com enfoque de um projeto piloto, sendo estudo de campo, analítico do tipo transversal qualitativo e quantitativo onde ocorreu o Teste e o uso do Jogo Sérió através das 36 crianças da creche Deus é Amor e as 11 crianças PTC; Assim foi possível iniciar uma base de dados que poderá contribuir com futuros estudos.

Figura 7 - Fluxograma da Metodologia.



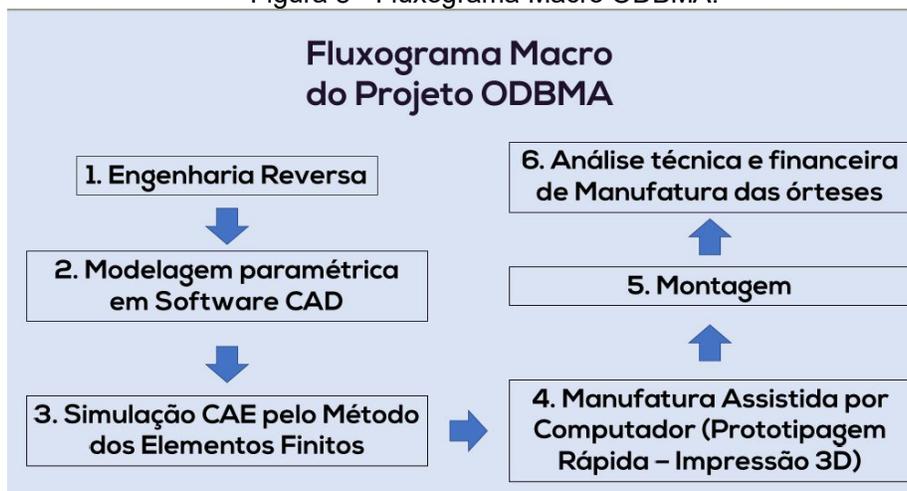
Fonte: A Autora, 2019.

#### 4.1 METODOLOGIA DO DESENVOLVIMENTO DO PROTÓTIPO DA ÓRTESE DENNIS BROWN EM MANUFATURA ADITIVA (ODBMA)

A metodologia utilizada está apresentada no Fluxograma Macro da ODBMA (Figura 8), e consiste em 6 etapas. Foi realizada em parceria com Athos Lages e Victor Baneoth, na época, estudantes de Engenharia Mecânica da UFPE, durante o período de fevereiro de 2018 a setembro de 2019.

A coleta e a intervenção ocorreram no Laboratório de Interface Homem Máquina (LIHOM), na Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), e a análise foi feita no Centro de Tecnologia e Geologia CTG/UFPE.

Figura 8 - Fluxograma Macro ODBMA.



Fonte: A autora, 2019.

A primeira fase baseou-se na construção de um modelo computacional da ODB, para crianças com problemas de PTC. Foram utilizadas medidas antropométricas implementadas, através das dimensões fornecidas pela fisioterapeuta (autora do projeto) através de 2 modelos de ODB Convencional, e um molde em gesso positivo de pé de criança provenientes da AO (Apolo Ortopédica), e da imagem “Pé esquerdo de mulher genérico”(Figura 9), exportado do site GrabCAD que é uma das plataformas da *Web* de arquivos de modelos digitais que usam licenças do tipo GNU (*General Public Licenses* ou *Creative Commons Licenses*) e tem sido usado em pesquisas na área de saúde (THINGVERSE, 2016) (BUEHLER, 2015) (MOILANEN, 2014).

Figura 9 - Modelo de pé adulto feminino genérico.



Fonte: Plataforma *GrabCAD*, 2018.

Após a definição do arquivo digital, exportou-se para o software *Solid Works* e foi possível traçar os contornos do esboço digital no plano lateral. Em continuidade, o processo foi replicado para os demais planos ortogonais (superior e frontal), e assim, traçou-se o contorno da superfície que conteve todos os pontos e segmentos determinados. Ao final, uma espessura foi fornecida ao arquivo conferindo o aspecto tridimensional ao modelo. Fez-se necessária a suavização dos contornos e desse modo, atribuiu-se características, definidas como tipo de materiais e de acabamento, que permitiram a visualização do modelo na forma renderizada de uma órtese tipo AFO, Órtese *ankle foot*, (Figura 10).

Figura 10 - Modelo renderizado da AFO obtida através dos contornos de arquivos digitais.



Fonte: A autora, 2019.

Optou-se por prosseguir com a utilização de técnicas de construção de imagens através do software *Solid Works* junto com fotografias, feitas com um aparelho celular móvel a 60 cms de distância, de duas ODB tradicionais e um molde positivo de gesso de um pé de criança.

Dando continuidade ao processo de implementação da construção da ODBMA, foram retiradas 3 imagens fotográficas de cada ODB tradicional e do molde nos planos lateral, superior e frontal, que são perpendiculares entre si. Com o propósito da obtenção do contorno da localização dos pés e da panturrilha nos três eixos, por isso não se objetivou imagens de precisão das medidas anatômicas. Desse modo, foram coletadas e obtidas as variáveis globais, medidas lineares do modelo virtual, a partir de uma aproximação das imagens fotográficas em escala.

A segunda fase do processo de construção da ODBMA foi baseada nas 12 variáveis globais que são as medidas construtivas do pé em análise (Figura 11).

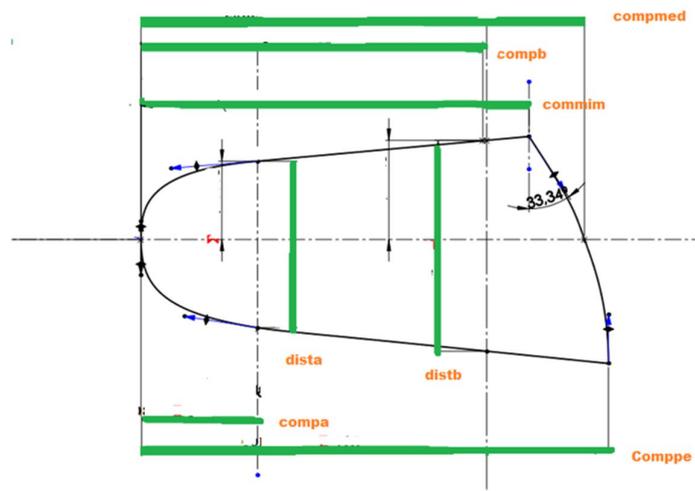
Figura 11 - As 12 mensurações globais referentes às 12 medidas construtivas coletadas no paquímetro.

Nome	Valor / Equação	Resulta em
<b>Variáveis globais</b>		
"comppe"	= 125mm	125mm
"commin"	= 105mm	105mm
"compa"	= 30mm	30mm
"compb"	= 92mm	92mm
"dista"	= 45mm	45mm
"distb"	= 57mm	57mm
"compc"	= 52mm	52mm
"distc"	= 22mm	22mm
"compmed"	= 120mm	120mm
"alturaplan2"	= 10mm	10mm
"alturaort"	= 140.849mm	140.849mm
"alturaperna"	= 80mm	80mm

Fonte: A Autora, 2019.

Foram aferidas medidas lineares e circunferenciais das peças. A partir disso, a vista inferior foi construída na forma de esboço inicial. Foi possível via equacionamento parametrizar o modelo para que posteriormente os valores possam ser no futuro, modificados de forma customizada (Figuras 12 e 13).

Figura 12 - Esboço inicial com as 7 medidas parametrizadas da vista inferior.



Fonte: A Autora, 2019.

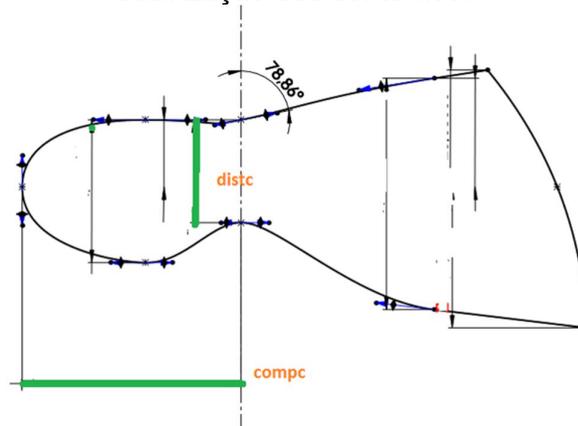
Figura 13 - Aferições de 3 medidas globais extraídas do molde infantil positivo em gesso: “alturaperna”; “alturaort”; “alturaplano”.



Fonte: A Autora, 2019.

Posteriormente alguns recursos de suavização para adequar a cava do pé foram inseridos. Para obter a suavização, um modelo de pé adulto virtual, (figura 9), foi utilizado como referência. Escolheu-se esse modelo por apresentar bem os contornos anatômicos. Assim, obteve-se o esboço das medidas parametrizadas da vista superior, conforme apresentado na Figura 14.

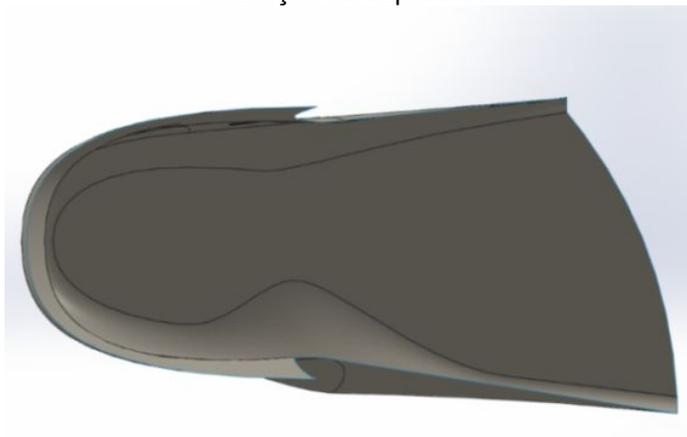
Figura 14 - Esboço das 2 medidas parametrizadas da vista superior, após a suavização dos contornos.



Fonte: A Autora, 2019.

Após a criação de recursos de superfície e atribuição de espessura ao modelo obteve-se a vista superior da órtese (Figura 15).

Figura 15 - Vista superior da órtese obtida após a aplicação de recurso de superfície e atribuição de espessura.



Fonte: A Autora, 2019.

Para suavização final do modelo em 3D de acordo com as características construtivas do pé humano, também foi necessário aferir medições circunferenciais que não puderam ser obtidas diretamente nas fotografias feitas por meio da utilização de aparelho móvel, do software ou através da medição direta obtida no paquímetro.

As estratégias adotadas inicialmente para obtenção das medições circunferenciais, foram coletadas a partir de uma fita métrica (Figura 16). Porém, apresentaram-se dois fatores limitantes nesse processo de coleta: a elasticidade da fita e a escala de resolução da mesma que era de 1mm.

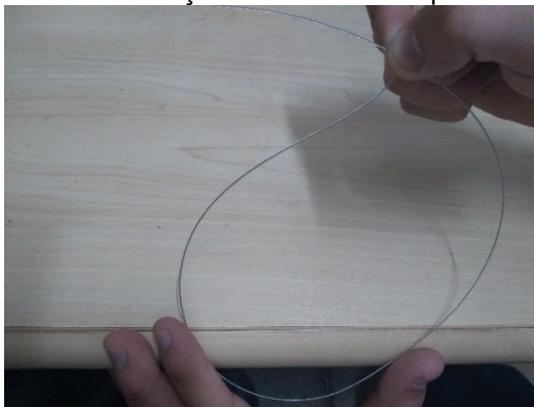
Figura 16 - Abordagem inicial de coleta de medidas com fita métrica.



Fonte: A Autora, 2019.

Para conseguir precisão nas mensurações circunferenciais, decidiu-se utilizar um cabo de aço flexível, modelo *Marine Sports* 30lbs com 10 m, conforme apresentado na Figura 17, e um paquímetro com resolução de 0,01mm.

Figura 17 - Cabo de Aço Flexível Marine Sports 30lbs 10m.



Fonte: A Autora, 2019.

Após cada coleta, o cabo de aço foi marcado com um estilete e assim pôde-se obter a medida linear do segmento (Figura 18).

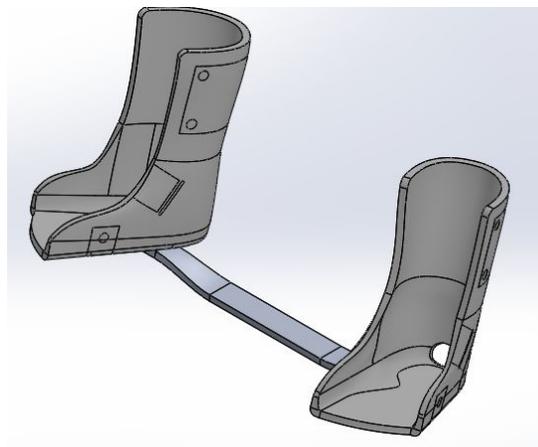
Figura 18 - Procedimento de mensuração circunferencial com auxílio de cabo de aço.



Fonte: A Autora, 2019.

Após todos os limites de circunferências que compõem o modelo serem inseridos, criou-se a modelagem tridimensional das superfícies e foi adicionada a espessura às bordas do modelo virtual. Ao final do processo, alguns recursos foram inseridos para facilitar o posicionamento dos rebites, com os furos para ventilação e os espaços para as porcas. O modelo da órtese tipo *ankle foot* (AFO), foi espelhado e por fim, foi adicionada a barra de alumínio, conforme apresentado na Figura 19.

Figura 19 - Modelo final da ODB, onde um par de órteses tipo *ankle foot* estão integradas pela barra de alumínio.



Fonte: A Autora, 2019.

A terceira fase, consistiu na simulação computacional do processo de análise estrutural, e teve como objetivo avaliar a resistência da órtese desenvolvida, neste trabalho em relação à situação de uma criança de 2 a 3 anos utilizando ODB na posição sentada. Desta forma, a resistência foi avaliada quando submetida ao peso parcial da perna da criança além de esforços devido a outros possíveis movimentos nas pernas.

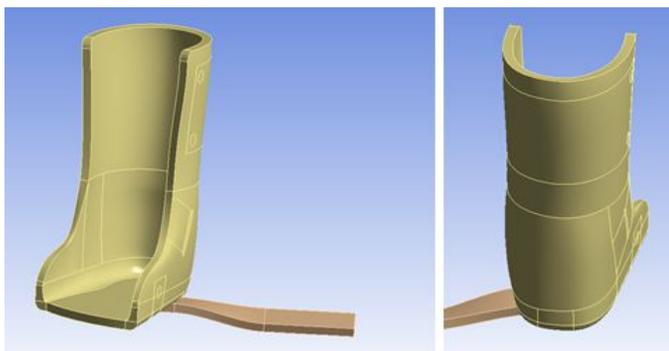
Neste estudo, o peso parcial da perna foi considerado como sendo relativo a 1/3 do peso corporal da criança. O peso médio de uma criança de 2 a 3 anos de idade corresponde a aproximadamente 13 kg (DataSUS, 2019) e o valor da aceleração de gravidade igual a  $9,8066 \text{ m/s}^2$ .

Durante a análise do modelo geométrico da ODB, no momento da simulação computacional, optou-se pela simplificação da forma do modelo da órtese, através do fechamento do furo no calcanhar da ODB (que nas ODB convencionais têm a finalidade de não evitar calos e lacerações na pele pela fricção mecânica da pele com o polipropileno SIC), com o objetivo de não se obter regiões de concentração de tensão não condizentes com a realidade da validação.

Considerou-se o modelo simétrico em relação ao centro da barra segundo o “Princípio da Supersimetria” (MIYAZAWA, 1966), e a partir dessa determinação foram realizados os cálculos somente em uma órtese (pé direito) e metade da barra, a fim de que se reduzir o custo computacional no processo de simulação e também para se

obtiver um melhor refinamento da malha utilizando o software ANSYS para realizar os cálculos (Figura 20).

Figura 20 - Modelo da órtese após a importação para o software ANSYS



Fonte: A Autora, 2019.

Em relação aos materiais utilizados a simulação foi avaliada considerando-se dois possíveis materiais no processo de fabricação da órtese: com o um dos materiais derivados do petróleo, denominado de acrilonitrila butadieno estireno (ABS) e o polímero poliácido lático (PLA). Os dados utilizados para as propriedades para ABS e PLA como também para as propriedades da liga de alumínio referentes à barra, foram obtidos do próprio software ANSYS, conforme apresentado na Tabela 2.

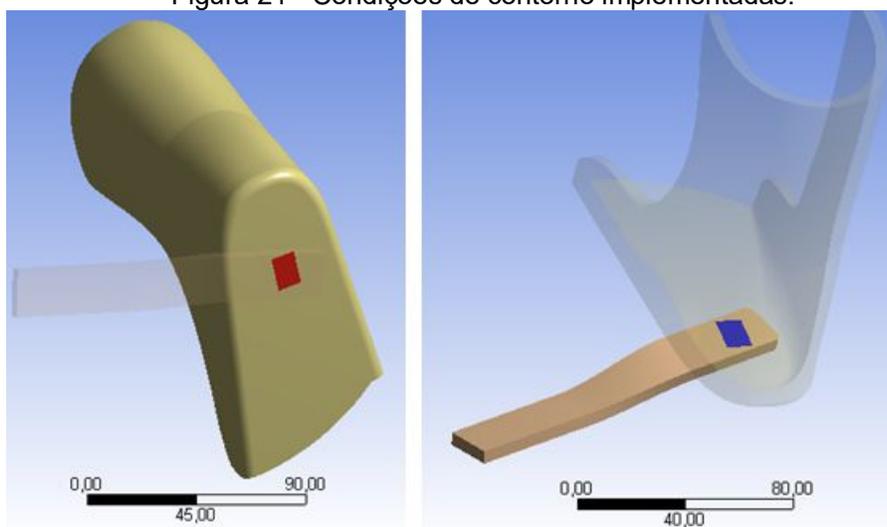
Tabela 2 - Propriedades para o ABS, o PLA e a BARRA DE ALUMÍNIO, cujos valores e propriedades através do banco de dados gratuito *Matweb*.

<b>Materiais</b>	<b>Densidade</b>	<b>Módulo de Elasticidade</b>	<b>Coefficiente de Poisson</b>	<b>Limite de Escoamento</b>
<b>ABS</b>	1,2 g/cm <sup>3</sup>	4,8 GPa	20%	27 MPa
<b>PLA</b>	1,3 g/cm <sup>3</sup>	4,0 GPa	6%	37 MPa
<b>Liga de Alumínio</b>	2,77 g/cm <sup>3</sup>	71 GPa	33%	280 MPa

Fonte: A Autora, 2019.

No decorrer do processo as regiões “contato” e a “malha” foram consideradas como região de contato “*bonded*” (com atrito), em uma pequena região do fundo da órtese e também na parte de apoio das órteses na barra, referente ao contato parafusado entre os dois componentes, conforme apresentado na Figura 21. Como também se considerou um contato entre as demais regiões de interação entre as órteses e a barra, com a condição de “*frictionless*” (sem atrito), permitindo que os dois componentes possam ter um relativo deslizamento.

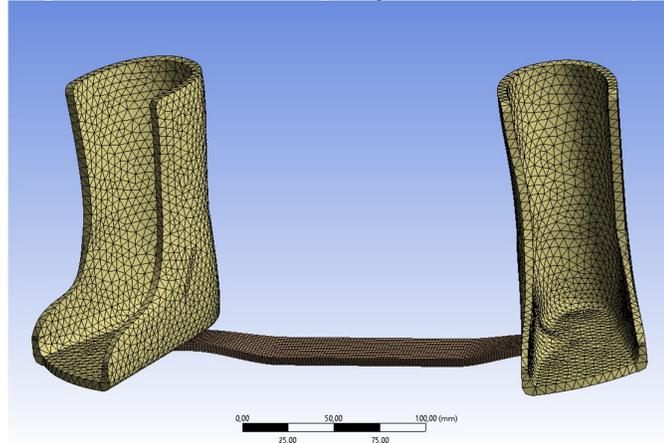
Figura 21 - Condições de contorno implementadas.



Fonte: A Autora, 2019.

Após esta etapa, foi gerada a malha para a realização dos cálculos, segundo o Método de Elementos Finitos, ao qual se baseia o *software* ANSYS, conforme apresentado na Figura 22.

Figura 22 - Processo de geração de malha no Ansys.

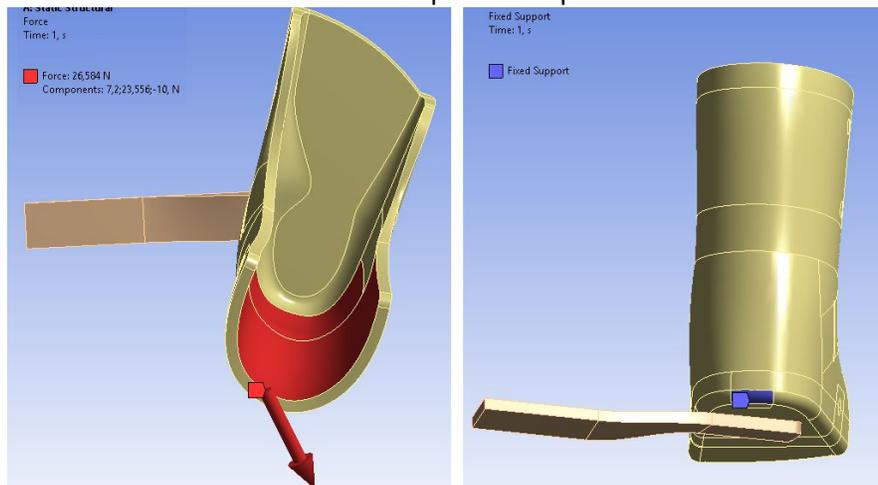


Fonte: A Autora, 2019.

