



**FACULDADE DE EDUCAÇÃO E MEIO AMBIENTE**

**DIOGO ROMÁRIO BEZERRA GUERIN**

**ATUAÇÃO FISIOTERAPÊUTICA NA REABILITAÇÃO  
DE AMPUTADOS TRANSFEMORAIS UNILATERAIS**

Ariquemes - RO

2018

**Diogo Romário Bezerra Guerin**

# **ATUAÇÃO FISIOTERAPÊUTICA NA REABILITAÇÃO DE AMPUTADOS TRANSFEMORAIS UNILATERAIS**

Monografia apresentada ao Curso de Graduação em Fisioterapia da faculdade de Educação e Meio ambiente – FAEMA, como requisito parcial para obtenção do grau de Bacharelado em Fisioterapia.

Prof. <sup>a</sup> Orientadora: Esp. Crístielle Joner.

**FICHA CATALOGRÁFICA**

**Dados Internacionais de Catalogação na  
Publicação (CIP) Biblioteca Júlio Bordignon  
- FAEMA**

---

G932a GUERIN, Diogo Romário Bezerra.

Atuação fisioterapêutica na reabilitação de amputados  
transfemorais unilaterais. / por Diogo Romário Bezerra  
Guerin. Ariquemes: FAEMA, 2018.

44 p.; il.  
Ambiente - FAEMA.

Orientador (a): Profa. Esp. Cristielle Joner.

1. Amputação transfemoral. 2. Fisioterapia. 3. Prótese. 4.  
Tecnologia. 5. Fisioterapia. I Joner, Cristielle. II. Título.  
III. FAEMA.

CDD:615.82

---

**Bibliotecário Responsável**

EDSON RODRIGUES  
CAVALCANTE CRB  
677/11

**Diogo Romário Bezerra Guerin**

# **ATUAÇÃO FISIOTERAPÊUTICA NA REABILITAÇÃO DE AMPUTADOS TRANSFEMORAIS UNILATERAIS**

Monografia apresentada ao curso de Graduação em Fisioterapia da Faculdade de Educação e Meio Ambiente – FAEMA, como requisito parcial a obtenção do título de bacharel.

## **COMISSÃO EXAMINADORA**

---

Prof<sup>a</sup>. Orientadora Esp. Cristielle Joner  
Faculdade de Educação e Meio Ambiente - FAEMA

---

Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Patrícia Morsch  
Faculdade de Educação e Meio Ambiente - FAEMA

---

Prof<sup>a</sup>. Esp. Jéssica Castro dos Santos  
Faculdade de Educação e Meio Ambiente – FAEMA

Ariquemes, 27 de Novembro de 2018.

Dedico inteiramente aos meus pais, meu porto seguro, meus faróis ante a tempestade. Minha mãe, minha inspiração maior, faz saúde com amor e dedicação, executando sua função de forma bela e sublime. Ao meu pai, figura autoritária, mas com um coração gigante que não cabe no casco rígido formado a partir das mazelas da vida, ensinando-me que quem não serve não merece ser servido, diretriz filosófica o suficiente para uma vida inteira.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço à Deus pela vida e pelas dificuldades que surgiram no caminho, que me ajudaram a construir um homem forte, inteligente e racional.

Aos meus pais, que sempre me ajudaram, apoiaram e sustentaram, proporcionando-me casa, comida, e uma cama quente para deitar o corpo cansado nos dias difíceis.

Aos professores, sejam especialistas, mestres ou doutores, que independente de suas graduações se mostraram seres humanos, que erram e buscam melhorar, que acertam e sabem que estão cumprindo com sua obrigação, deixando sua eterna contribuição para a humanidade.