É importante ressaltar que a criança, nesta faixa etária, só usará a ODB apenas para dormir. Então, em relação às condições de contorno, convencionou-se que uma criança estava posicionada sentada. Supõe-se, que nesta condição, uma pequena região do calcanhar está apoiada a alguma superfície de repouso e a ODB fique submetida a um carregamento devido ao peso parcial das pernas da criança e a uma força relativa ao movimento de flexão dos joelhos.

Foi adotada uma força na direção da aceleração da gravidade, contabilizando o peso parcial das pernas, a força foi aplicada na região interna da órtese que está com maior contato com a perna da criança. Considerando o peso de apenas uma perna da criança com o valor de 2,5 kg. Desse modo, foi aplicada uma força com intensidade igual a 24,63 N (Newton) na direção da gravidade, acrescida de uma força de 10 N, relativa a flexão dos joelhos em uma situação em que a criança os flexiona de modo a afastá-los um do outro. E foi considerada também, uma condição de suporte fixo em uma pequena região do calcanhar, conforme apresentado na Figura 23.

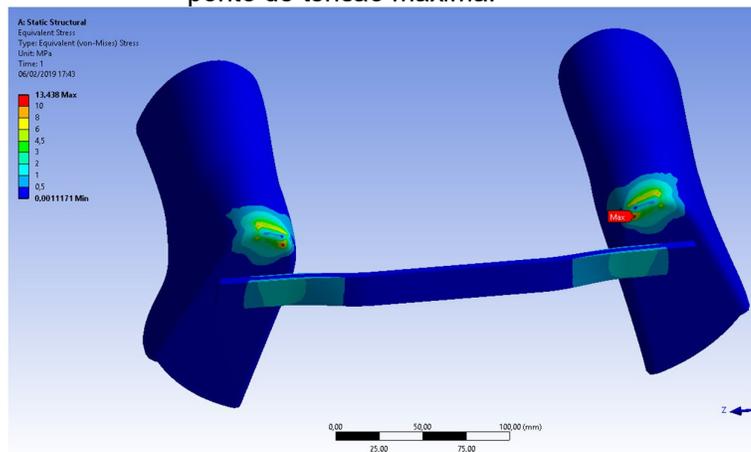
Figura 23 - Condições de contorno inclusas no Ansys, (imagem de 1 órtese e da metade do comprimento da haste. A esquerda mostra, em vermelho o carregamento, e à direita em azul o ponto de apoio.



Fonte: A Autora, 2019.

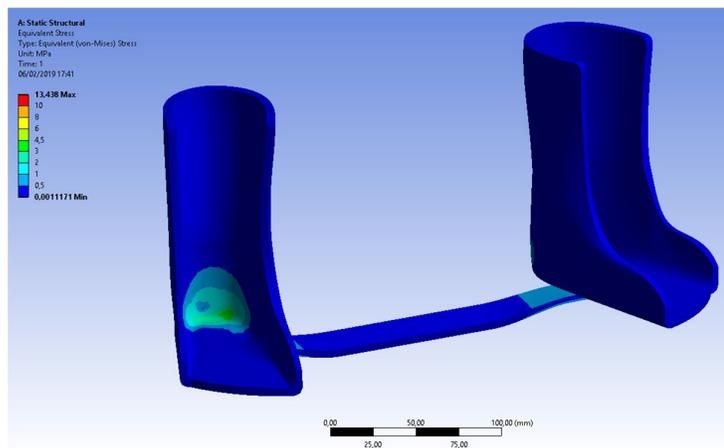
Os resultados de tensões foram encontrados nas simulações da ODB fabricada em ABS, conforme apresentado nas Figuras 24 e 25.

Figura 24 - Distribuição de tensão na órtese em ABS e na barra de alumínio exibindo o ponto de tensão máxima.



Fonte: A Autora, 2019.

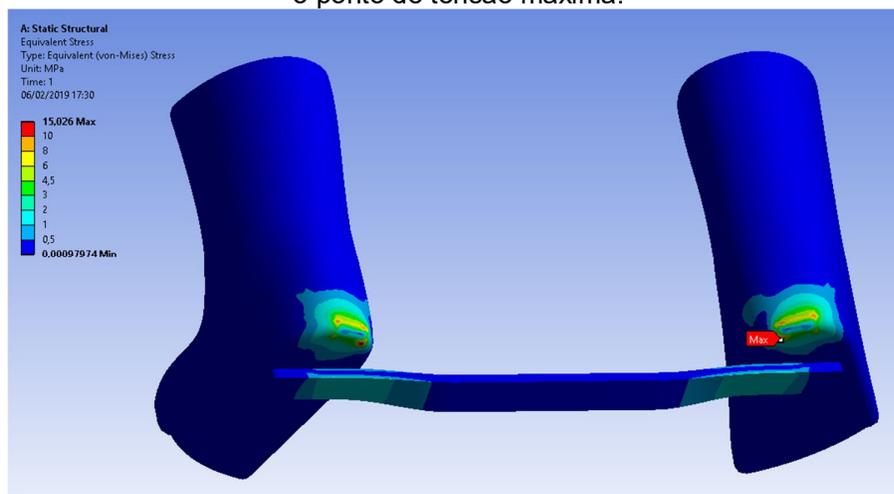
Figura 25 - Distribuição de tensão em ABS segundo o critério de Von Mises.



Fonte: A Autora, 2019.

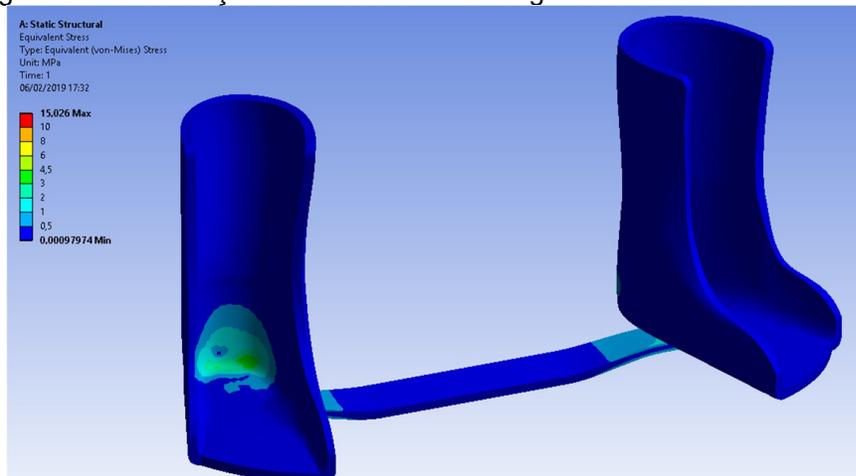
Os resultados de tensões foram encontrados sobre o modelo para a simulação considerando a órtese fabricada de PLA (Figuras 26 e 27).

Figura 26 - Distribuição de tensão na órtese em PLA e na barra de alumínio exibindo o ponto de tensão máxima.



Fonte: A Autora, 2019.

Figura 27 - Distribuição de tensão em PLA segundo o critério de Von Mises.



Fonte: A Autora, 2019.

Com as simulações para as duas situações, tanto para uma ODB fabricada com ABS como de PLA, obtiveram resultados bem parecidos. Os valores máximos de tensões chegaram a uma intensidade em torno de 15 MPa. Em relação aos limites de escoamentos dos dois materiais o valor da máxima tensão de Von Mises é inferior, o que indica que a órtese está aprovada para a utilização.

Além disso, foi possível observar que os picos de tensão de 13,438 MPa e 15,026 MPa, para o ABS e PLA, respectivamente, correspondem a regiões bastante pontuais na órtese, o que implica que estes picos não representam realmente uma

situação de relativas tensões altas. Em geral, observou-se que após um tempo de utilização essas regiões pontuais se deformaram e que os picos foram aliviados.

Ressalta-se que na grande maioria das regiões, tanto na órtese como na barra, os valores de tensões se encontram abaixo de 2 MPa, o que consolidou a aprovação da utilização da órtese.

Apesar de se obter resultados satisfatórios nesta etapa do trabalho para a utilização da ODB, indica-se que sejam investigados e aplicados outros métodos de validação para o desempenho do produto desenvolvido. No entanto, esta etapa de análise estrutural por plataformas computacionais auxiliou a validação experimental do trabalho.

A quarta etapa, consistiu na modelagem 3D da ODB, que foi parametrizada, tanto no sentido do seu comprimento das 2 AFO quanto nas angulações existentes, tanto a nível do tornozelo (90 graus de flexão), como na haste de abdução (25 graus de flexão e 45 graus de abdução), segundo o que é preconizado no Método Ponsetti (PONSETTI,2000), o material definido para prototipagem rápida foi o PLA, a 100% de preenchimento.

A haste de abdução foi parametrizada e devido à limitação da mesa, o protótipo foi partido em duas partes de aproximadamente 140 mm de comprimento. Posteriormente foi impressa em manufatura aditiva, e conectada por 2 porcas e 2 parafusos, a nível demonstrativo apenas, devido a sua geometria complexa e da falta de tempo hábil em desenvolvê-la com a qualidade para o teste, para a validação técnica e para o uso.

Nesta etapa, nas modelagens tanto em 2D quanto em 3D, foi utilizado o programa *Solid Works* e também, houve a simulação e as análises computacionais a fim de que fosse validada a integridade das estruturas desenvolvidas.

As técnicas de modelagem permitem o estudo de novos materiais e também da customização da órtese de forma individual para cada usuário/o, o que tem garantido um equipamento confortável e que atenda de forma mais adequada, as suas necessidades (DAINES et al, 2014, MUNHOZ et al, 2016; JUVENAL EC, 2017).

Na quinta etapa, realizou-se a produção por Manufatura Aditiva de 1 Órtese Dennis Brown (ODB) personalizada e parametrizada através do uso do script, medidas construtivas obtidas das variáveis globais (etapas 1 e 2). O modelo virtual criado para compor o conjunto da ODB, foi formado por duas órteses tipo AFO, por impressão 3D, e uma haste de abdução, no formato de arquivo DXF, em 2D. O

software livre utilizado foi o *Simplify* 3D. A margem de erro dimensional foi estimada para a produção da órtese, considerando o custo benéfico.

A haste de abdução, por conta da sua geometria complexa e da sua funcionalidade, necessitava que se desenvolvessem estudos para que seja em manufatura aditiva, permanecerá, portanto em alumínio, mesmo que parametrizada. Foi proposta que, no momento atual, seja manufaturada por corte a jato de águas ou a laser, que são processos de alta precisão dimensional e que permitem um bom acabamento.

Foi sugerido, então, que serviço de corte a laser, seja terceirizado; e para este propósito foi utilizado como estimativa e como referência inicial os dados que foram fornecidos pela empresa pernambucana Norte Laser, descritos na etapa 6.

Na sexta etapa, viabilidade técnica e financeira de manufatura aditiva da ODB, foi avaliada e definida de forma individualizada. Constatou-se que o custo da ODB pode variar dependendo do material e da tecnologia envolvidos na sua construção.

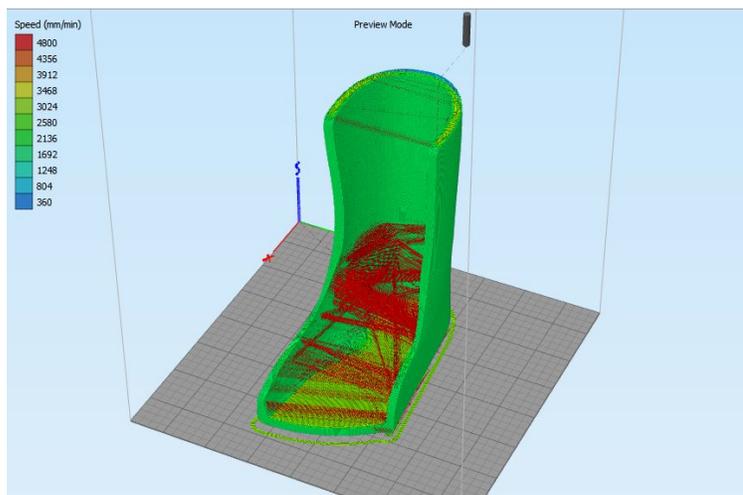
Há diversos estudos (GRSTSCH et al 2015, Santos et al 2017, VEHMEIJER et al 2016, ZUNIGA et al 2015) que alertam que há uma possibilidade do usuário não se adaptar a órtese e deixar de usá-la, independente do custo.

A técnica em impressão 3 D tem se apresentado como um importante aliado ao setor de ortopedia. Os custos de fabricação das órteses de membros inferiores são determinados pela hora de trabalho da impressora e o custo do material, que está orçado em U\$ 35,79 (R\$ 150,00) o quilo.

Em relação aos custos, o trabalho desenvolvido pelos autores Azevedo LGC et al, (2018) entra em concordância com este trabalho pois se observa que nas crianças, faz-se necessário realizar a reposição dos componentes da ODB devido ao seu franco crescimento, então a utilização da ODBMA poderá diminuir os custos de produção da órtese.

Esta etapa foi realizada através do software *Simplify* 3D, na qual foi utilizado o material PLA, na confecção da ODB possibilitando a visualização do processo de fatiamento das camadas (Figura 28).

Figura 28 - Processo de fatiamento das camadas via *Simplify 3D*.

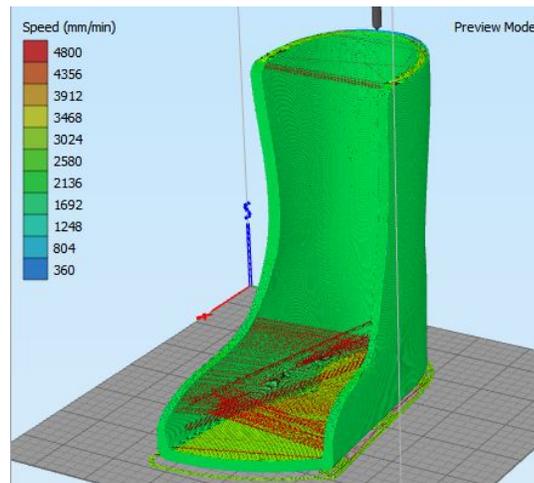


Fonte: A Autora, 2019.

Foram considerados 100% de preenchimento para modelo da ODB, custo de R\$ 150,00/Kg de PLA e perceberam-se os seguintes dados retornados pelo software *Simplify 3D*:

1 - AFO de cano longo, conforme apresentado na Figura 29, com tempo de fabricação (por órtese) de 14 horas (h) e 50 minutos (min.), custo de R\$ 24,11 e massa do modelo com densidade máxima 160,74 gramas (g).

Figura 29 - Custos impressão da ODB (cano longo).

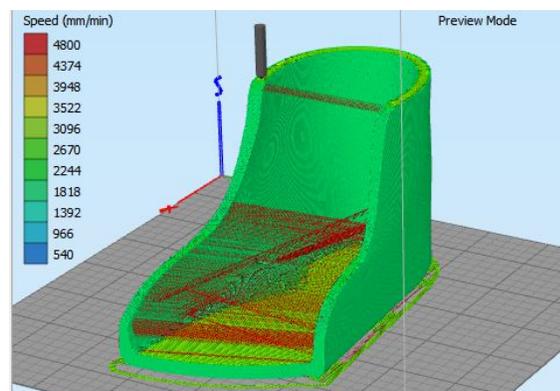


Fonte: A Autora, 2019.

Custos obtidos através da impressão da ODB (cano longo): o valor do material de material; U\$ 6,13 (R\$ 25,70) e o tempo de impressão foi de 15 hs e 20 min.

2 - AFO de cano curto (Figura 30) no período 2 dias úteis, após a parametrização final do modelo.

Figura 30 - Custos da impressão da ODB (cano curto).



Fonte: A Autora, 2019.

Custos obtidos através da impressão da ODB (cano curto): o valor do material; U\$ 4,20 (R\$ 17,60); durante o tempo de impressão foi de 10 hs e 20 min.

Em relação ao corte da Barra de alumínio: utilizou-se como base um orçamento fornecido pela empresa Norte Laser para o corte e dobra da barra de Alumínio de 5

milímetros (mm). O valor fornecido para apenas 1 unidade, no valor de U\$ 11,93 (R\$ 50,00) em dezembro de 2018.

Para a análise em questão, o arquivo em 3D foi convertido em um arquivo planificado no formato DXF e foi importado para uma plataforma de orçamento para cortes *online*. O estudo de viabilidade técnica e financeira visou analisar se o conjunto da ODB é manufaturável e por fim, mensurar também o custo unitário para a produção em larga escala.

Como resultados financeiros gerais obteve-se que para 100 unidades das hastes cortadas a laser, o custo unitário é de U\$ 6,29 (R\$ 26,17), e para a construção de um único protótipo da haste em alumínio, o custo unitário é de U\$52,22 (R\$ 217,23).

Enquanto que por impressão 3D, o protótipo da ODB foi orçado em custo de estimado de U \$18,41(R\$ 77,17) no mercado local. Por isso, justifica-se para o protótipo, utilizar como técnica de manufatura, a Impressão 3D.

Em relação à montagem mecânica e finalização do modelo. Foi estimado um custo de acabamento e finalização artesanal de U\$24,21(R\$ 100,00) por conjunto ODMA, em outubro de 2019.

Diante desse cenário de manufatura digital, o modelo apresentou tanto viabilidade técnica quanto viabilidade econômica, visto que os modelos produzidos de forma totalmente artesanal, custaram entre U\$ 155,13(R\$ 650,00) e U\$ 311,26 (R\$ 1300,00), valores obtidos em outubro de 2019. É importante ressaltar que para demandas maiores do que 1 unidade, o equipamento de fabricação consegue reduzir o custo unitário de cada componente.

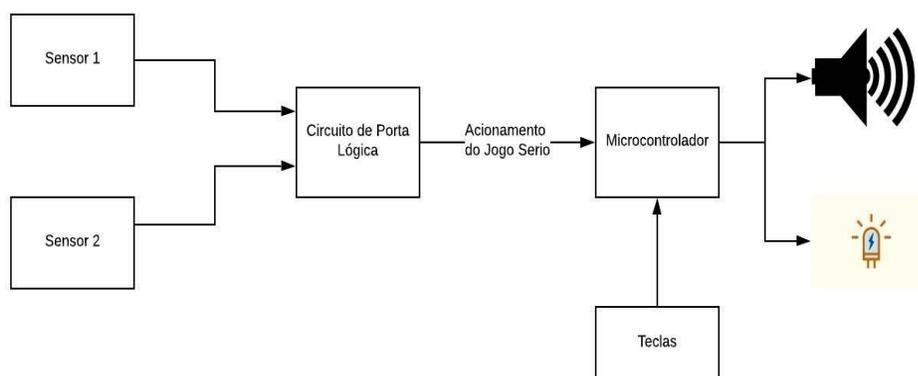
## 4.2 METODOLOGIA DA VERIFICAÇÃO DO JOGO SÉRIO

Foi realizada, durante o período de fevereiro de 2018 a junho de 2019. A coleta, intervenção e análise ocorreram no Laboratório de Interface Homem Máquina (LIHOM), no Centro de Tecnologia e Geologia CTG/UFPE. Teve enfoque observacional experimental onde ocorreu verificação do Jogo Sério através da adequação eletrônica do Tapete Teclado.

### 4.2.1 Planejamento do Jogo Sério (JS)

Durante a fase de planejamento do sistema eletrônico para a verificação do Jogo Sério, objetivou a criação de uma interface, prova de conceito, para ser utilizada em conjunto com as crianças consistindo de um sistema eletrônico, afim de que permitisse a interação, e, ao mesmo tempo, monitoramento e delimitação, por sensores, do posicionamento dos pés e que, através do toque das mãos fosse emitido sons da escala musical. Foram determinados os seguintes componentes: 1) 2 Sensores de presença, um para cada pé; 2) Microprocessador; 3) Estímulos Sonoros e Luminosos; 4) teclas que possibilitem contato e interação com as palmas das mãos (Figura 31).

Figura 31 - Disposição dos componentes que compuseram o Jogo Sério.



Fonte: A Autora, 2019.

Um jogo infantil, foi encontrado no mercado, com características semelhantes a que se objetivava implementar na fase do planejamento de um Jogo Sério. O

brinquedo chama-se tapete teclado, que apresenta recursos de luzes e som, que permite a interação, através do toque das mãos e/ ou pés as suas teclas de piano, assim se obtém sons de 8 instrumentos musicais (Figura 32).

Figura 32 - O Tapete teclado é um jogo eletrônico comerciável que foi adequado para se tornar um Jogo Sério.



Fonte: A Autora, 2019.

Ele sofreu adequação no seu sistema eletrônico e foram agregados sensores de posicionamento para que ele possibilitasse o direcionamento da brincadeira e assim ele passou de um jogo comum para a categoria de Jogo Sério, pois teve como principal finalidade incentivar a permanência da postura de cócoras e de urso durante a sessão de fisioterapia, através de uma plataforma em madeira a fim de houvesse o posicionamento dos pés e dos sensores de presença (Figura 33).

Figura 33 - Criança interagindo com o Jogo Sério na posição de cócoras, cada pé posicionado dentro de cada AFO.



Fonte: A Autora, 2019.

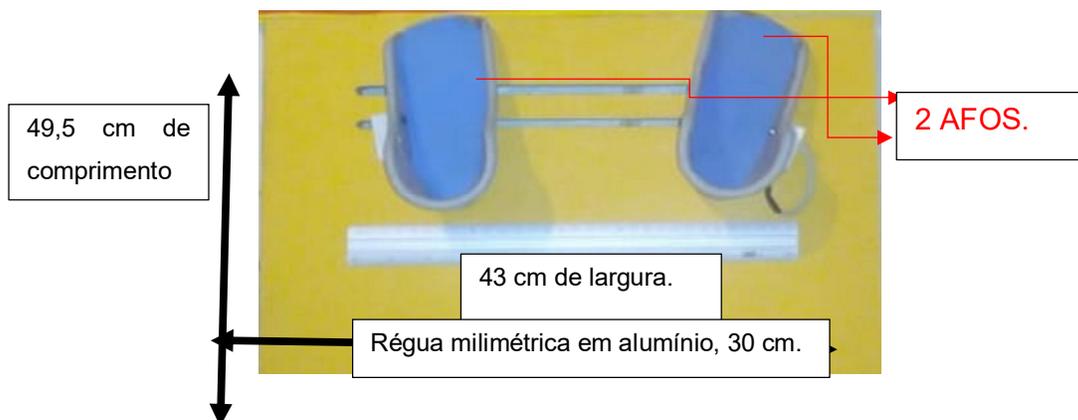
#### 4.2.2 Equipamentos e Materiais utilizados

- a) 2 Régua semelhantes, milimétricas em alumínio com 30 centímetros de comprimento, utilizadas para determinar em centímetros e milímetros a distância entre os acrômios de cada criança voluntária. Uma foi afixada no tablado e a outra, com a observadora da pesquisa;
- b) 1 fita métrica flexível utilizada para costura, para medir a distância biacromiais;
- c) 1 caneta piloto tipo marcador, lavável, finalidade de marcar pontualmente na fita métrica as medidas comensuradas;
- d) 1 marcador de tinta atóxica e a prova d'água, para delimitar o acrômio direito;
- e) 1 cronômetro digital portátil, para determinação do tempo da interação, nas posturas de gatas e de cócoras;
- f) Celular Android, da marca Lenovo: para o registro das imagens.
- g) Notebook: registrar as medidas antropométricas e de tempo obtidas e para armazenar imagens das abordagens.
- h) 2 órteses *ankle foot* (AFO) e/ou órteses suprapodálicas e/ou tipo pé tornozelo em polipropileno, formato de botas com abertura anterior, e com o tamanho para uma criança maior de 5 anos, para permitir movimentos livres dos pés de aproximadamente 10 graus no sentido longitudinal, e proporcionar conforto na execução dos movimentos de agachamento.

Apesar da ODB, ser usada a 40 graus de abdução e de 25 graus de dorsiflexão, e ter o comprimento da haste semelhante à distância biacromial (ombro a ombro). Para o teste e verificação da usabilidade do Jogo Sérioso, cada AFO foi fixada, sobre o trilho de alumínio, horizontal, de acordo com o protocolo (PONSETTI IV, 2000; 2002; 2006), o que permitiu pés com mobilidade e plantígrados.

Um Tablado (Figura 34), em madeira com as seguintes dimensões: 43 cm (largura) x 49,5 cm (comprimento) x 2 cm (espessura).

Figura 34 - Tablado em madeira, que comporta duas fendas, onde percorrem as 2 AFO, para graduar de forma personalizada a distância biacromial.



Fonte: A Autora, 2019.

O tablado comporta uma abertura longitudinal e paralela e à largura do tablado, com 26 cm, para o ajuste das distâncias das AFOs, equivalentes as distâncias, ombro a ombro, de cada criança que participou da pesquisa. O trilho foi afixado no tablado com cantoneiras em U, para espessuras de 2 cm. Paralelas ao trilho graduado, 0,0005m, e atrás do local onde as AFOs foram afixadas, também foi colada a régua de alumínio, com 30 cm de comprimento. Desse modo, pôde-se medir e obter a distância individual do afastamento entre os pés de cada criança, que ficou estabelecida a princípio, entre 18 a 26 cm, através de informações empíricas fornecidas pela a Apolo Ortopédica. A metodologia Ponseti, preconiza que a distância individual compreendida, entre os acrômios, é semelhante à medida de confecção da haste de abdução (PONSETTI IV, 2000; 2002; 2006).

- j) foi incluído um tapete teclado com dimensões de 1,10 m x 0,36 m, que reproduz o som de oito instrumentos musicais, apresentam todas as notas da escala musical de forma interativo e sensível ao toque (Figura 29).
- k) 2 sensores de obstáculos em infravermelho foram fixados lateralmente a cada AFO com as seguintes especificações: Sensor de obstáculo IR; Tensão de operação: 3.3 a 5VDC; Emissor e receptor IR; Distância de detecção: 2 à 30 cm; Potenciômetro para ajuste da distância, cujas dimensões são: 37 x 14 x 6 mm.
- l) adicionado um relê com as seguintes especificações: Tensão de operação: 5V; Tensão máxima de carga: 240VAC; Corrente máxima de carga: 10A;

Ativo Baixo (Aciona com GND); Dimensões 34 x 27 x 17mm. Pinagem: – Vcc (+) – GND (-) – Sinal (IN).

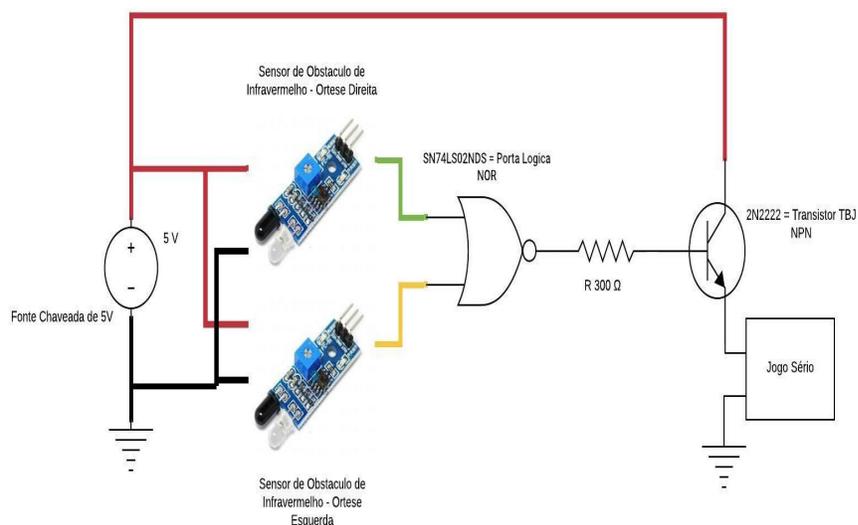
- m) 1 porta lógica NAND SN74LS02NDS.
- n) Cabo chato liso para telefone 26AWG, 4 vias, comprimento total utilizado 3 metros.
- o) 3 caixas em manufatura aditiva.

#### 4.2.3 Componentes do Circuito do Jogo Sério (JS)

O circuito eletrônico está ligado na plataforma de posicionamento onde a criança ficará posicionada, tocando nas teclas e em outras partes do tapete teclado para fornecer dados do grau de interesse da criança com o JS e também com informações sobre o tempo de interação. O circuito possui os seguintes componentes:

- 1) Fonte regulada de 5 Volts (V);
- 2) 2 Sensores de Obstáculo por Infravermelho;
- 3) Porta Lógica NOR SN74LS02NDS;
- 4) Resistor de 300 Ohms;
- 5) Transistor TBJ NPN 2N2222;
- 6) Jogo Sério (tapete teclado) (Figura 35).

Figura 35 - Componentes esquemáticos do circuito de controle.

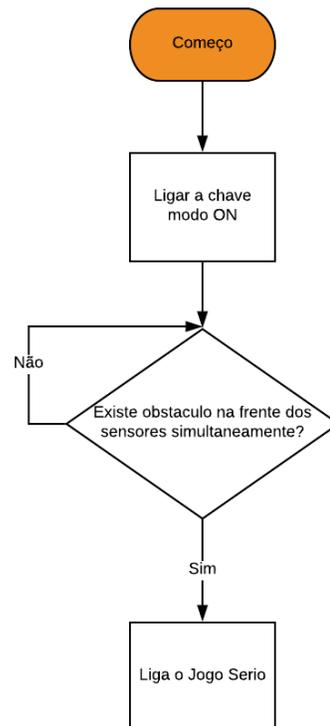


Fonte: A Autora, 2019.

#### 4.2.4 Funcionamento do Jogo Sério (JS)

O início da brincadeira ocorre logo após seguir os seguintes passos do fluxograma descrito na Figura 36: 1) Colocar o “*plug*” da fonte de celular à tomada, os sensores posicionados nas órteses acendem a luz de “*led*” deles; 2) Estender o tapete sobre superfície firme (chão); 3) Posicionar a plataforma de madeira no chão, de tal forma que o lado que estejam as AFOS fique o mais próximo possível do tapete teclado, 4) Posicionar a criança de pé, com cada pé colocado dentro da AFO; 5) Se a criança retirar o algum dos pés de dentro das órteses, o JS não funciona.

Figura 36 - Fluxograma do funcionamento do Jogo Sério.



Fonte: A Autora, 2019.

#### 4.2.5 Caso não haja o funcionamento correto do Jogo Sérió (JS)

- Verificar se a chave geral foi ligada no modo “ON”;
- Verificar se o "plug" com 2 entradas está conectado à tomada e/ou se o "plug" está conectado ao JS;
- Verificar se a criança está com cada pé em cada AFO simultaneamente.

#### 4.3 METODOLOGIA DO TESTE E DO USO DO JOGO SÉRIO

Tem enfoque de um projeto piloto, sendo estudo de campo, analítico do tipo transversal qualitativo e quantitativo onde ocorreu o Teste e o Uso do Jogo Sérió. A pesquisa encontra-se aprovada no Comitê de ética do Centro de Ciências da Saúde da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE) sob o parecer de número CAEE Nº. 13138519.7.0000.5208 (consultar Anexo I).

Foram utilizados os seguintes documentos: Carta de anuência da UFPE (Anexo IV) e da Apolo Ortopédica (AO) (Anexo III). Termo de Consentimento Livre e Esclarecimento (TCLE) (Anexo II), Instrumento de medidas (Anexo V) Formulário de Pesquisa (Anexo VI), Questionário para teste e validação do Jogo Sérió (Anexo VII).

Os pais e/ou responsáveis pelas crianças voluntárias foram informadas dos objetivos e procedimentos experimentais, assim como a respeito dos riscos e benefícios, e que poderiam interromper a sessão experimental a qualquer momento, sem a necessidade de maiores explicações. Todos os responsáveis pelos os participantes assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido – TCLE (Anexo II) antes do início da pesquisa.

O estudo foi conduzido, respeitando as diretrizes da resolução 466/2012 do Conselho Nacional de Saúde e a Declaração de Helsinki de 1964. As informações obtidas através de questionários e entrevistas são confidenciais, não houve de forma alguma identificação da criança voluntária. Todos os dados foram armazenados em arquivo pessoal da pesquisadora, do orientador e da coorientadora da pesquisa em um período mínimo de cinco anos.

#### 4.3.1 Ambiente da amostra

A coleta e a intervenção da pesquisa foram realizadas na Ortopedia Apolo Ortopédica, e na Creche Deus é Amor, e análise realizada no Laboratório de Interface Homem Máquina (LIHOM), no Centro de Tecnologia e Geologia CTG/UFPE, entre o período de 20 de julho a 01 de agosto, 2019.

#### 4.3.2 Participantes

A amostra de participantes foi composta, por 46 crianças voluntárias, ambos os sexos nas quais 11, portadoras de PTC, encaminhadas para a confecção e/ou manutenção das ODB e/ou para a compra das ODB, na AO com a idade compreendida entre 18 a 36 meses, e as outras 36 crianças, sem acometimento de PTC, provenientes da creche Deus é Amor, com idade compreendida de 24 a 36 meses. Todo o experimento aconteceu na Ortopedia Apolo Ortopédica, e na Creche Deus é Amor.

#### 4.3.3 Critérios de Elegibilidade

Como critério de inclusão foram consideradas as crianças, com a idade compreendida entre dezoito (18) aos trinta e seis (36) meses de vida, com diagnóstico clínico de PTC, na fase ou de aquisição ou de manutenção ou de uso das ODB, e que se mantiveram na postura bípede, e também por crianças, com essa mesma faixa etária, ditas normais, sem essa manifestação congênita.

#### 4.3.4 Riscos e Benefícios

Quantos aos possíveis riscos e desconfortos relacionados ao momento da interação criança com o tapete teclado que foi adequado para se tornar um Jogo Sériô, os pais e/ou responsáveis foram esclarecidos que pode- se ocorrer: 1) o risco de constrangimento das crianças; 2) O risco delas estranharem o ambiente onde será realizada a pesquisa bem como a pesquisadora responsável; 3) O risco de rejeitarem calçar as órteses, por desconhecê-las como calçados e até se incomodarem com o fato de estarem fixadas ao tablado; 4) risco de se machucarem ao contato dos seus

pés com superfície rígida das órteses; 5) o risco das órteses colocadas nos pés da criança gerar algum incômodo; 6) o risco de queda, durante o percurso, colocação dos pés sobre as órteses e no momento da pesquisa.

Ficou assegurado que havendo qualquer desconforto por parte da criança voluntária, o experimento será encerrado, bem como providenciar encaminhamento a um serviço de emergência caso a criança voluntária tivesse se acidentado durante a pesquisa. Então, para minimizar a chance a qualquer dano as crianças voluntárias foram utilizadas as seguintes estratégias:

- 1) em relação de risco de constrangimento e de estranhamento: deixou-se a criança à vontade para que em contato direto com seus pais e/ou seus familiares explorasse e se familiarizasse com o ambiente, com o tapete teclado, com as órteses e com a pesquisadora por 20 minutos, antes de começar a interação com o Jogo Sérió, o tapete teclado. Caso a criança voluntária chore e/ou se negue a brincar, foi acordado, previamente com seus pais e/ou responsável para voltarem outro dia, para que ela possa participar da pesquisa.
- 2) em relação a possibilidade ferimento: foi colocado revestimento emborrachado e macio no interior das órteses, bem como deixando todas as bordas arredondadas.
- 3) em relação ao risco de queda: os pais e/ou responsáveis foram instruídos a permanecerem de mãos dadas as crianças no momento da exploração da sala e do material composto pelo o Jogo Sérió. A pesquisadora responsável também esteve ao lado da criança em todo período do experimento. Adicionalmente, para evitar desequilíbrio ou que a criança escorregasse, o chão foi revestido por borracha antiderrapante, e o tapete teclado e o tablado foram fixados ao chão.

#### 4.3.5 Procedimentos experimentais do tapete teclado adequado para se tornar Jogo Sérió

Para aquisição dos parâmetros das fases de testar e de verificar a usabilidade do Jogo Sérió (JS), foi aplicado o instrumento de coletas de dados (Anexo V), em todas as crianças da amostra, composto pelo questionário da usabilidade do JS (Anexo VII), pela mensuração biacromial, pela mensuração de tempo de interação da criança na

posição de cócoras e de urso. Nas crianças portadoras de PTC, particularmente, foi adicionado outro instrumento de coleta de dados: o formulário de pesquisa sócio econômico (Anexo VI). Realizou-se 47 testes, nos quais se observou que apenas 6 crianças rejeitaram o JS.

#### 4.3.6 Desenho Experimental

Uma vez adaptada ao ambiente e a pesquisadora, cada criança voluntária foi conduzida ao tablado de mãos dadas a pesquisadora, que conversando com a criança a incentivou e a ajudou a posicionar cada pé em cada órtese, e a partir desse ponto, pôde-se observar a interação criança com o Jogo Sérió (JS), enquanto, ao mesmo tempo, aplicava-se o questionário de usabilidade do JS, com intenção de testar a viabilidade do conceito desse equipamento lúdico com o grupo de crianças portadoras do referido acometimento congênito. Após a interação foram aferidas as mensurações biacromiais. Na Creche Deus é Amor após a autorização de entrada e permanência da pesquisadora para coleta de dados, foi recebida uma relação de todas as 80 crianças com informações a respeito ao nome, a idade e ao sexo. Assim, de forma aleatória e por sorteio foram escolhidas 36 crianças para participarem das etapas do teste e da usabilidade do Jogo Sérió, conforme apresentado na Figura 37.

Figura 37 -Criança participando do teste e da usabilidade do Jogo Sérió.



Fonte: A Autora, 2019.

#### 4.3.7 Definição das variáveis e criação da base de dados do Jogo Sérió (JS)

Tendo o objetivo de estudar as relações existentes entre a criança voluntária e o JS, foram determinados os seguintes parâmetros: (1) despertar o interesse no JS; (2) possibilitar a interação com o JS; (3) observar a forma que a criança interage com o JS: se de cócoras, se na posição de ursos, se nas duas posições; (4) quantificar o tempo de interação do JS; (5) mensurar centímetros/milímetros (cm/mm) a distância entre os acrômios (biacromial).

#### 4.4 MÉTODOS AVALIATIVOS

A obtenção das medidas antropométricas consistiu na determinação da distância biacromial, e foi realizado no estabelecimento Apolo Ortopédica e na Creche Deus é Amor. A criança voluntária foi identificada pela pesquisadora. A/O responsável autorizou a participação da criança e foi convidada/o a assistir os testes. Foi esclarecido as/aos responsáveis das crianças sobre os objetivos, critérios de inclusão e exclusão de cada criança escolhida a participar da pesquisa, bem como quais procedimentos e o tempo estimado para a realização das medidas antropométricas biacromiais e a interação da criança voluntária com o Jogo Sérió. As/Os responsáveis foram informadas/os que todo o processo de abordagem com as crianças voluntárias, a definição de medidas e a interação com o JS, ocorreriam em uma só vez no mesmo dia. Após os devidos esclarecimentos, pode-se verificar que a criança estava apta e aprovada dentro dos critérios de inclusão. Seus pais e/ou responsáveis receberam o TCLE (Anexo II) e assinaram. Todo o processo da mensuração da criança voluntária até a finalização do preenchimento do questionário durou 12 dias distribuídos em média 50 minutos por cada criança, totalizando 30 hrs na creche e 9 hrs e 10 min. na Apolo Ortopédica. A realização das aferições das medidas antropométricas biacromiais durou aproximadamente 6 hrs na Creche Deus é Amor, 1,50 hr na Apolo Ortopédica sendo utilizado 10 min para cada criança voluntária. A pesquisadora esteve presente durante as coletas, realizando todas as medidas e as anotações dos dados na planilha de registro. Após concluir as anotações, a observadora aplicou o questionário sócio - demográfico a/ao responsável e à medida que foram respondendo, a observadora preencheu a planilha (Anexos VI, VII). O protocolo de coleta foi realizado nos seguintes passos:

1 - Registro dos dados gerais da criança voluntária portadora de PTC. As variáveis de controle são: a quantidade de crianças; sexo; etiologia do pé torto congênito; localidade da residência entre os grupos de crianças analisadas.

2 - Utilização do método direto de aferição das medidas antropométricas dos ombros das crianças voluntárias. Foi solicitado as/aos responsáveis das 47 crianças voluntárias, 36 crianças da creche Deus é Amor e 11 crianças da Apolo Ortopédica, a tirarem seus calçados e meias e permanecerem posicionadas em pé de forma natural e sem a intervenção verbal de suas/seus respectivas/os responsáveis, apenas ficarem juntas/os e de mãos dadas a criança que foi posicionada de costas para a observadora. Para a determinação da distância entre os ombros foram utilizados dois pontos de referência as bordas superiores de cada acrômio delimitados nos ombros com um marcador de tinta atóxica e a prova d'água. Foi utilizada a fita métrica flexível com escala de medida de 0,1 cm fixada na pele da criança com esparadrapo transparente antialérgico. Uma das extremidades da fita métrica foi fixada ao acrômio direito percorrendo a cintura escapular até chegar ao acrômio esquerdo delimitando a distância entre os acrômios e essa medida foi registrada. Em seguida foi desafixada a extremidade da fita métrica e a criança foi liberada para utilizar o JS com sua/seu responsável.

3 - Teste e usabilidade do Jogo SériO (JS):

O JS foi submetido a teste através das 36 Crianças Voluntárias frequentadoras da creche, onde foram observados: 1) a aceitação do JS; 2) o tempo de interação com o JS nas posições de cócoras e de urso.