Ao professor Leandro José Ramos, em especialmente que me inspirou a mergulhar no mundo da fisioterapia no início deste ciclo, mesmo eu tendo que subir à superfície para respirar por diversas vezes, durante conversas muito francas com a turma inteira em que se mostrou um cara que sabe das coisas e forneceu o combustível da inspiração para todos (especialmente quando ele afirmou que o *Led Zeppelin* é a personificação do rock n' roll) onde fui mais ouvinte que falante.

À minha orientadora Professora Especialista Cristielle Joner, por sua paciência e sublime orientação durante o processo de construção desta revisão bibliográfica.

Aos meus colegas, hoje amigos e alguns até irmãos pelo companheirismo nesta fase de altos e baixos, de alegrias e tristezas compartilhadas.

À minha namorada Giulia Cioffi, que surgiu como uma luz, uma força da natureza na fase final da minha graduação me ajudando sem eu pedir e as vezes nem perceber, me ensinando a não desistir diante dos obstáculos e a não remoer a dor das derrotas, não as tratando como o fim derradeiro, mas considerando-as como parte de um processo de aprendizado que não tem final. Gratidão eterna.

*“Aqueles que se sentem satisfeitos sentam-se e nada fazem.*

*Os insatisfeitos são os únicos benfeitores do mundo. ”*

*Walter S. Landor*

## RESUMO

As amputações são processos traumáticos onde indivíduos muitas vezes jovens e em idade produtiva são submetidos a retirada total ou parcial de um membro. Um dos mais incidentes tipos de amputação é a amputação transfemoral unilateral que desarticula o quadril do joelho em um dos membros e leva o indivíduo a perder duas articulações importantes: Joelho e tornozelo. Com esta perda anatomofuncional tão importante os pacientes amputados acabam desenvolvendo comorbidades como alterações cutâneas, cardiovasculares e biomecânicas. Diante da amputação, o fisioterapeuta é o profissional qualificado e capacitado para promover a reabilitação física e a adaptação de pacientes amputados através de protocolos de tratamento individuais com embasamento científico nas fases pré e pós-operatória da amputação, desde a aceitação até a reabilitação total do amputado. Este trabalho foi realizado através de uma revisão bibliográfica exploratória descritiva, através das plataformas Google acadêmico, BVS, PubMed e *SciELO*, buscando elucidar a importância da atuação da fisioterapia em pacientes com amputação transfemoral e o uso da tecnologia assistiva em benefício destes indivíduos. Nesta pesquisa pôde ser observada a evolução ininterrupta das tecnologias assistivas, e a necessidade do conhecimento técnico em relação às próteses pelo fisioterapeuta, assim como o papel fundamental deste profissional e seus conhecimentos em anatomia, fisiologia, cinesiologia e biomecânica para a otimização do uso da prótese, desde a mais simples até a mais sofisticada.

**Palavras-Chave:** Amputação transfemoral, Fisioterapia, Prótese, Tecnologia.



## **ABSTRACT**

Amputations are traumatic processes where individuals often young and on productive age are subjected to total or partial withdrawal of a limb. One of the most incidental types of amputation is unilateral transfemoral amputation that disarticulate the hip of the knee in one limb and causes the individual to lose two important joints: the knee and ankle. With this important anatomofunctional loss, amputees end up developing comorbidities such as cutaneous, cardiovascular and biomechanical changes. In view of the amputation, the physiotherapist is qualified professional to promote the physical rehabilitation and the adaptation of amputated patients through individual treatment protocols with scientific basis in the pre and postoperative phases of the amputation, from the acceptance until the total rehabilitation of the amputated. This work was carried out through a descriptive exploratory bibliographical review through the platforms Google academic, VHL, PubMed and SciElo, seeking to elucidate the importance of physiotherapy in patients with transfemoral amputation and the use of assistive technology for the benefit of these individuals. In this research it was possible to observe the uninterrupted evolution of assistive technologies, and the need for technical knowledge regarding the prosthesis by the physiotherapist, as well as the fundamental role of this professional and his knowledge in anatomy, physiology, kinesiology and biomechanics for the optimization of prosthesis use , from the simplest to the most sophisticated.