Foi analisada a usabilidade do JS através das 11 crianças PTC, frequentadoras da Apolo Ortopédica onde, na forma de estudo de caso, foram coletados dados referentes a 1) a aceitação do JS; 2) o tempo de interação com o JS nas posições de cócoras e de urso.

Antes da realização do teste e da usabilidade do JS, a criança e seu/sua respectiva/o responsável foram convidados a se aproximarem da observadora, que apresentou o JS e demonstrou como ele entra em funcionamento, e convidou a criança a experimentá-lo. Após a resposta positiva da criança voluntária, foi solicitado a (o) seu responsável que ficasse próximo observando o processo, mas não interferissem com opiniões, sugestões enquanto ocorresse a interação da criança e o

jogo sério. A observadora segurou a mão da criança, convidou a criança para se dirigir e colocar seus pés no tablado, com cuidado e apoiando a criança, cada pé foi posicionado na órtese, e quando o segundo pé ficou posicionado, ouviu - se som de instrumento musical de piano, demonstrando que o jogo tinha começado. A partir desse momento a pesquisadora, com o instrumento de validação do JS (Anexo VII) e cronometro ao colo, permaneceu sentada ao lado do JS e, próxima a criança voluntária demonstrou como poderia interagir com o JS: utilizando suas mãos para percorrer o tapete teclado, e que era importante que ela/ele conservasse os seus pés dentro das AFO. Para garantir a exata cronometragem do tempo, no exato momento da interação e emitiu o comando verbal “já”. Todos os dados e o tempo foram coletados e anotados na planilha de registros

#### 4.4.1 Análise Estatística

Os dados desta pesquisa foram coletados e tabulados no Excel (Microsoft Office Excel). Em todas as análises, foi considerado um nível de significância  $\alpha = 0,05$  e foi utilizado o pacote estatístico SPSS (*Statistical Package for Social Sciences*) versão 20.0 para Windows.

Para as medidas de mensuração referente ao tempo de interação com o Jogo Sério tapete teclado (JS), foi utilizado a média e desvio padrão. Enquanto que para as variáveis da quantidade de vezes que foi utilizado o JS em posições de cócoras e urso, número de crianças que interagiram e se interessaram pelo Jogo, foi utilizado a frequência relativa.

Com o objetivo analítico comparativo entre os grupos de crianças com PTC, crianças sem PTC de 2 anos e sem PTC de 3 anos, o teste de Shapiro-Wilk foi realizado para confirmar a normalidade das variáveis supradescritas.

Uma vez comprovada a normalidade dos dados, o teste de variância ANOVA *one-way* foi feito considerado os grupos de crianças com PTC, crianças sem PTC de 2 anos e crianças sem PTC de 3 anos, para as variáveis de tempo, de interação com o JSTT.

Adicionalmente, uma amostra de frequência relativa foi feita, considerando as crianças que passaram 10 ou mais minutos interagindo com o JSTT e as que não atingiram essa marca. Para essa análise, foi realizado o teste de Qui-quadrado considerando os seguintes pares de análise: Crianças com PTC versus Crianças sem

PTC de 2 anos; Crianças com PTC versus Criança sem PTC de 3 anos; e, Crianças sem PTC de 2 anos versus Crianças sem PTC de 3 anos.

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Neste capítulo é apresentada a caracterização da amostra composta por 46 crianças voluntárias, nas quais 11 apresentam PTC, 16 são crianças da creche com idade de dois anos de idade e 20 crianças da creche com três anos de idade; e também os resultados da pesquisa acerca do grau de interesse, quantificação do tempo de interação de cada grupo de crianças com o Jogo SériO, classificação do gênero nas posturas de cócoras e de urso, a distância entre os acrômios.

### 5.1 BASES DE DADOS OBTIDAS DO JOGO SÉRIO

Após a avaliação da adequação aos critérios de inclusão e exclusão, a amostra totalizou 46 indivíduos, dos quais 11 foram crianças com PTC e 36, sem a referida manifestação congênita. Observou-se que, a maioria das crianças é do sexo masculino; todas as crianças da creche moram na região metropolitana da cidade do Recife, enquanto que 77% das crianças, portadoras de pé torto congênito, residem em outras localidades do estado de Pernambuco (ver Tabela 3).

Tabela 3 - Tabela demográfica dos participantes do estudo.

Número de crianças	11 PTC	16 Sem PTC - 2 anos	20 Sem PTC – 3 anos
<b>Sexo</b>			
Masculino	75%	50%	89%
Feminino	25%	50%	11%
<b>Local de moradia</b>			
RMR	33%	100%	100%
Outra região	77%	0%	0%
<b>Tipo de PTC</b>			
Idiopáticos	77%	-	-
Teratológicos	33%	-	-
<b>Cirurgia de correção para PTC</b>	100%	-	-

Fonte: A Autora, 2019.

Constatou - se que o grupo de 11 crianças portadoras de PTC teve semelhança estatística, nas interações e no grau de interesse com o Jogo SériO, com as crianças de 2 e 3 anos (ver Tabela 4).

Tabela 4 - Interação com o Jogo Sérió.

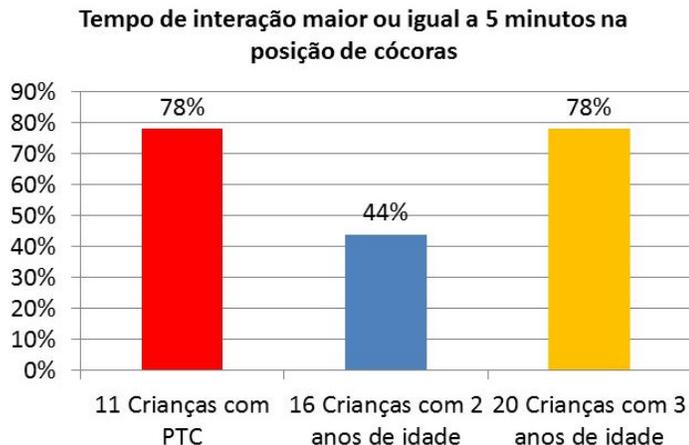
N	11 PTC	16 Sem PTC com 2 anos	20 sem PTC com 3 anos
<b>Grau de interesse pelo Jogo Sérió</b>			20
Interessaram-se	75%	75%	60%
Não demonstraram interesse	25%	25%	40%
<b>Interação com o Jogo Sérió</b>			
Interagiram	82%	75%	89%
Não interagiram	18%	25%	11%
<b>Tempo de Interação com o Jogo Sérió na posição de cócoras.</b>			
t > 5 min.	78%	44%	78%
<b>Tempo de Interação com o Jogo Sérió na posição de urso.</b>			
t > 5 min.	18%	-	18%
<b>Média de tempo de interação</b>	DP=11,54 VM=2,54	DP=10,10 VM=2,45	DP=13,30 VM=1,30

Fonte: A Autora, 2019.

Após o processamento dos dados foi possível analisar constatar de 5 cenários, nos quais houve intercessão dos grupos das crianças PTC, das crianças com 2 e 3 anos da creche Deus é Amor, que objetivaram a validação do jogo sério e que estão relacionados e discriminados da seguinte forma:

- 1) A análise do "tempo de interação maior ou igual a 5 minutos nas posições de cócoras", e resultados obtidos mostra que: 81% das crianças PTC igualaram e / ou ultrapassaram o tempo de 5 minutos na posição de cócoras; o mesmo foi observado em 60% das crianças de 2 anos e em 78% nas crianças de 3 anos (vide figura 38).

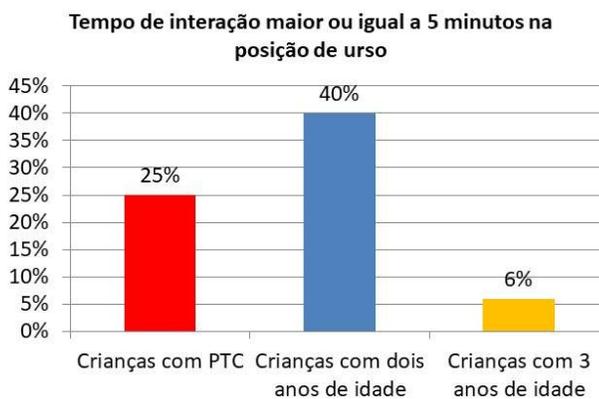
Figura 38 - Tempo de interação maior ou igual a 5 minutos nas posições de cócoras.



Fonte: A Autora, 2019.

2) Relação ao "tempo de interação com o Jogo Sérió na posição de urso" 25% das crianças PTC, 40% nas crianças de 2 anos e 6% nas crianças de 3anos. (Figura 39).

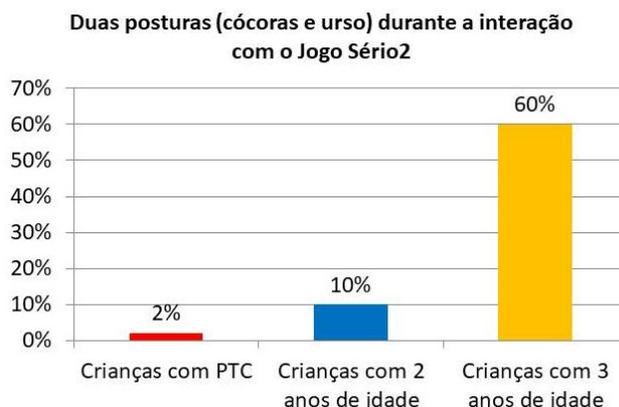
Figura 39 - Tempo de interação com o Jogo Sérió na posição de urso.



Fonte: A Autora, 2019.

3) em relação ao "Assumiram as duas posturas durante a interação: 2% das crianças PTC; 10% das crianças com 2 anos e 60% das crianças com 3 anos (Figura 40).

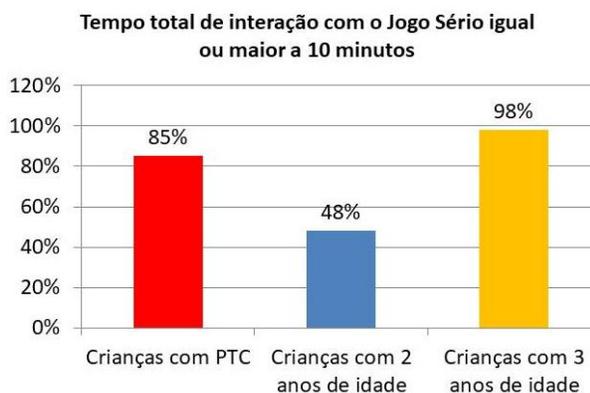
Figura 40 - Assumiram as duas posturas, cócoras e urso, durante a interação com o JS.



Fonte: A Autora, 2019.

- 4) Em relação ao “tempo total de interação com o Jogo Sério” obteve-se os seguintes resultados: 85% das crianças PTC, 48% das crianças com 2 anos, 98% das crianças com 3 anos (ver figura 41).

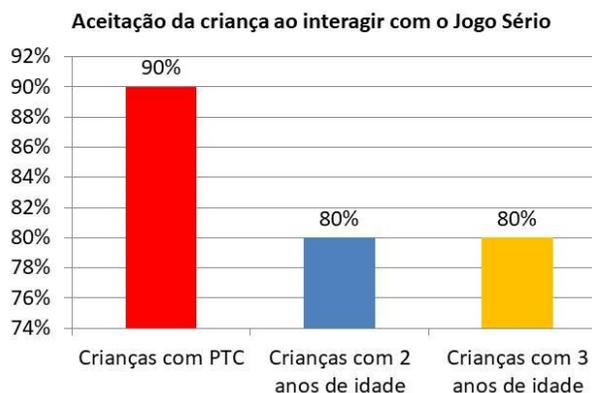
Figura 41 - Tempo total de interação com o Jogo Sério.



Fonte: A Autora, 2019.

- 5) em relação ao índice de aceitação do JS, obteve-se os seguintes resultados: 90% das crianças PTC, 75% com as crianças de 2 anos, 80% das crianças com 3 anos de idade (ver figura 42).

Figura 42 - Índice de aceitação do Jogo Sério.



Fonte: A Autora, 2019.

Esse número apresentado pela aceitação da criança com o JS é visto positivamente, pois através dos índices obtidos o JS foi validado, o que sugere que as crianças, na sua maioria independente do grupo etário e da condição congênita, analisados quiseram e interagiram com o tapete teclado.

Verificaram-se os resultados das outras variáveis estudadas, nas quais se percebeu diferença estatística entre o grupo de crianças sem PTC com 3 anos em relação as crianças com 2 anos e as que têm PTC durante a permanência nas duas posturas, de cócoras e de urso, e elas que ultrapassaram 10 minutos de brincadeira. Acredita-se que devido por apresentarem habilidades motoras mais evoluídas segundo os marcos do desenvolvimento motor normal (ver tabela 5).

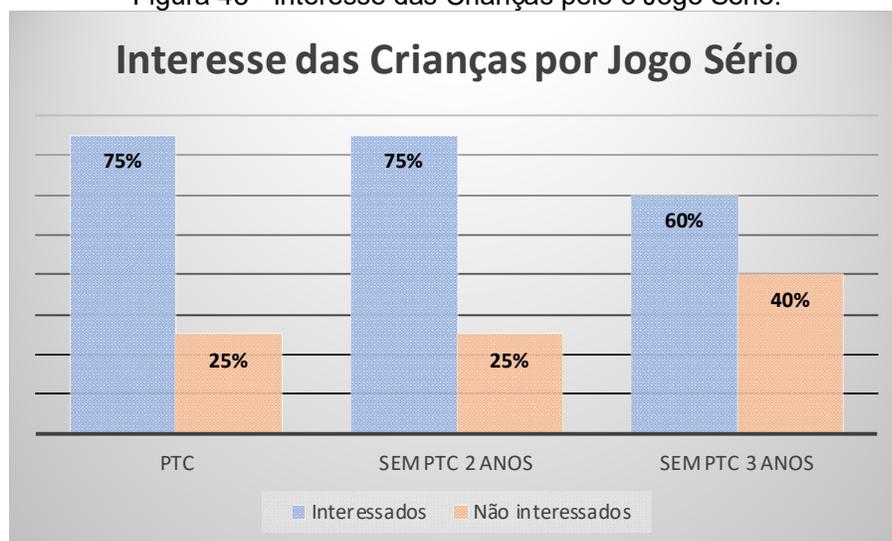
Tabela 5 - Outras variáveis estudadas no Jogo Sérió.

N	11 PTC	16 Sem PTC - 2 anos	20 Sem PTC – 3 anos
<b>Permaneceram na posição de cócoras e de urso enquanto interagiam com o Jogo Sérió</b>	9%	10%	60%
<b>Tempo Total de interação com o Jogo Sérió t &gt; 10 min.</b>	85%	48%	98%
<b>Levantaram-se durante a interação com o Jogo Sérió.</b>	100%	-	60%
<b>Tiraram o (s) pé (s) da Órtese durante a interação com o Jogo Sérió.</b>	-	-	26%

Fonte: A Autora, 2019.

Observa-se a duas particularidades, a primeira está relacionada há um interesse no Jogo Sérió (JS) nos 3 grupos. Contudo no grupo crianças de 3 anos de idade, que possui o maior N amostral, o grau de interesse versus não interesse tem valores mais próximos. O que pode suscitar dois questionamentos: 1) se aumentar o N nos demais grupos pode – se levar a uma homogeneidade entre a relação de interessados versus não interessados, ou 2) O JS causa maior interesse em crianças de 3 anos, como pode ser observado na figura 43.

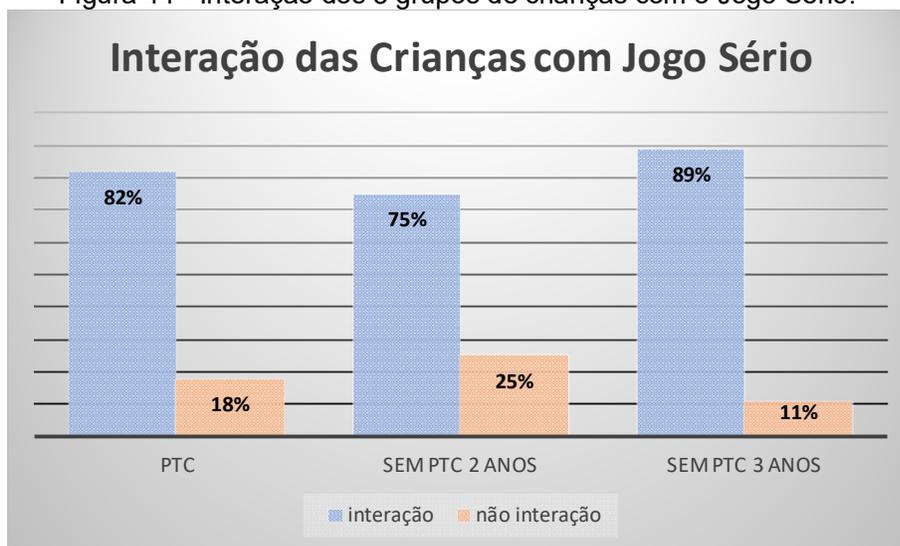
Figura 43 - Interesse das Crianças pelo o Jogo Sérió.



Fonte: A Autora, 2019.

A segunda particularidade observada é que dentro dos 3 grupos de crianças, a grande maioria deles interagiram com o JS, apesar de não causar interesse nas crianças. As comparações entre “o grau de interação” versus “não interações” podem dar uma diferença estatística, mas que não poder de decisão. Quando é feita análise entre os grupos não se verifica diferenças, comprovando assim que em todos os grupos as crianças interagiram independente de terem ou não PTC (Figura 44)

Figura 44 - Interação dos 3 grupos de crianças com o Jogo Sérió.



Fonte: A Autora, 2019.

## 6 CONCLUSÃO E PERSPECTIVAS FUTURAS

A confecção do Jogo Sérió Tapete Teclado, a partir da alteração de um jogo comerciável. A partir dos pontos avaliados durante a interação com o Jogo Sérió, pôde-se observar que as crianças com Pé Torto Congênito apresentam semelhança estatística com as crianças com 2 e 3 anos. Adicionalmente, houve uma boa aceitação por parte das crianças com Pé Torto Congênito. Foi observado que as crianças tiveram tempo de brincadeira nas posições de cócoras semelhante aos de crianças de 2 e 3 anos sem Pé Torto Congênito.

A pertinência deste estudo está em mostrar o estado da arte, com o intuito de não apenas fornecer evidências sobre os Jogos Sérios para auxílio na reabilitação de crianças que utilizam as ODB, mas também direcionar novos campos de pesquisa tanto em nível da Engenharia Biomédica como na Fisioterapia.

Além disso, pode - se deduzir que a utilização do Tapete Teclado pode ser uma boa ferramenta para auxílio de correção de Pé Torto Congênito, nas em crianças, de forma lúdica. Porém, para essa confirmação se tornar verídica, um ensaio clínico randomizado é sugerido como próxima etapa de estudo. Assim como:

- 1) promover melhorias no Jogo Sérió;
- 2) estabelecer estratégias para poder mensurar e analisar a distribuição do peso, na plataforma, enquanto a criança interage com o Jogo Sérió;
- 3) concluir os artigos referentes ao Jogo Sérió e a ODB em manufatura aditiva;
- 4) pretende-se continuar e a desenvolver parceria com a UNIFESP (anexo XII), pois já foram realizados alguns testes, com resultados (ver Anexo XI).
- 5) O arquivo STL da ODBMA será disponibilizado em open source (ver Anexo XII), pois se pretende desenvolver estratégias para que a barra de abdução, também seja em manufatura aditiva.
- 6) ampliar os ensaios clínicos com o Jogo Sérió;
- 7) iniciar ensaios clínicos com a ODBMA.

Através dessas informações, podem-se ser elaboradas novas estratégias para a sua utilização com o intuito de otimização na utilização do sistema, assim será possível construir cada vez mais um aprendizado colaborativo de forma planejada e

facilitada, conseqüentemente ter-se-ão objetivos com uma maior probabilidade de serem alcançados.

A inclusão da manufatura aditiva trouxe uma nova perspectiva ao processo, pois é possível construir uma OBD por processo aditivo, apresentando vantagens em relação a que confeccionada de forma tradicional. Espera-se que o modelo possa ser continuado (ver Anexo XI), avaliado clinicamente e posteriormente disponibilizado com licença do tipo *open source* (ver Anexo XII).

Com a expansão dessa tecnologia traz inúmeros benefícios faz-se necessário agora é que seja divulgado para que todos possam ter acesso a informação e também acesso ao serviço, o que contribuirá para a qualidade de vida de cada criança com PTC e ao aprofundamento dos novos estudos.

Portanto com o incentivo a essa tecnologia pode-se vislumbrar uma ODB com qualidade eficiente e viável.

## REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, A. C.; MENDES, B. L. C.; SADA, I. R.; RAMOS, E. G.; FONSECA, V. M.; PEIXOTO, M. V. M. Uso de instrumento de acompanhamento do crescimento e desenvolvimento da criança no Brasil: revisão sistemática de literatura. **Rev. Paul. Pediatr.** n.1. v. 34. p. 122-131. 2016.
- ALMEIDA, G. P. L.; KARLA, WANESSA CORDEIRO K. W.; CARNEIRO, K. K. A.; DE SÁ, F. E. Influência da fisioterapia no desenvolvimento neuropsicomotor com hidrocefalia: relato de caso. **Revista Brasileira em Promoção da Saúde**, v. 22, n. 3, p. 199-205. 2009.
- ALMEIDA, F. A. Desenvolvimento da criança. In: Farah O, G. D; SÁ A. C. organizadores. **Psicologia aplicada à enfermagem**. São Paulo: Manole; 2008.
- ANATOMIA EM FOCO. **Músculos da perna, coxa e pé, anterior, lateral e posterior**. Disponível em: <https://www.anatomiaemfoco.com.br/sistema-muscular/musculos-da-perna-coxa-e-pe/>. Acesso em: 24 jul. 2019.
- ARONSON, J.; PUSKARICH, C. L. Deformity and disability from treated clubfoot. **J. Pediatr. Orthop.**, jan-fev, 1990.
- ASSOCIAÇÃO PRIMEIRO PASSO. **O Pé Torto Negligenciado (Não tratado)**. Disponível em: <https://associacaoprimeiropasso.wordpress.com/2015/07/21/o-pe-torto-negligenciado-nao-tratado/>. Acesso em: 14 jul. 2019.
- AYDIN, L.; KUCUK, S. A method for more accurate FEA results on a medical device developed by 3D technologies. **Polym. Adv. Technol.**, v. 29, n. 8, p. 2281-2286, 2018.
- BALISTA, V. G. PhysioJoy: sistema de realidade virtual para avaliação e reabilitação de déficit de motor. In: 12., SBGames, 16-18 out., São Paulo, 2013. **Proceedings [...]**. SBC, São Paulo, 2013.
- BASSANI D. **Entenda o Pé Torto Congênito e como a Fisioterapia pode ajudar**. Publicado em 02 de Janeiro de 2017.
- BOUCHER O, SIMARD MN, MUCKLE G, ROUGET F, KADHEL P, BATAILLE H, CHAJÈS V, DALLAIRE R, MONFORT C, THOMÉ JP, MULTIGNER L, CORDIER S. **Exposure to an organochlorine pesticide (chlordecone) and development of 18-month-old infants**. *Neurotoxicology*. v. 35. p.162-168.2013.
- BRAGA, T. M. S.; OLIVEIRA, J. P. O. **Desenvolvimento Infantil: perspectiva de atuação em educação e saúde**. Marília: Fundepe, 2009.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Confecção e manutenção de órteses, próteses e meios auxiliares de locomoção**: confecção e manutenção de próteses de membros inferiores, órteses suropodálicas e adequação postural em cadeira de rodas. 224 f. Brasília: Ministério da Saúde, Secretaria de Gestão do Trabalho e da Educação na Saúde, 2013.

BRASIL. **Diretrizes de Atenção à Pessoa com Paralisia Cerebral. 80 f. Brasília**: Ministério da Saúde Ministério da Saúde. Secretaria de Atenção à Saúde. Departamento de Ações Programáticas Estratégicas, 2013.

BRAZ, RG, GOES FPDC, CARVALHO GA. **Confiabilidade e validade de medidas angulares por meio do software para avaliação postural**. In: Fisioter. Mov. 2008.

BRENDLER, C. **Método para Levantamento de Parâmetros Antropométricos Utilizando um Digitalizador 3D de Baixo Custo**. Dissertação – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 151 p. 2013.

BRENNEMAN, SK. **Testes de desenvolvimento do bebê e da criança**. In: Tecklin JS. Fisioterapia Pediátrica. 3 rd ed. Porto Alegre: Artmed. v. 10. p. 42-48. 2002.

BRÊTAS, JRS; SILVA MGB; SILVA CV. **A aplicação do teste de triagem do desenvolvimento de Denver pelo enfermeiro pediatra: relato de caso**. Acta Paul.

BRUNELLO MI, JURDI A., ANGELI, A, CARVALHO C, KOU V. **A criação de um espaço para existência: o espaço lúdico terapêutico**. Revista de terapia ocupacional da Universidade de São Paulo. São Paulo, v.17, n.1, p.4-9, 2006.

BRUXEL Y. **Sistema para análise de impacto na marcha humana**. Monografia (Graduação) - Universidade do Rio Grande do Sul, 2010.

CAHUZAC JP; BAUNIN C; ESTIVALEZES E LS; SALES de GAUZY J; HOBATHO MC. **Assessment of hindfoot deformity by three-dimensional MRI in infant clubfoot**. J Bone

CAI Y, WALKER Z. VR. **Simulations and Serious Games for Education**. Springer. 2018.

CARVALHO RMF; MAZZER N, BARBIERI C H. **Análise da confiabilidade e reprodutibilidade da goniometria em relação à fotogrametria na mão**. In: Acta Ortop Bras. n. 3. v. 20. p. 49-139. 2012.

CÉSAR E. P. et al. **Confiabilidade intra-avaliador da medida de amplitude de movimento da flexão e extensão do joelho pelo método de fotogrametria**. In: Fisioter Pesq. 2012.

CHA YH, LEE KH, RYU HJ, JOO IW, SEO A, KIM DH, et al. **Ankle-foot orthosis made by 3D printing technique and automated design software**. Appl Bionics Biomech. 2017. CHEN RK, JIN Y-A, WENSMAN J, SHIH A. Additive manufacturing of custom orthoses and prostheses—a review. Addit Manuf. 2016.

CHEN W1, PU F, YANG Y, YAO J, WANG L, LIU H, FAN Y. **Correcting Congenital Talipes Equinovarus in Children Using Three Different Corrective Methods: A Consort Study.”**

CHOI H, PETERS KM, MACCONNELL MB, LY KK, ECKERT ES, STEELE KM. Impact of ankle foot orthosis stiffness on Achilles tendon and gastrocnemius function during unimpaired gait. *J Biomech.* 2017.

CHUEIRE AJFG, CARVALHO F G, KOBAYASHI OY, CARRENHO L. **Tratamento do pé torto congênito pelo método de Ponseti.** *Rev bras ortop.* v.51. n. 3. p. 313–318. 2016.

COELHO ZAC; FERNANDES MN; DA SILVEIRA I F; AFONSO DA SILVA FM; COSTA FC; CARDOSO MF; MAGALHAES LDC. **O que os pais de recém-nascidos de alto risco conhecem sobre o desenvolvimento infantil.** *Revista Brasileira de Educação Especial, São Paulo,* v. 7, n. 38, p. 32-38. 1998.

COOPER DM, DIETZ FR. **Treatment of Idiopathic Clubfoot. A thirty-year follow-up.** *J Bone Joint Surg Am.* 1995; 77:1477–1489.

Correcting congenital talipes equinovarus in children using three different corrective methods: A consort study

COSTA, P H L. **Desafios biomecânicos no desenvolvimento do andar infantil. Arquivos em Movimento.** UFRJ, Rio de Janeiro, v. 4, n. 1, jan. /jun. 2008.

CREYLMAN V, MURARU L, PALLARI J, VERTOMMEN H, PEERAER L. **Gait assessment during the initial fitting of customized selective laser sintering ankle foot orthoses in subjects with drop foot.** *Prosthetics Orthot Int.* 37:132–8. 2013.

CROSSETI MGO. **Revisão integrativa de pesquisa na enfermagem o rigor científico que lhe é exigido** [editorial]. *Rev Gaúcha Enferm.* 2012; 33(2):8-9. 12.

CUMMINGS RJ, DAVIDSON RS, ARMSTRONG PF, LEHMAN WB. **Congenital clubfoot.** *J Bone Joint Surg Am.* v.2. n. 84. p. 290-308. 2002.

CURY L A MONTEIRO M I DC, SAMPAIO FR, YUKARI SEO G. **Análise da eficácia do tratamento pelo o método de Ponseti no pé torto congênito idiopático.** *Revista da Faculdade de Ciências Médicas de Sorocaba. [S.1],* v. 17, n. 1, p. 33 – 36, mar. 2015.

DARRAH J, HICKMAN R, O'DONNELL M, VOGTLE L, WIART L. **AACPDM Methodology to develop systematic reviews of treatment interventions** (Revision 1.2) 2008 Version.

DE FREITAS S, LIAROKAPIS F. **Serious games: a new paradigm for education?** *London: Springer.* p. 9-23. 2011.

DECKERS JP, VERMANDEL M, GELDHOFF J, VASILIAUSKAITE E, FORWARD M, PLASSCHAERT F. **Development and clinical evaluation of laser-sintered ankle footorthoses**. *PlastRubberCompos*. 2018.

DEGUIRMENDJIAN SC et col. **Serious Game desenvolvidos na Saúde: Revisão Integrativa da Literatura Serious Game**. *J. Health Inform*. Julho-Setembro; 8(3):110-16.2016

DESAI L, OPRESCU F, DIMEO A, MORCUENDE JA. **Bracing in the treatment of children with clubfoot: past, present, and future**. *The Iowa Orthopaedic Journal*. v.3. p.15-23. 2010.

DIMEGLIO A, BENSACHEL H, SOUCHET P, MAZEAU P, BONNET F. **Classification of clubfoot**. *J Pediatr Orthop B*. v. 4. n. 2. p. 36 - 129. 1995.

DOBBS MB, GORDON JE, WALTON T, SCHOENECKER PL. **Bleeding complications following percutaneous tendo achilles tenotomy in the treatment of clubfoot deformity**. *J Pediatr Orthop*. v. 24, n. 4, p. 7- 353. 2004.

DOBBS MB, NUNLEY R, SCHOENECKER PL. **Long term follow-up of patients with clubfeet treated with extensive soft-tissue release**. *J Bone Joint Surg Am*. 2006;

DOBBS MB; GURNETT CA. **Update on clubfoot: etiology and treatment**. *ClinOrthopRelat Res*. n. 5 v. 467 .53 - 1146. 2009.

DÖHNERT, M.B.; TOMASI, E. **Validade da fotogrametria computadorizada na detecção de escoliose idiopática adolescente**. In: *RevBrasFisioter*, São Carlos, v. 12, n. 4, p. 290-7, jul./ago. 2008

EGGBEER D, BIBB R, EVANS P, JI L. **Evaluation of direct and indirect additive manufacture of maxillofacial prostheses**. *Proc Inst Mech Eng H*. 2012.

ELUMALAI V, TV G. **Study and development of anexternal aid for treating congenital talipes equinovarus (CTEV)**. *International Journal of Engineering and Technology*. v.8, p. 1981-1989. 2016.

ERIKA ONEDERERA. **Como o bebê aprende a andar?** *Revista Saúde é Vital*. Publicada em fevereiro de 2018.

FAUSTINI, M., NETUNO RR, CRAWFORD RH, STANHOPE SJ et al. **Manufacture of Passive Dynamic Ankle-Foot Orthoses Using Selective Laser Sintering**. *Biomedical Engineering, IEEE Transactions on* v. 55, nº 2, p. 784-790, 2008.

FEIGELMAN, S. **A criança pré-escolar**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2009.

FERREIRA LFA, NOGUEIRA MP, PEREIRA JCR, DUARTE PS. **Comparison of hospital costs and duration of treatment with two different clubfoot protocols**. *The Iowa Orthop. J*. V.31, p. 49 – 55, 2011.

FERREIRA, DRMJ. **Análise cinemática do andar de crianças com o pé torto congênito pelo o método francês adaptado.** Dissertação (Mestrado em Atividade Física, Saúde e Lazer) – Escola de Artes, ciências e humanidades. Universidade de São Paulo, São Paulo. 2018.

FERREIRA, DRMJ. **Análise cinemática do andar de crianças com o pé torto congênito pelo o método francês adaptado.** Dissertação (Mestrado em Atividade Física, Saúde e Lazer) – Escola de Artes, ciências e humanidades. Universidade de São Paulo, São Paulo. 2018.

FIKAR P, SCHÖNAUER C, KAUFMANN H. The Sorcerer's Apprentice: **A serious game aiding rehabilitation in the context of Subacromial Impingement Syndrome.** *Proceedings of the ICTs for improving Patients Rehabilitation Research Techniques.* p. 327–330, 2013.

FIOCRUZ/ EPSJV/ Observatório Juventude, Ciência e Tecnologia, **Engenharia Biomédica.** 2014.

FIORIN MR, MARCHI ACB, COLUSSI EL, RIEDER R, TROMBETTA M. **Motion rehab: um jogo sério para idosos com sequelas de Acidente Vascular Encefálico.** 2014 [citado 2016 Mar 24]; 116 J. Health Inform. 2016 julho-setembro; 8(3):110-16

FLYNN JM, DONOHOE M, MACKENZIE WG. **An independent assessment of two clubfoot-classification systems.** *J Pediatr Orthop.* n. 3 v.18. p. 7- 323. 1998.

FUJISAWA DS, MANZINI EJ. **Formação acadêmica do fisioterapeuta: a utilização das atividades lúdicas nos atendimentos de crianças.** *Revista brasileira de educação especial, Marília,* vol.23 n.4, 2007.

GÉMUS M; PALISANO R; RUSSELL D; ROSENBAUM P; WALTER SD; GALUPPI B; LANE M. **Using the gross motor function measure to evaluate motor development in children with Down syndrome.** *Phys Occup Ther Pediatric.* v. 2-3. n.21. p. 69-79. 2001

GIL, A.C. **Métodos e técnicas de pesquisa social.** 5. ed. São Paulo: Atlas, 2007.

GRAUDIN F. **As Fases do Desenvolvimento Infantil.** *Revista Educar.* Publicada em 2016.

GUERRA NETO CLB; NAGEM DAP; HÉKIS HR; COUTINHO KD; VALENTIM RAM. **Tecnologia 3D na saúde – uma visão sobre órteses, próteses, tecnologias assistivas e modelagem 3D.** SEDIS. UFRN. 2018.

HERRING, JB. **Congenital Talipes Equinovarus.** In: Tachdjian MO. *Tachdjian: Pediatric orthopaedics.* Philadelphia: W.B. Saunders Company. p. 922-59. 2001.

HOCINE, N. et al. **Techniques d'adaptation dans les jeux ludiques et sérieux.** *Revue d'Intelligence Artificielle.* v. 25, n. 2, p. 253-280, 2011.

HOLTKAMP FC, WOUTERS EJM, VAN HOOFF J, VAN ZAALEN Y, VERKERK MJ. **Use of and satisfaction with ankle foot orthoses.** Clin Res Foot Ankle. 2015.

HUANG SH, LIU P, MOKASDAR A, HOU L. **Additive manufacturing and its societal impact: a literature review.** Int J Adv Manuf Technol. n. 203 – 1191. 2013.

IBGE. 180 p. 2014. Acompanha 1 CD-ROM. Disponível em: Acesso em: nov. 2016.

IPPOLITO E, FARSETTI P, CATERINI R, TUDISCO C. **Long-term comparative results in patients with congenital clubfoot treated with two different protocols.** J Bone Joint Surg Am. v.85. n.7. p. 94 - 1286. 2003..

ISSLER H, LEONE C, MARCONDES E. **Aplicabilidade fisioterapêutica no pé torto congênito equino-varo em crianças de 0 a 3 anos.** 2007.

JAIN ML, DHANDE S, .VYAS NS. **Virtual modeling of an ankle foot orthosis for correction of foot abnormality.** Journals & Books .v. 27. P. 257 – 260. 2011.

JAQUETO PA, MARTINS JS, MENNUCCI FC, BITTAR CK, ZABEUR LA. **Resultados funcionais e clínicos alcançados em pacientes com pé torto congênito tratados pela técnica de Ponseti.** Revista brasileira de ortopedia da Universidade Católica de Campinas. v.51, n.6, p. 657–661, 2016.

JEEVANA R; ELUMALAI V; KIRUBHA A. **3dimensional modeling of an ankle foot orthosis for clubfoot deformity.** International Journal of Biomedical Research. 2011.

JUNIOR V D S, MONTEIRO C B M, NAKAMURA R, YOJO L S, ARAÚJO L V, NUNES F L S. **MoVer: Serious Game aplicado à reabilitação motora usando sensor de movimento Kinect.** XXXIII Congresso da Sociedade Brasileira da Computação, Maceió, 2013.

JUVENAL EAO. **Metodologia Inovadora para a produção de órteses tornozelo e pé por meio da manufatura aditiva.** Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do ABC. Santo André. 2018.

KAPANDJI I A. **Fisiologia Articular - Membro Inferior.** v. 2. Ed. Manole. 1980.

KOSTER R. **Theory of Fun for Game Design.** Paraglyph. Press. Scottsdale, Arizona – USA. 2004.

LANA MRV, MACEDO JRFF, SOUSA FC. **Atualizações Na Prática Fisioterápica – Temas Contemporâneos nas Diversas Áreas de Atuação Belo Horizonte.** 2016.

LARA LCR, MONTESI NETO JC, PRADO FR, ADONAI P B. **Tratamento do pé torto congênito idiopático pelo método de Ponseti: 10 anos de experiência.** rev bras ortop. n. 4. v. 48. p. 362-367. 2013.

LEVINE DM, BERENSON ML, STEPHAN D. **Estatística: Teoria e Aplicações usando Microsoft Excel em Português**. Rio de Janeiro: LTC, 2000.

LEVINE, J. **Estatística Aplicada a Ciências Humanas**. 2a. Ed. São Paulo: Editora Harbra Ltda. 1987.

LOCHMILLER C, JOHNSTON D, SCOTT A, RISMAN M, HECHT JT. **Genetic epidemiology** study of idiopathic talipes equinovarus. Am J Med Genet. n. 2. v. 79. p. 6 – 90. 1998.

MA M, OIKONOMOU A, JAIN L C. **Serious games and edutainment applications**. Berlin: Springer, Uk: Springer Science & Business Media, p. 520, 2011.

MAC DONALD J, BURNS YR. **Fisioterapia das Malformações Osteomusculares em Recém-Nascidos e Lactentes. Fisioterapia Crescimento e Infância**. São Paulo. Santos. p. 274 – 278. 1999..

MACHADO LS; MORAES RM; NUNES FLS. **Serious Games para Saúde e Treinamento Imersivo**. Acessado em: 25/04/2013.

MACHADO, L. S., MORAES, R. M., NUNES, F. L. S., COSTA, R. M. E. M., 2011. **Serious Game Baseados em Realidade Virtual para Educação Médica**. Revista Brasileira de Educação Médica. n.35. p. 254 – 262. 2009.

MARANHO D A C, VOLPON, J B. **Pé torto congênito**. Acta ortop. Bras., São Paulo, v. 19, n. 3, p. 163-169, 2011.

MATTHEWBROOKS. **Squatting versus sitting**. Publicada em Maio de 2017.

MAUREEN TINGLEY M, WILSON C. BIDEN E N, KNIGHT WRC. **An Index To Quantify Normality of Gait In Young Children**. Gait & Posture J.v.162, p. 149 – 58. 2002.

MAVROIDIS, C. et al. **Patient specific ankle-foot orthoses using rapid prototyping**. Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation, v. 8, nº 1, p. 1-1, 2011.

MENDES KDS, SILVEIRA RCCP, GALVÃO CM. **Revisão integrativa: método de pesquisa para a incorporação de evidências na saúde e na enfermagem**. Texto Contexto Enferm;17(4):758-64. 2008.

MERLLOTTI M E R, BRAGA S R, SANTILI C. **Pé Torto Congênito**. Revista Brasileira de Ortopedia. v. 41, n 5, p.137-143. 2006.

MIBIELLI MAN et col. **Pé torto congênito tratamento pelo método de Ponseti na literatura brasileira nos últimos 10 anos**. Anais da XXVIII Jornada do Internato de Medicina, 2016.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. **Diretrizes de estimulação precoce crianças de zero a 3 anos com atraso no desenvolvimento neuropsicomotor**. Secretaria de Atenção à Saúde. Brasília. DF. 2016.

MIYAZAWA H., **Prog. Theo. Phys.** p.36 -1266. 1966.

MOHER D, LIBERATI A, TETZLAFF J, ALTMAN DG, PRISMA Group. **Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: the PRISMA statement.** **BMJ.** 2009.

MONTEIRO AC, LAREDO FILHO JL, S H. **Tratamento cirúrgico do pé torto congênito equinovaro recidivado ou inveterado pela associação das técnicas de Codivilla e Lichtblau.** *Rev Bras Ortop.* v. 4 n. 28. 1993.

MONTEIRO CARLOS. **Paralisia Cerebral: Teoria e Prática,** pdf. 484p. (2015).

MORCUENDE JA, DOBBS MB, FRICK SL. **Results of the Ponseti method in patients with clubfoot associated with arthrogyposis.** *Iowa Orthop J.* v. 28, p. 6 - 22. 2008.

MORCUENDE JA, DOLAN LA, DIETZ FR, PONSETI IV. **Radical reduction in the rate of extensive corrective surgery for clubfoot using the Ponseti method** *Pediatrics.* v. 13. n. 2. p. 80 -376. 2004.

MOSCA V. **The Foot.** In Morrissy RT. Weinstein SL. Editors Lovell and Winter's *Pediatric Orthopaedics.* Philadelphia: Lippincott Williams and Wilkins; 2001.p 1151-1161.