Keywords: Transfemoral amputation, Physiotherapy, Prosthesis, Technology.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Níveis de amputação em membros inferiores.....	20
Figura 2 – Níveis da amputação transfemoral.....	21
Figura 3 – Componentes da prótese transfemoral: 1- Pé; 2- Adaptador; 3-Corpo tubular; 4- Joelho; 5- Encaixe.....	22
Figura 4 – Cobertura estética fabricada a partir da impressão em 3D(UNYQ®) e coberturas de aparência morfológica natural (Westcoast QuickLite®).....	25
Figura 5 – Prótese transtibial fabricada através da impressão 3D.....	27
Figura 6 – Pós processamento em software.....	28
Figura 7 – Modelo de impressora 3D.....	29
Figura 8 - Enfaixamento “em 8” de coto transtibial.....	35

## **LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

ATF - Amputação Transfemoral

BVS - Biblioteca Virtual de Saúde

DeCS - Descritores em Ciência da Saúde

SciELO - Pubmed e Scientific Eletronic Library

SUS - Sistema Único de Saúde

## SUMÁRIO

INTRODUÇÃO .....	13
2. OBJETIVOS .....	15
<b>2.1 OBJETIVO GERAL.....</b>	<b>15</b>
<b>2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....</b>	<b>15</b>
3. METODOLOGIA.....	16
4. REVISÃO DE LITERATURA .....	17
4.1 AMPUTAÇÃO.....	17
<b>4.1.1 Níveis de Amputação .....</b>	<b>19</b>
<b>4.1.2 Amputação Transfemoral .....</b>	<b>20</b>
4.2 PRÓTESE TRANSFEMORAL E SEUS COMPONENTES.....	22
<b>4.2.1 Adaptadores de Encaixe.....</b>	<b>23</b>
<b>4.2.2 Joelho Protético .....</b>	<b>23</b>
<b>4.2.3 Corpo Tubular.....</b>	<b>24</b>
<b>4.2.4 Pé Protético .....</b>	<b>25</b>
<b>4.2.5 Utilização de Próteses Fabricadas em Impressora 3D na Amputação de Membros Inferiores .....</b>	<b>25</b>
4.3 ALTERAÇÕES FISIOLÓGICAS E BIOMECÂNICAS DO AMPUTADO TRANSFEMORAL UNILATERAL.....	29
<b>4.3.1 Alterações Dermatológicas .....</b>	<b>30</b>
<b>4.3.2 Alterações Cardiovasculares .....</b>	<b>30</b>
<b>4.3.3 Alterações Biomecânicas .....</b>	<b>31</b>
4.4 ATUAÇÃO FISIOTERAPÊUTICA NA REABILITAÇÃO DE AMPUTADOS TRANSFEMORAIS UNILATERAIS .....	32
<b>4.4.1 Avaliação Geral do Paciente Amputado.....</b>	<b>33</b>
<b>4.4.2 Pré-protetização .....</b>	<b>34</b>
<b>4.4.3 Pós-protetização .....</b>	<b>35</b>
CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	37
REFERÊNCIAS.....	39
ANEXOS .....	45

## INTRODUÇÃO

A amputação de membros inferiores tem um número elevado de casos a nível mundial, acometendo mais a população idosa e indivíduos portadores de doença arterial periférica, além daqueles que tiveram como mecanismo de lesão o trauma. Uma amputação se dá pela retirada de um ou mais membros e se enquadra em uma etiologia de origem multifatorial. (RIBEIRO, 2017). Os indivíduos que passaram pelo processo traumático da amputação de membros inferiores têm que lidar com uma nova condição, na qual se encontram em déficit funcional, o que afeta diretamente a sua qualidade de vida. (CHAMLIAN et al, 2016).