MUNHOZ R et al. **A digital approach for design and fabrication by rapid prototyping of orthosis for developmental dysplasia of the hip.** *Research on Biomedical Engineering.* v. 32. n.1. p. 63 – 73. 2016

MUNHOZ R; MORAES C; TANAKA H; KUNKEL ME. **Modelamento tridimensional de órtese para displasia do desenvolvimento do quadril por fotogrametria.** XXIV Congresso brasileiro de Engenharia Biomédica. CEEB. 2014. Uberlândia.2014.

MUNHOZ R; MORAES CADC; TANAKA H; KUNKEL ME. **Metodologia alternativa para uso de gesso na produção de órtese infantil para displasia de quadril a partir de fotogrametria e prototipagem rápida.** 1 Congresso Acadêmico da UNIFESP. São Paulo. 2015.

NOGUEIRA MP, EY BATLLE AM, ALVES CG. **Is it possible to treat recurrent clubfoot with the Ponseti technique after posteromedial release? A preliminary study.** *Clin Orthop Relat Res.* v. 467. n. 5, p. 305 - 1298. 21.2009.

NOGUEIRA MP, PEREIRA JCR, DUARTE PS, LOURENÇO A, TEDESCO AP, FERREIRA LA et al. **Ponseti Brasil: a national program to eradicate neglected clubfoot – preliminary results.** *The Iowa Orthop J.* v.31, p.43-8. 2011.

NOGUEIRA MP. **Difusão do Método Ponseti para tratamento do pé torto no Brasil: o caminho para a adoção de uma tecnologia.** 2011. Tese (Doutorado em

Epidemiologia) – Faculdade de Saúde Pública, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2011

OCEBM **Levels of Evidence Working Group\***. The Oxford 2011 Levels of Evidence. Oxford Centre for Evidence - Based Medicine. 2011.

OLIVEIRA J P, BRAGA T M S. **Participação de familiares em práticas educativas de equipes multidisciplinares**. Revista de Extensão e Pesquisa em Educação e Saúde, n. 2, p. 95-103. 2004.

OLIVEIRA J P, FORMIGA C K M R, SANTIAGO AM. **Proposta interdisciplinar de estimulação do desenvolvimento infantil voltada para familiares de crianças atendidas em um setor neuropediátrico**. Coletânea de Comunicações Científicas da VIII Jornada de Fonoaudiologia da Unesp de Marília. Marília: Fundepe, 1. ed, p. 238- 247. 2002.

PAIVA ACO; DAMASCENO JUNIOR AS; MARTINS ABM; DE FERREITAS KKL; COUTINHO KD; PINTO NAGEM DA; GUERRA NETO CLB; HÉKIS HR; VALENTIM RAM. **Tecnologias assistivas aplicadas à tecnologia 3D na saúde**.

PAIVA L M, OLIVEIRA, K M A DE, SOUTO D R DE M, MACEDO NETO, S L DE, KIRCOV, N J B, FREITAS A. **Tenotomia do glúteo máximo em artroplastia total do quadril como prevenção de lesão do nervo ciático**. Rev. bras. ortop. São Paulo, v. 54, n. 2, p. 206-209, abr. 2019

PAIVA TFA; BARBOSA AKVT; LIRA ERB. **Principais abordagens fisioterapêuticas no pé equinovaro congênito-uma revisão de literatura**. Revista de trabalhos acadêmicos-universo recife, v. 4, n. 2, 2017.

PALISANO RJ, ROSENBAUM P, BARTLETT D, LIVINGSTON MH. **Content validity of the expanded and revised Gross Motor Function Classification System**. Dev Med Child Neurol.v.10. n.50. p. 50 - 744. 2008.

PALISANO RJ, ROSENBAUM PL, WALTER S, RUSSELL D, WOOD E, GALLUPI, B. **Development and reliability of a system to classify gross motor function in children with cerebral palsy**, 1997. Dev Med Child Neurol.n.39, p. 214-233. 1997.

PALMIPÉ. Órtese Dennis Brown. Acessada em julho de 2018.

PATERSON AM, BIBB R, CAMPBELL RI, BINGHAM G. **Comparing additive manufacturing technologies for customised wrist splints**. Rapid Prototyp J. 2015.

PEDIASTAFF. **Child development: Early walker or late walker of little consequence**. ScienceDaily. 28 March 2013.

PEDLINE. **Pé Torto Congênito**. Publicado em abril de 2016.

PHILLIPS M, RADFORD K, WILLS A. **Ankle foot orthoses for people with Charcot Marie tooth disease-views of users and orthotists on important aspects of use.** Disabil Rehabil Assist Technol. 2011.

PINTO A, MEIJA D P. **Eficácia dos exercícios para controle neuromuscular no processo de reabilitação de atletas jovens.** 2010.

PIPER MC, PINNELL LE, DARRAH J, MAGUIRE T, BYRNE PJ. **Construction and validation of the Alberta Infant Motor Scale (AIMS).** Can J Public Health, 1992;

PIRANI S, NADDUMBA E. **Ponseti clubfoot management: teaching manual for health-care providers in Uganda.** Global-HELP Organization; 2008.

PIRANI S, ZEZNIK L, HODGES D. **Magnetic resonance imaging study of the congenital clubfoot treated with the Ponseti method.** J Pediatr Orthop. v. 21. n.6. p. 719– 733. 2001.

PITETTI K, YARMER D. **Lower body strength of children and adolescents with and without mental retardation: A comparison.** A.P.A.Q. v. 19. n. 1. p. 68-81. 2002.

PONSETI I, MORCUENDE JA, PIRANI S, DIETZ F, MOSCA V, HERZENBERG J. **Pé torto: tratamento pelo Método de Ponseti.** Global-HELP: Global-HELP; 2005.

PONSETI IV, SMOLEY. **Congenital clubfoot: the results of treatment.** J Bone Joint Surg Am. v. 45. n.2. p. 261–344. 1963.

PONSETI IV, ZHIVKOV M, DAVIS N, SINCLAIR M, DOBBS MB, MORCUENDE JA. **Treatment of the complex idiopathic clubfoot.** Clin Orthop Relat Res. n.451. p. 6 - 171. 2006.

PONSETI IV. **Congenital clubfoot: fundamentals of treatment.** Oxford: Oxford University Press; 1996.

PONSETI IV. **Treatment of congenital clubfoot.** J Bone Joint Surg Am. 74(3):448–54. 1992

PONSETI I, V. **Clubfoot management.** Journal of Orthopaedics. V.20, n.6, p. 699 – 700. 2000.

PORTO F *et al.* **Construção e Calibração de um Acelerômetro Triaxial de -Baixo Custo para Análise Biomecânica do Movimento Humano.** XXVII Simpósio Internacional de Ciências do Esporte, p. 250, 2004.

PRETTO LM, FASSBINDER TRC, LLANO DC, BONAMIGO ECB, WINKELMANN ER. **Formas De Estimulação Motora Para Aquisição E Execução Da Marcha Em Crianças.** Revista Conceito e Saúde. Revista Contexto & Saúde, Ijuí.v. 8, n. 16, 2009.

RAMDHARRY GM, POLLARD AJ, MARSDEN JF, REILLY MM. **Comparing gait performance of people with Charcot-Marie-tooth disease who do and do not wear ankle foot orthoses.** Physiother Res Int. 2012.

RAYES ABR. **Pilates para os pés. Quais exercícios para fortalecer?** Publicado em 2017.

RENSTRÖM PAFH; LYNCH AS. **Lesões ligamentares no joelho.** Rev.Bras. Med.Esporte. vol. 5.n. 1. jan./ fev. 1999.

RESENDE, G P. **Equipamento de Biofeedback para Tratamento Fisioterápico em Pacientes Portadores de Pé Equino.** Dissertação de Mestrado - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Biomédica, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2014.

REZENDE AR, BETELI VC, SANTOS JLF. **Avaliação de habilidades de linguagem e pessoal-sociais pelo Teste de Denver II em instituições de educação infantil.** Acta Paul Enferm. n.1. v.18 p.56-63.2005.

REZENDE, A *et al.* **Análise dos efeitos da estimulação elétrica funcional e cinesioterapia na marcha de pacientes.** II Seminário de Fisioterapia da Uniamérica: Iniciação Científica, Foz do Iguaçu. PR. 2008.

REZENDE, F.B. et.al. **Efetividade da estimulação elétrica funcional no membro superior de hemiparéticos crônicos.** Revista Neurociências, v.17, n.1, p.72-78, 2009.

RIZZI JUNIOR CB. **Pé torto Congênito.** Publicado em fevereiro de 2018.

ROBBINS, Shawn M. et al. **The therapeutic effect of functional and transcutaneous electric stimulation on improving gait speed in stroke patients: a meta-analysis.** Archives of physical medicine and rehabilitation, v. 87, n. 6, p. 853-859, 2006.

ROBINSON, Andrew J. MACKLER, Lynn Snyder. **Eletrofisiologia Clínica: eletroterapia e teste eletrofisiológico.** 2ª ed. Porto Alegre: Artmed, 2001.

RODRIGUES MN, LIMA SR. **Atividades Motoras Aquáticas na coordenação de adolescentes com deficiência intelectual.** Ver. Bras. Cient. Esporte. V. 36. P. 369 – 381. 2014.

ROMERO, V M et al. **Análise das variáveis de distância da marcha de pacientes com acidente vascular encefálico.** Consciência e Saúde, v. 7, n. 3, p. 329-334, 2008.

ROSENBAUM P, RUSSELL D, CADMAN D, GOWLAND C, JARVIS S, HARDY S. **Issues in measuring change in motor function in children with cerebral palsy: A special communication.** Phys Ther. v. 2 n.70. p.31 - 125 1990

RUCK-GIBIS J, PLOTKIN H, HANLEY J, WOOD-DAUPHINE S. **Reliability of the gross motor function measure for children with osteogenesis imperfecta.** Phys Canada. v. 1. n. 53 p. S16. 2001.

RUSSELL DJ, PALISANO R, WALTER S, ROSENBAUM P, GEMUS M, GOWLAND C, et al. **Evaluating motor function in children with Down syndrome: validity of the GMFM.** Dev Med Child Neurol.v.10. n. 40. p. 693-701. 1998

SANTOS CA; SOUZA-JUNIOR V D, LANZA F F; LACERDA AJ, JORGE BM, MENDES IA, **Jogos sérios em ambiente virtual para ensino-aprendizagem na saúde.** Rev Rene. Set-out; 18(5):702-9.2017.

SANTOS E C, RAMOS AS, SOUSA EA. **Atendimento pediátrico humanizado, reação da criança e satisfação dos pais no serviço público e privado de fisioterapia respiratória.** Estação Científica (UniFap), Macapá, v.1, n.2, p.69-84, 2011.

SANTOS, N. A., ARTIOLI, B. O., GOIANO, E., GONÇALVES, M., & KUNKEL, M. E. **A Parametrization Approach for 3D Modeling of an Innovative Abduction Brace for Treatment of Developmental Hip Dysplasia.** In World Congress on Medical Physics and Biomedical Engineering. p. 227-231. 2018.

SANTIN RAL, HUNGRIA FILHO JS. **Pé torto congênito.** Rev Bras Ortop.; n. 7, v. 39: p. 44 -137. 2004.

SCHEFFERS G, HILLER C, REFSHAUGE K, BURNS J. **Prescription of foot and ankle orthoses for children with Charcot–Marie–tooth disease: a review of the evidence.** Phys Ther Rev. 2012.

SCHRANK E, STANHOPE S. **Dimensional accuracy of ankle-foot orthoses constructed by rapid customization and manufacturing framework.** J Rehabil Res Dev.; 2011.

SCHRANK ES, HITCH L, WALLACE K, MOORE R, STANHOPE SJ. **Assessment of a virtual functional prototyping process for the rapid manufacture of passivedynamic ankle-foot orthoses.** J Biomech Eng.; 2013.

SCHUNEMANN H, BROZEK J, GUYATT G, OXMAN A, editors. **GRADE handbook for grading quality of evidence and strength of recommendations. Updated October 2013.** The GRADE working Group, 2013

SECRETARIA MUNICIPAL DE SAÚDE. **Diretrizes para a organização das ações de reabilitação da rede de cuidados à pessoa com deficiência.** Prefeitura da cidade de São Paulo. 2016.

SÉRGIO FFF, PAULYNE M J. **Uso de jogos sérios para auxiliar na reabilitação motora de pacientes com espondilite anquilosante.** 2015. TCC (graduação em engenharia de software) - Universidade Federal do Ceará, Campus Quixadá, Quixadá, 2015.

SHERPHERD RB. **Malformações Congênicas**. In: Fisioterapia em Pediatria. São Paulo. Santos. 3d. p 207 – 207. 1995.

SILVA AT D, GUIMARÃES CLM. **Pediatria** Impip. Recife: Guanabara Koogansa s.a, v.1. p. 5. 2004.

SILVA RR, IWABE-MARCHESE C. **Uso da realidade virtual na reabilitação motora de uma criança com paralisia cerebral atáxica: estudo de caso**. *Fisioterapia e pesquisa*, São Paulo, v.22, n.1, p.97-102, 2015.

SODRE, H. **Pé torto equinovaro congênito**. In: BRUCHINNI, BS. Ortopedia Pediatrica 2 ed. São Paulo. Atheneu. p. 124 -136. 2002.

SONG HR; CARROLI NC; NEYT, J; CARTER JM, HAN, J; D'AMATO, CR. **Clubfoot analysis with three-dimensional foot models**. *J PediatrOrthop B*. n. 1. v.3. p.5–11. 3. 1999.

SOUZA JUNIOR EA, BAUMFELD TS, SIMÕES GFS, GOMES DCFF, NUNES SV, CAMPOS TVO, DE ANDRADE MAP. **Pé torto congênito: Considerações dos pais sobre a doença e seu tratamento**. N. 28 e- 1956.2018.

STAHALI L, PONSETI I; et al. **Pé Torto: Tratamento pelo Método de Ponseti**. Global-HELP. Pdf. Acesso 2019.

STEWART SF. **Club-foot: its incidence, cause, and treatment; an anatomical-physiological study**. *J Bone Joint Surg Am*. n. 3. v. 33. p. 90 - 577. 1951.

SURESH GA – NARAYANA KL. **Review on Fabricating Procedures in Rapid Procedures in Rapid Prototyping**. *J Igi Global*. v.9. (31)2017.

SUSI T, JOHANANNESSON M, BACKLUND P. **Serious games: An overview**. 2007.

TAO K, WANG D, WANG C, WANG X, LIU A, NESTER CJ, HOWARD D. **An In Vivo Experimental Validation of a Computational Model of Human Foot**. *Journal of Bionic Engineering*. 6(4):387–39.2009

TAVARES M T D S, MOITA F M G S C e SILVA E M, SOUZA, R P. **Jogos Eletrônicos: Construindo Novas Trilhas**. Campina Grande: EDUEP. 2007.

TELFER S, PALLARI J, MUNGUIA J, DALGARNO K, MCGEOUGH M, WOODBURN J. **Embracing additive manufacture: implications for foot and ankle orthosis design**. *BMC Musculoskelet Disord*. 2012.

TELFER S, WOODBURN J. **The use of 3D surface scanning for the measurement and assessment of the human foot**. *J Foot Ankle Res*. 2010; 3.

THEOLOGIS, TN *et al*. **Dinamic foot movement in children treated for congenital talipes equinovarus**. *The Journal of Bone and Joint Sugery*, v. 85, n.4, p. 572 – 57, 2003.

TINGLEY M, WILSON C, BIDEN E N, KNIGHT WRC. **An Index To Quantify Normality of Gait In Young Children**. Gait & Posture J. v.162, p.58 -149. 2002.

TOSCANI NV, SANTOS AJDS, SILVA LLM, TONIAL CTCM, WIEBBELLING AMP, CHAZAN M, MEZZARI MA. **Desenvolvimento e análise de jogo educativo para crianças visando à prevenção de doenças parasitológicas**. Interface - Comunicação, Saúde, Educação.11(22): 281-94.2007.

TOTAH D; KOVALENKO I; SAEZ, M; BARTON, K. **Manufacturing Choices for Ankle-Foot Orthoses: A Multi-objective Optimization**. Procedia. 3 rd CIRP.v.65. p.145-150.2017.

TVTEM. **Tratamento para o pé torto congênito é feito no Hospital de Base**. Publicada em junho de 2015.

VAN DER LINDEN A, VAN J W. **A serious game for interactive teaching of newtons laws**.In Proceedings of the 3rd Asia-Europe Symposium on Simulation. China. p. 165- 167. 2016.

VENTURELLA, C.B. et al. **Desenvolvimento motor de crianças entre 0 e 18 meses de idade: Diferenças entre os sexos**. Motri. Vila Real, v. 9, n. 2, p. 3-12, abr. 2013.

VIJAYARAGAVAN E - GOPAL TV. **Biomechanical Modeling of Human Foot using Finite Element Methods**. Indian Journal of Science and Technology.2016

VIJAYARAGAVAN E, GOPAL TV. **Study and development of an external aid for treating congenital talipes equinovarus (CTEV)**. International Journal of Engineering and Technology. n.8. 1981-1989. 2016.

VIJAYARAGAVAN E; GOPAL TV. **Design and Fabrication of Mechanically Controlled Pedorthosis to Treat Congenital Talipes Equino Varus (CTEV)**. Indian Journal of Science and Technology. v. 9. n. 37. 2016.

VIJAYARAGAVANA E, KURIANB LM, SULAYMAN H, GOPAL TV. **Application of Rapid Prototyping in the treatment of clubfoot in children**. Procedia. n. 97. p. 2305 - 2298. 2014.

VILELA JUNIOR GB, 2017. **Cinesiologia: Tornozelo e pé**. Revista CPAQV. Publicada em 2017.

VINCI P, GARGIULO P. **Poor compliance with ankle-foot-orthoses in CharcotMarie-tooth disease**. Eur J Phys Rehabil Med. 2008.

WALBRAN M, TURNER K, MCDAID AJ. **Customized 3D printed ankle-foot orthosis with adaptable carbon fibre composite spring joint**.Cogent Eng. 2016; 3: 1227022.

WEIGERT MC. **Método de desenvolvimento de órtese personalizada de baixo custo para a Manufatura Aditiva.** Dissertação – Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba, 2017.

WILSON C. BIDEN E N, KNIGHT WRC. **An Index To Quantify Normality of Gait In Young Children.** Gait & Posture J.v.162, p. 149 – 58. 2002.

WOJCIECHOWSKI E; CHANG AY; BALASSONE D; FORD J; CHENG TL; LITTLE D; MANOJ P; MENEZES MP; HOGAN S; BURNS J. **Feasibility of designing, manufacturing and delivering 3D printed ankle-foot orthoses: a systematic review.** Journal of Foot and Ankle Research. n.11-12. 2019.

WOOLLEY SM, CZAJA SJ, DRURY CG. **An assessment of falls in elderly men and women.** J Gerontol. 1997.

WYNNE - DAVIES R. **Family studies and a etiology of clubfoot.** J Med Genet. n.2. p. 32 -227. 1965.

ZHUHAI, **Serious aming** China. P. 165- 167. 2016.

ZOU D, HE T, DAILEY M, SMITH KE, SILVA MJ, SINACORE DR, et al. **Experimental and computational analysis of composite ankle-foot orthosis.** J Rehabil Res Dev. 2014.

## APÊNDICE A – MENSURAÇÕES BIACROMIAIS

Glaner MF (2004) aponta que dentre os equipamentos antropométricos mais comumente usados, para aferir a mensuração biacromial, são: fita métrica (usada para medir os perímetros corporais e sua escala de medida deve ser em milímetros (mm), e com 7 mm de largura) e paquímetros.

As mensurações biacromiais são medidas aferidas no momento da encomenda para a confecção das ODB e correspondem ao comprimento da barra de abdução, não foi encontrada nenhuma publicação sobre registro dessas medidas. A proposta é de armazenar esses dados para montar protocolo específico e colaborar com futuras pesquisas.

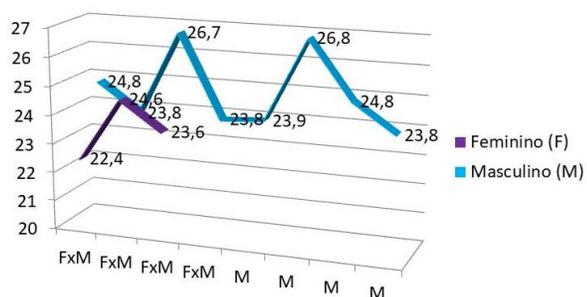
A distância biacromial é semelhante ao comprimento da haste de abdução da Ortese Dennis Brown.



Fonte: Catalogo da ODB da empresa DOBBs

### Mensurações bicromias nas 11 crianças portadoras de PTC.

Sexo (F ou M) x Mensuração Biacromial (cm/mm) das crianças.



Fonte: A autora, 2019.

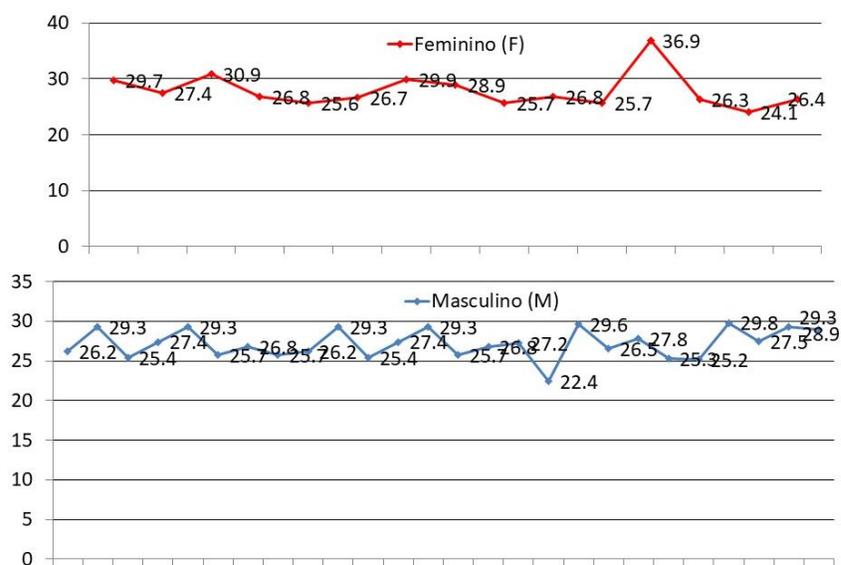
### Mensurações bicromias nas 11 crianças portadoras de PTC.

CRIANÇA	MENSURAÇÃO	IDADE
1	24,8	2a 9m
2	23,8	2a 5m
3	22,4	2a 7m
4	24,6	2a 2m
5	23,8	8m
6	26,7	1a 9m
7	23,8	1a 10m
8	23,9	2a
9	26,8	3a
10	24,8	2a 4m
11	21,2	1a 9m

Fonte: A Autora, 2019.

Mensurações Biacromiais nas 16 crianças de 2 anos da Creche Deus é Amor.

Sexo (F ou M) x Mensuração Biacromial (cm/mm) das crianças.



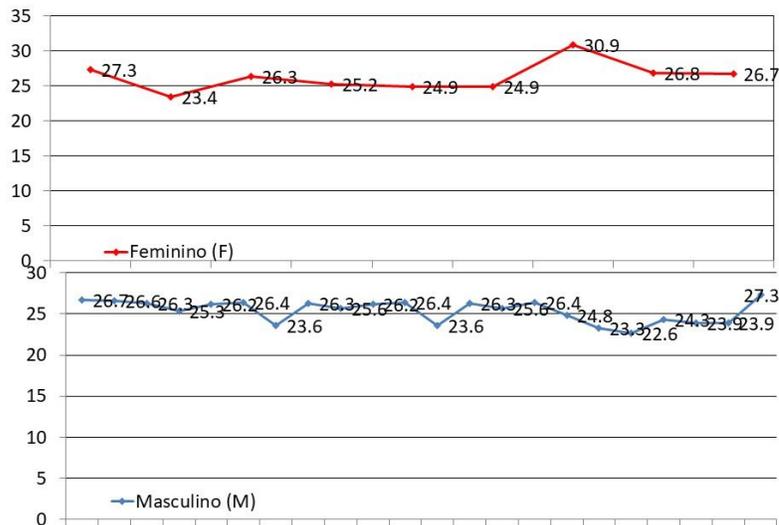
Fonte: A Autora, 2019.

## Mensurações Biacromiais nas 16 crianças de 2 anos da Creche Deus é Amor.

CRIANÇA	MEDIDAS	IDADE
12	26,7	2A
13	26,7	2A
14	26,6	2A
15	26,3	2A
16	25,7	2A
17	25,3	2A
18	26,2	2A
19	26,1	2A
20	24,9	2A
21	26,3	2A
22	25,6	2A
23	24,9	2A
24	25,2	2A
25	26,3	2A
26	26,4	2A
27	24,8	2A

Fonte: A Autora, 2019.

Mensurações biacromiais nas 20 crianças de 3 anos.  
Sexo (F ou M) x Mensuração Biacromial (cm/mm) das crianças.



Fonte: A autora, 2019.

Mensurações Biacromiais nas 20 crianças de 3 anos.

NOME	MEDIDAS	IDADE
28	26,2	3A
29	29,3	3A
30	25,4	3A
31	26,4	3A
32	24	3A
33	26,2	3A
34	26,9	3A
35	27,4	3A
36	29,3	3A
37	25,7	3A

38	26,8	3A
39	25,7	3A
40	29,9	3A
41	27,6	3A
42	26,7	3A
43	25,6	3A
44	24,5	3A
45	27,2	3A
46	29,6	3A
47	26,8	3A
48	30,9	3A
49	26,5	3A
50	27,8	3A
51	27,4	3A
52	25,3	3A

Fonte: A autora, 2019.

O que embasou esse conceito foi o estudo de Souza (2016), onde ele apontou que não se encontra registro no Brasil de medidas antropométricas confiáveis que possam representar a sua população (Couto, 1995; Ilda, 2005). Ele relatou que a construção de uma base de dados antropométricos que possa caracterizar a população brasileira é um trabalho difícil e caro, que exige mão de obra e tempo considerável. Uma base de dados antropométricos da população brasileira poderia ser usada para a realização de estudos na área de forense, tanto para identificação humana, quanto para a criação de protocolos específicos.

O mesmo autor afirmou que a antropometria consiste em realizar medidas de ossos ou partes anatômicas do corpo humano utilizando para isso, instrumentos de medições como a tábua osteométrica e o paquímetro. Dentre outros, os resultados das medidas podem ser usados para a estimativa da estatura de uma pessoa ou para a avaliação de índices da face e do crânio que podem ser úteis na estimativa da etnia (Velloso, et al., 2012).

Freire (2000) e Souza (2016) citam que o estudo de identificação humana não deve variar, obedecendo assim, aos parâmetros de imutabilidade, além de obedecer aos parâmetros biológicos da unicidade, ou seja, de ser único tomando como base esses conceitos, a antropologia forense tem estudado características como sexo, idade, etnia e estatura, relacionando-as anatomicamente com partes do corpo, que ajudam na identificação, em situações como a do encontro de partes de corpos ou ossadas não especificadas (Freire, 2000; Souza, 2016).

Kunkel et al. (2010, 2011a, 2011b) evidenciaram a possibilidade do uso de equações de regressão para a estimativa, a partir de um único parâmetro, das principais características de uma vértebra da coluna cervical, torácica e lombar, quando estudaram as correlações existentes entre os parâmetros vertebrais.

As medidas antropométricas biacromiais aferidas, ajudaram a identificar algumas características relevantes da anatomia infantil, deste modo pôde ser estimulada a abertura e composição de um banco de dados com as informações coletadas, permitindo que se façam outras pesquisas nesta área.

No futuro, espera-se que seja possível que, também a partir da criação do banco de dados das variáveis das mensurações biacromiais das crianças pernambucanas, sejam ela PTC ou sem esta manifestação congênita associada, possa contribuir com os estudos possibilitarão o desenvolvimento da haste de abdução, em manufatura aditiva, além de poder enriquecer o banco de dados antropométricos recifense, pernambucano e brasileiro.

## ANEXO A - FOLHA DE APROVAÇÃO DO PROJETO NO COMITÊ DE ÉTICA DA UFPE

### DADOS DA VERSÃO DO PROJETO DE PESQUISA

**Título da Pesquisa:** JOGOS SÉRIOS PARA AUXÍLIO NA REABILITAÇÃO DE CRIANÇAS QUE UTILIZAM AS ÓRTESES DENNIS BROWN.

**Pesquisador Responsável:** ALINE TENORIO DOMINGUES DA SILVA

Área

Temática:

**Versão:** 3

**CAAE:** 13138519.7.0000.5208

**Submetido em:** 24/07/2019

**Instituição Proponente:** CENTRO DE TECNOLOGIA E GEOCIENCIAS

**Situação da Versão do Projeto:** Aprovado

**Localização atual da Versão do Projeto:** Pesquisador Responsável

Patrocinador

Financiamento Próprio

Principal:

**ANEXO B – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO, TCLE.  
TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCL)**



(PARA RESPONSÁVEL LEGAL PELO MENOR DE 18 ANOS).

Solicitamos a sua autorização para convidar o (a) seu/sua filho (a) \_\_\_\_\_ ou menor que está sob sua responsabilidade} para participar como voluntária (o) da pesquisa intitulado **“JOGOS SÉRIOS PARA AUXÍLIO NA REABILITAÇÃO DE CRIANÇAS QUE UTILIZAM ÓRTESES DENNIS BROWN”**, que está sob a responsabilidade da pesquisadora principal Aline Tenório Domingues da Silva, com a Resolução do Conselho Nacional de Saúde (CNS/MS) 466/12 que trata da Pesquisa envolvendo Seres Humanos. No endereço residencial da pesquisadora: Rua Victor José Fernandes, 558, Bairro Novo, CEP: 53030 - 090, Olinda, telefone: 9.960-39180, e-mail: alineevc@hotmail.com.

Orientada pelo professor: Marco Aurélio Benedetti Rodrigues; telefone: 9.9650-4212, e-mail: mabrbenedetti@gmail.com e coorientadora da professora Rosa Amália Fireman, telefone: 9.793-6788, e-mail: rfiremandutra@yahoo.com.br. O presente estudo terá como comitê de ética avaliador de pesquisa da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), Avenida da Engenharia, s/n - 1º andar, CEP: 50740-600, Cidade Universitária, Recife - PE, Brasil. Telefone: (81) 2126-8588.

O/a Senhor/a será esclarecido/a sobre qualquer dúvida a respeito da participação dele/a na pesquisa. Apenas quando todos os esclarecimentos forem dados e o/a Senhor/a concordar que o/a menor faça parte do estudo, pedimos que rubrique as folhas e assine ao final deste documento, que está em duas vias.

Uma via deste termo de consentimento lhe será entregue e a outra ficará com o pesquisador responsável. O/a Senhor/a estará livre para decidir que ele/a participe ou não desta pesquisa. Caso não aceite que ele/a participe, não haverá nenhum problema, pois, desistir que seu filho/a participe é um direito seu. Caso não concorde, não haverá penalização para ele/a, bem como será possível retirar o consentimento em qualquer fase da pesquisa, também sem nenhuma penalidade.

**INFORMAÇÕES SOBRE A PESQUISA: DESCRIÇÃO DA PESQUISA:**

Sua criança está sendo convidada (o) a participar de um estudo de pesquisa onde o objetivo é retratar “**JOGOS SÉRIOS PARA AUXÍLIO NA REABILITAÇÃO DE CRIANÇAS QUE UTILIZAM ÓRTESES DENNIS BROWN**” A pesquisa será realizada no Laboratório de Interface Homem Máquina (LIHOM) do programa de Pós-Graduação em Fisioterapia da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE).

Após a assinatura deste TCLE, a criança voluntária será incluída na pesquisa e convidada a colocar os seus pés dentro de duas órteses fixas em uma superfície estável e explorar com suas mãos o tapete teclado que emite sons de oito instrumentos musicais diferentes.

Será observado o tempo que a criança interage com o referido brinquedo eletrônico nas posições agachada e de urso, e com esses dados o dispositivo de entretenimento será testado e validado. Seu (sua) filho (a) não receberá influência nem auxílio externo nenhum e só o manuseará, na presença do adulto responsável por ele (a).

A (o) menor em questão só será necessária, que a (o) mesma (o), faça uma (01) visita a AO e, neste mesmo dia será realizado a observação, a testagem e a validação do referido jogo.

A presente pesquisa trará como benefícios maior conhecimento para o processo de reabilitação das crianças que utilizam as Órteses Dennis Brown, podendo servir como base para criação de novas técnicas que venham a suprir as necessidades que essas crianças venham apresentarem.

As informações desta pesquisa serão confidenciais e serão divulgadas apenas em eventos ou publicações científicas, não havendo identificação do (a) voluntário (a), a não ser entre os responsáveis pelo estudo, sendo assegurado o sigilo sobre a participação do (a) voluntário (a). Os dados coletados nesta pesquisa (entrevista, teste e validação), ficarão armazenados em uma pasta de arquivo do computador pessoal da pesquisadora, sob a responsabilidade da pesquisadora, no endereço acima informado, pelo período de mínimo 5 anos.

O (a) senhor (a) não pagará nada para a pesquisadora, e nem a pesquisadora lhe cobrará nada para que sua criança participe desta pesquisa. Se houver necessidade, as despesas para a participação serão assumidas pela pesquisadora. Fica também garantida indenização em casos de danos, comprovadamente

decorrentes da participação da criança voluntária na pesquisa, conforme decisão judicial ou extra- judicial.

Esclarecendo que a pesquisa pode oferecer os seguintes riscos: 1) o de constrangimento das crianças, levando-as a se negarem a interagir com o tapete teclado; 2) O risco de estranharem o ambiente onde será realizada a pesquisa bem como a pesquisadora responsável; 3) O risco de as crianças rejeitarem calçar as órteses por desconhecê-las como calçados e até se incomodarem com o fato de estarem fixadas ao tablado; 4) risco de se machucarem ao contato dos seus pés com superfície rígida das órteses; 5) o risco de queda, durante o percurso e colocação dos pés sobre as órteses. Então as estratégias utilizadas serão as seguintes, principalmente por se tratarem de crianças pequenas: 1) Em relação ao risco de constrangimento e de estranhamento; deixar a criança a vontade para que em contato direto com seus pais e/ou seus familiares possa explorar e se familiarizar com o ambiente, com o tapete, com as órteses e com a pesquisadora por 20 minutos, antes de começar a interação com o jogo sério. Caso chore e continue se negando a brincar, será proposto aos seus pais e/ou responsável a virem em outro dia e em outro momento para participarem da pesquisa. 2) Em relação a possibilidade de se machucar em contato da pele delicada com a superfície em plástico, foi colocada revestimento emborrachado e macio no interior das órteses, bem como deixando todas as bordas arredondadas. 3) Em relação ao risco de queda a criança estará com uma das suas mãos dadas com os seus pais e /ou responsáveis e/ou pela a pesquisadora responsável para que se evite no momento da exploração do brinquedo que a criança se desequilibre, o chão estará revestido de borracha ante derrapante; o tapete teclado e o tablado estarão fixos ao chão. Em caso de desistência se respeitará a decisão dos responsáveis da criança. Porém se alguma injúria a criança for causada pela técnica, fica garantida indenização em casos de danos, comprovadamente decorrentes da participação da criança voluntária na pesquisa, conforme decisão judicial ou extra- judicial.

Em caso de dúvidas relacionadas aos aspectos éticos deste estudo, você poderá consultar o Comitê de Ética em Pesquisa Envolvendo Seres Humanos da UFPE no endereço: **Avenida da Engenharia s/n – Prédio do CCS - 1º Andar, sala 4 - Cidade Universitária, Recife-PE, CEP: 50740-600, Tel.: (81) 2126.8588 – e-mail: cepccs@ufpe.br**. Como também, no seguinte link do site da Plataforma Brasil <http://plataformabrasil.saude.gov.br/login.jsf>.

---

Aline Tenório Domingues da Silva (pesquisadora responsável).

### CONSENTIMENTO DA PARTICIPAÇÃO DA PESSOA COMO VOLUNTÁRIA

Eu, \_\_\_\_\_, CPF \_\_\_\_\_, abaixo assinado, responsável por \_\_\_\_\_, após a leitura (ou a escuta da leitura) deste documento e de ter tido a oportunidade de conversar e ter esclarecido as minhas dúvidas com a pesquisadora responsável, concordo em que meu (minha) filho (a) participe do estudo: **“JOGOS SÉRIOS PARA AUXÍLIO NA REABILITAÇÃO DE CRIANÇAS QUE UTILIZAM ÓRTESES DENNIS BROWN”**, bem como os procedimentos nela envolvidos, assim como os possíveis riscos e benefícios decorrentes da participação da minha criança. Foi-me garantido que posso retirar o meu consentimento a qualquer momento que eu ache oportuno, sem que isto leve a qualquer penalidade a minha pessoa e/ou a minha criança.

Recife, \_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 20\_\_.

---

Nome e Assinatura da Participante

Presenciamos a solicitação de assentimento, esclarecimentos sobre a pesquisa e aceite do voluntário (a) em participar.

---

Nome e Assinatura da Testemunha.

---

Nome e Assinatura da Testemunha.

**ANEXO C – CARTA DE ANUÊNCIA APOLO ORTOPÉDICA**

Universidade Federal de Pernambuco - UFPE  
Grupo de Pesquisa em Engenharia Biomédica – GPB

**CARTA DE ANUÊNCIA**

Declaramos para os devidos fins que aceitamos a pesquisadora Aline Tenório Domingues da Silva, a desenvolver o seu projeto de pesquisa intitulado: **JOGOS SÉRIOS PARA AUXÍLIO NA REABILITAÇÃO DE CRIANÇAS QUE UTILIZAM AS ÓRTESES DENNIS BROWN** que está sob a orientação do professor Marco Aurélio Benedetti Rodrigues, coordenadora Rosa Amália Fireman, cujo objetivo é desenvolver uma implementação baseada em jogos e instrumentação em crianças usuárias de órteses Dennis Brown.

O instrumento será desenvolvido no laboratório de Interface Homem Máquina (LIHOM) do programa de Pós-Graduação de Engenharia Biomédica, da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE) em parceria com a Ortopedia Apolo ortopédica da cidade do Recife - PE.

Esta autorização está condicionada ao cumprimento pela pesquisadora aos requisitos da Resolução 466/12 e suas complementares, comprometendo-se a mesma a utilizar os dados pessoais dos sujeitos da pesquisa, exclusivamente para fins científicos, mantendo o sigilo e garantindo a não autorização das informações em prejuízo das pessoas e/ou comunidades.

Antes de iniciar a coleta de dados a pesquisadora deverá apresentar a esta instituição o parecer substanciado devidamente aprovado, emitido por Comitê de Ética em Pesquisa Envolvendo Seres Humanos, credenciado ao sistema CEP/CONEP.

Recife, 12 de dezembro de 2018.

Joaquim Ferreira Martins Filho  
Coordenador do Departamento de Eletrônica e Sistemas

Prof. Joaquim F. Martins Filho - PhD



Chefe do Deptº de  
Eletrônica e Sistemas  
CTG - UFPE - SIAPE: 226204

**ANEXO D – CARTA DE ANUÊNCIA DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE  
PERNAMBUCO**



**UFPE**

Universidade Federal de Pernambuco -UFPE

Grupo de pesquisa em Engenharia Biomédica —GPEB

**CARTA DE ANUÊNCIA**

Declaramos para os devidos fins que aceitamos a pesquisadora Aline Tenório Domingues da Silva, a desenvolver o seu projeto de pesquisa intitulado: **JOGOS SÉRIOS PARA AUXÍLIO NA REABILITAÇÃO DE CRIANÇAS QUE UTILIZAM AS ÓRTESES DENNIS BROWN** que está sob a orientação do professor Marco Aurélio Benedetti Rodrigues, coorientadora Rosa Amália Fireman, cujo objetivo é desenvolver uma implementação baseado em jogos e instrumentação em crianças usuárias de órteses Dennis Brown.

O instrumento será desenvolvido no laboratório de Interface Homem Máquina (LIHOM) do programa de Pós-Graduação de Engenharia Biomédica, da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE) em parceria com a Ortopedia Apolo ortopédica da cidade do Recife -PE.

Esta autorização está condicionada ao cumprimento pela pesquisadora aos requisitos da Resolução 466/12 e suas complementares, comprometendo-se a mesma a utilizar os dados pessoais dos sujeitos da pesquisa, exclusivamente para fins científicos, mantendo o sigilo e garantindo a não autorização das informações em prejuízo das pessoas e/ou comunidades.

Antes de iniciar a coleta de dados a pesquisadora deverá apresentar a esta instituição o parecer consubstanciado devidamente aprovado, emitido por Comitê de Ética em Pesquisa Envolvendo Seres Humanos, credenciado ao sistema CEP/CONEP.

Recife, 12 de dezembro de 2018.

  
Joaquim Ferreira Martins Filho  
Coordenador do Departamento de Eletrônica e Sistemas

Prof. Joaquim F. Martins Filho - PhD  
Chefe do Deptº de  
Eletrônica e Sistemas  
CTG - UFPE -SIAPE: 2226204



**ANEXO E – FICHA A RESPEITO DE INFORMAÇÕES GERAIS SOBRE A  
CRIANÇA PTC**



**IDENTIFICAÇÃO**

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

Sexo: ( ) M; ( ) F. Idade: \_\_\_\_\_. Data de Nascimento: \_\_/\_\_/\_\_.

Nome da/o responsável: \_\_\_\_\_

Endereço completo: \_\_\_\_\_

CEP: \_\_\_\_\_ - \_\_\_\_\_. Telefones: \_\_\_\_\_

Local do tratamento ortopédico: \_\_\_\_\_

Nome do (a) ortopedista. \_\_\_\_\_

Tipo do pé torto: ( ) postural, ( ) idiopático, ( ) teratológico;

Idade paterna. \_\_\_\_\_.

Escolaridade do pai

- Sem escolaridade ( )
- Fundamental incompleto ( )
- Fundamental completo ( )
- Ensino médio incompleto ( )
- Ensino médio completo ( )
- Ensino superior incompleto ( )
- Ensino superior completo ( )

Idade materna. \_\_\_\_\_.

Escolaridade da mãe

- Sem escolaridade ( )
- Fundamental incompleto ( )
- Fundamental completo ( )
- Ensino médio incompleto ( )
- Ensino médio completo ( )
- Ensino superior incompleto ( )
- Ensino superior completo ( )

Complicação na Gravidez. Sim ( ) Não ( )

Tipo de Parto \_\_\_\_\_

Renda Familiar

( ) menos que 1 salário mínimo

- entre 1 a 3 salários mínimos  
 mais que 3 salários mínimos.

#### Idade Gestacional ao Nascimento

- 05 a 06 meses ( )  
06 a 07 meses ( )  
07 a 08 meses ( )  
08 a 09 meses ( )  
09 a 10 meses ( )

- Peso Atual \_\_\_\_\_  
Tipo de acometimento unilateral ( ) bilateral ( )  
Idade que se sentou sozinho \_\_\_\_\_  
Idade que engatinhou \_\_\_\_\_  
Idade que andou sozinho \_\_\_\_\_  
Idade que começou o tratamento ortopédico \_\_\_\_\_  
Idade que iniciou a usar a ODB \_\_\_\_\_  
Número de Irmãs (os) \_\_\_\_\_  
Algun (a) irmão (ã) apresenta PT. Sim ( ) Não ( ).  
Tipo do pé torto. Postural ( ), idiopático ( ), teratológico ( ).

**ANEXO F - FORMULÁRIO DE PESQUISA**

Recife, julho de 2019.

Nome da Criança: \_\_\_\_\_

Endereço: \_\_\_\_\_

Telefone: \_\_\_\_\_

1. Idade da criança. \_\_\_\_\_
2. Cidade que a criança mora. \_\_\_\_\_
3. Local do tratamento ortopédico. \_\_\_\_\_
4. Nome do (a) ortopedista. \_\_\_\_\_
5. Tipo do pé torto: ( ) postural, ( ) idiopático, ( ) teratológico;
6. Idade materna. \_\_\_\_\_
7. Idade paterna. \_\_\_\_\_
8. Escolaridade do pai. \_\_\_\_\_
9. Escolaridade da mãe. \_\_\_\_\_
10. Complicação na gravidez. \_\_\_\_\_
11. Tipo de Parto. \_\_\_\_\_
12. Renda Familiar. \_\_\_\_\_
13. Idade gestacional ao nascimento. \_\_\_\_\_
14. Peso Atual. \_\_\_\_\_
15. Tipo de acometimento unilateral ou bilateral \_\_\_\_\_
16. Idade que se sentou sozinho \_\_\_\_\_
17. Idade que engatinhou sozinho \_\_\_\_\_

18. Idade que engatinhou \_\_\_\_\_
19. Idade que ficou de pé sozinho \_\_\_\_\_
20. Idade que andou sozinho \_\_\_\_\_
21. Idade que começou o tratamento \_\_\_\_\_
22. Idade que iniciou a usar a ODB \_\_\_\_\_
23. Número de Irmãs (os) \_\_\_\_\_
24. Algum (a) irmão (ã) apresenta PTC? ( ) SIM ( ) NÃO.

## ANEXO G - QUESTIONÁRIO PARA O TESTE E VALIDAÇÃO DO JOGO SÉRIO



Recife, julho de 2019.

Nome da Criança: \_\_\_\_\_

Endereço: \_\_\_\_\_

Telefone: \_\_\_\_\_

### TESTE E VALIDAÇÃO DO JOGO SÉRIO PARA TODOS OS GRUPOS DE CRIANÇAS.

1. Rejeitou o JS no contato inicial?
  - ( ) Observado
  - ( ) Não observado
2. Se rejeitou o JS no contato inicial, foi por quanto tempo?
  - Intervalo menor que 10 minutos
  - Intervalo maior ou igual a 10 minutos
3. Como interagiu com o JS? ( ) cócoras ( ) urso
4. Passou quanto tempo na posição de urso?
  - Intervalo menor 5 minutos ( ) ;
  - Intervalo maior ou igual a 5 minutos ( )
5. Passou quanto tempo na posição de cócoras?
  - Intervalo menor que 5 minutos ( ) ;
  - Intervalo maior ou igual 5 minutos ( )
6. Ficou nas posições de cócoras e de urso? Sim ( ) Não ( )
7. Por quanto tempo ficou nas posições de cócoras e de urso enquanto interagiu com o JS?
  - Intervalo menor que 5 minutos ( ) ;
  - Intervalo maior ou igual a 5 minutos ( )
8. Usou as duas mãos ao brincar? Sim ( ) Não ( )

9. Tempo de interação total da criança com o jogo sério na posição agachada (cócoras e/ou urso).

Intervalo menor que 10 minutos ( )

Intervalo maior ou igual a 10 minutos ( ).

10. Mensuração da distância biacromial. \_\_\_\_\_ cm.

## ANEXO H - FORMULÁRIO DE DADOS ANTROPOMÉTRICOS

<b>CRECHE MUNICIPAL DEUS É AMOR</b>						
Data: 27/07/2019.						
TOTAL DE ALUNOS	39					
Nome		Sexo	Nascimento	Idade	Peso	Altura
C1		F	14/10/2015	3 anos e 9 meses	124	94,5
C2		F	04/02/2016	3 anos e 3 meses	19,9	104,2
C3		F	05/09/2015	3 anos e 8 meses	15,2	101
C4		F	02/05/2015	3 anos e 3 meses	17,8	103,3
C5		F	10/05/2015	3 anos e 2 meses	12,9	94,7
C6		M	11/05/2015	3 anos e 1 meses	16,3	1014
C7		F	11/09/2015	3 anos e 11 meses	14,9	loop
C8		F	28/06/2015	3 anos e 9 meses	13,3	98,4
C9		F	20/10/2015	3 anos e 9 meses	15,2	98,3
C10		M	09/05/2015	3 anos e 3 meses	15,4	100,9
C11		F	04/05/2015	3 anos e 3 meses	15,4	100,5
C12		M	05/09/2015	3 anos e 11 meses	18,2	104,1
C13		M	24/03/2016	3 anos e 4 meses	15,2	98,6
C14		F	19/07/2015	3 anos e 0 meses	14,8	97,7
C15		M	12/02/2016	3 anos e 5 meses	15,7	97,4
C16		M	23/11/2015	3 anos e 8 meses	150	98,1
C17		M	12/12/2015	3 anos e 7 meses	14,1	102
C18		F	20/10/2015	3 anos e 9 meses	14,1	94,7
C19		M	13/02/2016	3 anos e 5 meses	135	91,9
C20		M	10/11/2015	3 anos e 9 meses	14,5	101,1
C21		F	05/03/2015	3 anos e 5 meses	18,1	98,1
C22		F	02/03/2017	2 anos e 5 meses	15,4	91,4
C23		F	02/03/2017	2 anos e 5 meses	146	92,4
C24		F	15/10/2016	2 anos e 9 meses	13,8	94,4
C25		F	04/02/2017	2 anos e 6 meses	12,9	91,5
C26		F	12/03/2017	2 anos e 4 meses	11,8	86,5
C27		M	10/01/2017	2 anos e 7 meses	12,3	67,1
C28		M	04/02/2017	2 anos e 4 meses	12	85,8
C29		F	03/06/2016	3 anos e 2 meses	17,7	1060
C30		M	16/11/2016	2 anos e 8 meses	14,1	90,9

C31	M	24/12/2016	2 anos e 7 meses	14,6	93
C32	M	04/02/2017	2 anos e 0 meses	15,3	104, 5
C33	M	22/07/2015	3 anos e 0 meses	14,5	98,5
C34	F	27/10/2016	2 anos e 9 meses	14,9	99
C35	M	29/08/2015	2 anos e 11 meses	15,9	94,1
C36	M	05/09/2016	2 anos a 7 meses	15,9	- 94,1
C37	M	03/09/2016	2 anos e 11 meses	11,9	91,9
C38	M	19/03/2016	3 anos e 2 mesas	8,1	104
C39	F	23/10/2016	2 anos e 10 meses	15,2	94,8

**ANEXO I- PLANILHA DAS RESPOSTAS DAS/OS RESPONSÁVEIS PELAS AS  
CRIANÇAS PTC.**

FORMULÁRIO I, DADOS DAS CRIANÇAS COM PTC – JULHO DE 2019.										
NOME	IDADE GESTACIONAL AO NASCIMENTO	SEXO	PESO AO NASCIMENTO (KG)	PESO ATUAL (KG)	IDADE QUE SENTOU	IDADE QUE ENGATINHOU.	IDADE QUE ANDOU	IDADE QUE COMEÇOU O TRATAMENTO	TEVE COMPLICAÇÕES NA GRAVIDEZ	RENDA FAMILIAR (Salário Mínimo)
M1	08 a 09 meses	M	2,75	10,5	2 anos	Não	Não anda	11 meses	Sim	Menos que 1 salário Mínimo
M2	07 a 08 meses	M	3,283	11,12	8 meses	10 meses	Não anda	10 meses	Não	Entre 1 a 3
F1	07 a 08 meses	F	3,355	10,47	8 meses	9 meses	Não anda	4 meses	Não	Menos que 1
F2	07 a 08 meses	F	3,44	11,4	6 meses	8 meses	1 ano e 8 meses	1 ano	Não	Entre 1 a 3
M3	07 a 08 meses	M	2,45	11	6 meses	8 meses 15 dias	Não anda	1 mês	Não	Menos que 1
M4	09 a 10 meses	M	3,1	16	7 meses	8 meses	1 ano e 6 meses	4 meses	Não	Menos que 1
M5	09 a 10 meses	M	3,795	11,7	5 meses	9 meses	Não anda	15 dias	Não	Menos que 1
M6	09 a 10 meses	M	4,6	10,8	4 meses	6 meses	Não anda	2 dias	Não	Entre 1 a 3
M7	09 a 10 meses	M	3,3	10.80	7 meses	8 meses	1 ano	8 dias	Não	Entre 1 a 3
M8	09 a 10 meses	M	4.300	12	4 meses	6 meses	Não anda	5 meses	Não	Menos que 1
M9	09 a 10 meses	M	2,2	12	5 meses	Não	Não anda	1 ano	Não	Menos que 1

**ANEXO J - PLANILHA DAS RESPOSTAS DAS/OS RESPONSÁVEIS PELAS AS  
CRIANÇAS PTC.**

FORMULÁRIO II, DADOS DAS CRIANÇAS COM PTC - JULHO DE 2019										
NOME	O MÉDICO JÁ LIBEROU O USO DA ODB?	NOME DO ORTOPEDI STA	JÁ ENCOMEN DOU A ODB	IDADE DA MÃE	IDADE DO PAI	ESCOLA RIDADE DO PAI	ESCOL ARIDA DE DA MÃE	CIDA DE QUE RESI DE	NOME DO PAI	NOME DA MÃE
M1	Sim	Regis Andrade	Sim	33	42	EMC	7. série	Esca da	Lucian a	Raimun do
M2	Sim	Regis Andrade	Sim	19	47	5 série	8 série	Caru aru	Everal do	Daniele
F1	Sim	Regis Andrade	Sim	34	76	3 ano	3. ano do E M	Ibimiri m	Menoti liol	Givadal da
F2	Sim	Regis Andrade	Sim	23	22	2 Grau	2. Grau	Cabr obó	Franci sco	Tânia
M3	Sim	Regis Andrade	Sim	32	22	EMI	EMC	Recif e	Ezequi el	Gracian e
M4	Sim	Regis Andrade	Sim	31	42	5. série	4 série	Caru aru	Ednald o	Dione
M5	Sim	Regis Andrade	Sim	27	26	1. Ano	2 ano do EM	Jabo atão	Valdes on	Thalita
M6	Sim	Regis Andrade	Sim	26	27	2 grau completo	<u>SC</u>	Jabo atão	Jamer son	Gleyci
M7	Sim	Regis Andrade	Sim	42	38	EFI	EMC	Ipojuc a	Antôni o	Apareci da
M8	Sim	Regis Andrade	Sim	33	38	2. série	2 série	Mana ri	Erivan	Josivân ea
M9	Sim	Regis Andrade	Sim	32	33	EMC	8. série	Olin da	Luis	Cristian e

**ANEXO K - PLANILHA DAS RESPOSTAS DAS/OS RESPONSÁVEIS PELAS AS  
CRIANÇAS PTC**

**FORMULÁRIO III, DADOS DAS CRIANÇAS COM PTC - JULHO DE 2019.**

NOME	TIPO DE PTC	TIPO DE ACOMETIMENTO	TEM IRMÃS/OS	ALGUM/A COM PTC	MENSURAÇÃO BIACROMIAL	RENDA FAMILIAR (Salário Mínimo)
M1	Teratológico	Bilateral	Sim	Não	24,8	Menos que 1
M2	Idiopático	Unilateral	Sim	Não	23,8	Entre 1 a 3
F1	Idiopático	Bilateral	Sim	Não	22,4	Menos que 1
F2	Idiopático	Bilateral	Não	Não	24,6	Entre 1 a 3
M3	Idiopático	Unilateral	Não	Não	26,7	Menos que 1
M4	Teratológico	Bilateral	Sim	Não	27,8	Menos que 1
M5	Idiopático	Unilateral	Sim	Não	23,8	Menos que 1
M6	Idiopático	Bilateral	Não	Não	23,9	Entre 1 a 3
M7	Idiopático	Unilateral	Sim	Não	26,8	Entre 1 a 3
M8	Idiopático	Unilateral	Sim	Não	24,8	Menos que 1
M9	Teratológico	Unilateral	Sim	Não	21,2	Menos que 1

## ANEXO L - CARTA RESPOSTA DA ORGANIZAÇÃO MIRACLEFEET



Christie Pettitt-Schieber <[Christie.Pettitt-Schieber@miraclefeet.org](mailto:Christie.Pettitt-Schieber@miraclefeet.org)>

Ter, 13/11/2018 14:32

Você; Alaric Aroojis ▾



Good morning Alina / Bom dia Alina,

My apologies for the delay! I hope you are well. / Minhas desculpas pelo atraso! Eu espero que você esteja bem.

I have spoken with our executive director and our medical director and unfortunately we will not be able to approve this use of the bar. As an NGO we are committed to the Ponseti Method of treatment which does not advocate for use of an AFO and bar as part of the treatment protocol. Additionally, it would be very complicated for us to permit you to create the bar by additive methods because it is jointly owned by three separate groups who designed and manufactured it. However, we are always interested in learning more about different treatment methods so when you have completed your masters paper we would like to read it if you would like to share it with us.

Falei com nosso diretor executivo e nosso diretor médico e, infelizmente, não poderemos aprovar esse uso do bar. Como uma ONG, estamos comprometidos com o método de tratamento Ponseti, que não defende o uso de um AFO e bar como parte do protocolo de tratamento. Além disso, seria muito complicado permitir que você criasse a barra por métodos aditivos, porque ela é de propriedade conjunta de três grupos separados que a projetaram e fabricaram. No entanto, estamos sempre interessados em aprender mais sobre os diferentes métodos de tratamento, por isso, quando tiver concluído o seu trabalho de mestrado, gostaríamos de o ler, caso queira partilhá-lo conosco.

Warm regards / Atenciosamente,

Christie

Christie Pettitt-Schieber, MPH | Deputy Director of Programs

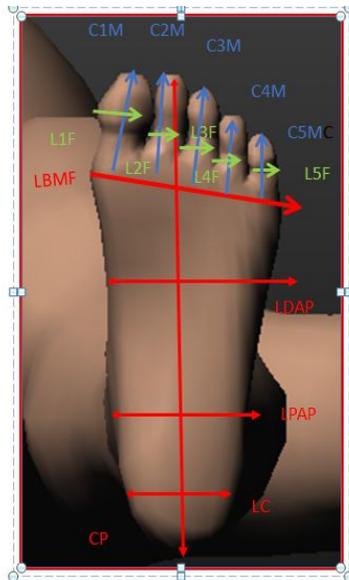
o: 919.240.5572 | m: 404.558.1878 | Skype: christie-p

[www.miraclefeet.org](http://www.miraclefeet.org) | s: @miraclefeet



## ANEXO M - RESULTADO COM O GRUPO DE BIOMECÂNICA E FORENSE

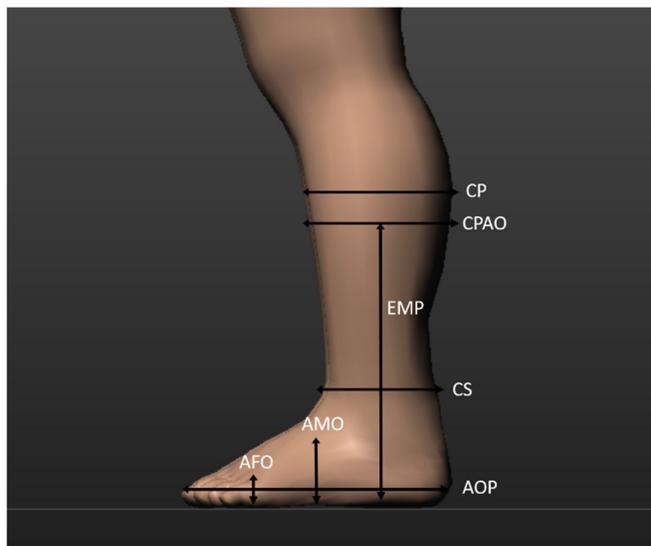
### 1. Parâmetros anatômicos do pé esquerdo do Avatar.



- C1M – Comprimento do primeiro metatarso.
- C2M – Comprimento do segundo metatarso.
- C3M – Comprimento do terceiro metatarso.
- C4M – Comprimento do quarto metatarso.
- C5M – Comprimento do quinto metatarso.
- LBMF – Largura das bases das articulações metatarso-falangeanas.
- LDAP – Largura da linha distal do arco plantar.
- LPAP – Largura da linha proximal do arco plantar.
- CP – Comprimento do Pé
- LC – Largura do Calcanhar
- L1F – Largura da primeira falange
- L2F – Largura da segunda falange
- L3F – Largura da terceira falange
- L4F – Largura da quarta falange
- L5F – Largura da quinta falange

Fonte: A Autora, 2018.

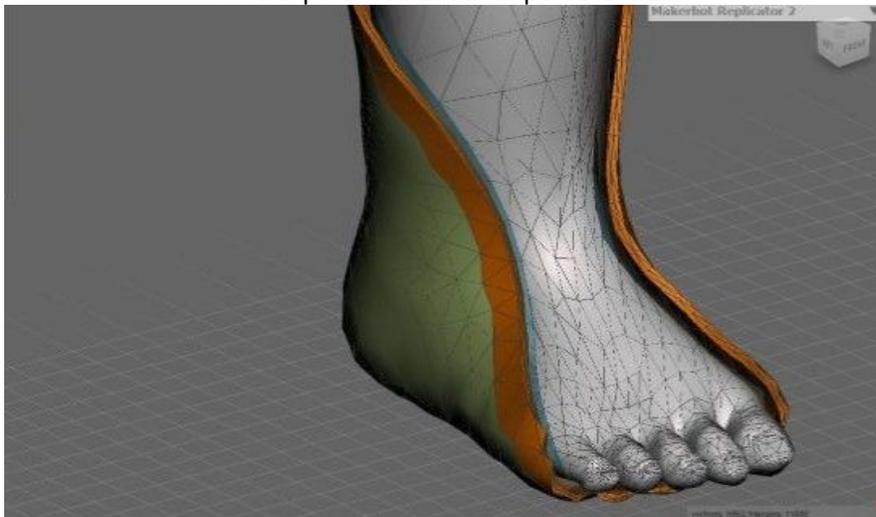
### 2. Parâmetros anatômicos da perna e do pé esquerdo do Avatar.



- CP - Circunferência panturrilha
- CPAO – Circunferência panturrilha altura órtese
- CS – Circunferência Supra maleolar
- EMP – Extensão maior do pé
- AFO – Altura frente órtese
- AMO – Altura meio órtese
- AOP – Altura da órtese até a panturrilha

Fonte: A Autora, 2018.

### 3.ODB parametrizada no pé do avatar



Fonte: A Autora, 2018.

**ANEXO N - DOAÇÃO DOS ARQUIVOS DIGITAIS DE MODELAGEM EM 3D  
AO GRUPO BIOMECÂNICA E FORENSE DA UNIFESP**



---

ICT - Instituto de Ciência e Tecnologia

São José dos Campos, 05 de outubro de 2019

Termo de Doação

Prezados (as) Senhores (as),

Declaro para os devidos fins Aline Tenório Domingues da Silva, fez a doação dos arquivos digitais da modelagem 3D de uma órtese do tipo Dennis Brown para o nosso Grupo de Pesquisa Biomecânica e Forense da Unifesp ([www.biomecanicaeforense.com](http://www.biomecanicaeforense.com)), para que o modelo possa ser continuado, avaliado clinicamente e posteriormente disponibilizado de modo colaborativo com licença do tipo open source.

Atenciosamente,

Maria Elizete Kunkel  
Coordenadora do Grupo de Biomecânica e Forense  
Instituto de Ciência e Tecnologia (ICT) – UNIFESP  
Rua Talim, 330, CEP 12231-280, São José dos Campos.

---