A amputação transfemoral unilateral é, entre procedimentos de amputação, uma das técnicas mais frequentes que leva o indivíduo a perder duas grandes articulações essenciais para o desenvolvimento da marcha funcional, dentre outras atividades: o joelho e o tornozelo. Com a perda destas articulações tão importantes para a funcionalidade do indivíduo, logo se pensa na possibilidade da protetização, que visa a substituição do membro amputado através de uma prótese artificial, buscando a restauração das funções de forma parcial para uma melhor qualidade de vida. (GOUBIN, 2018).

Geralmente o prognóstico para uso de prótese apresenta-se como bom, mesmo que o amputado possa apresentar dificuldades significativas de locomoção, transferências, alterações de decúbito e alterações posturais. Outras dificuldades e complicações comuns ao amputado são a dor fantasma, a baixa autoestima, medo e depressão. (PASTRE et al, 2005).

Após a amputação o coto passa a receber informações sensoriomotoras e a adaptar-se a estas, desenvolvendo assim um coto com ambiente favorável para a evolução do paciente amputado para a marcha com prótese. As próteses dão ao indivíduo uma imagem corporal semelhante à normal, o que também é importante para o desenvolvimento da funcionalidade com estas, garantindo mobilidade e qualidade de vida. (RIBEIRO, 2017).

Amputados de membros inferiores apresentam força diminuída em membro residual, diminuição da amplitude de movimento (especialmente em articulações protéticas), velocidade confortável de marcha diminuída, assimetrias de marcha e controle postural prejudicado. (SCHAFER; PERRY & VANICEK, 2018).

Na reabilitação fisioterapêutica de pacientes amputados destacam-se fatores como a reorganização e a adaptação ou não adaptação corporal do indivíduo amputado à prótese, a redução de assimetrias e instabilidades posturais, assim como ajustes compensatórios nas fases da marcha. (BALARDINA et al, 2018).

Em vista dos argumentos apresentados, o presente estudo tem por finalidade, apresentar a atuação fisioterapêutica e sua fundamental importância no período de pós protetização, em pacientes com amputação transfemoral unilateral. Abordar as disfunções causadas pela amputação transfemoral unilateral, a utilização da tecnologia assistiva por esta população através das próteses e seus componentes.

## 2. OBJETIVOS

### 2.1 OBJETIVO GERAL

Relatar a importância da atuação fisioterapêutica na reabilitação em pacientes pós protetizados, com amputação transfemoral unilateral.

### 2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Discorrer sobre a amputação transfemoral unilateral
- Expor as características dos componentes de uma prótese transfemoral
- Elucidar sobre a atuação fisioterapêutica na reabilitação da amputação transfemoral unilateral
- Apresentar o avanço das tecnologias assistivas de membros inferiores através da impressora 3D

### 3. METODOLOGIA

O presente estudo trata-se de uma revisão de literatura, caracterizada como exploratória descritiva, elaborada a partir de buscas constantes por publicações de artigos científicos em formato eletrônico compilados de plataformas indexadas como: biblioteca virtual de saúde (BVS), Google acadêmico, Pubmed e *Scientific Electronic Library* (SciELO). Utilizaram-se para as buscas, os seguintes descritores controlados em ciência da saúde (DeCS): Amputação Transfemoral, Fisioterapia, Prótese, Tecnologia, e seus respectivos descritores em inglês: Transfemoral amputation, Physiotherapy, Prosthesis, Technology.

Como critérios de inclusão foram aceitos, trabalhos científicos nos idiomas Português e Inglês publicados entre os anos de 2003 à 2018 e que abordassem temas sobre amputação, protetização, tecnologia assistiva e atuação do fisioterapeuta na reabilitação de amputados. Como critérios de exclusão foram apontados, trabalhos de estudos diferentes da proposta exposta e que não pertencesse a uma plataforma de dados confiáveis. Ao total, foram utilizados 40 (quarenta) referências para a construção dos elementos textuais do presente estudo.



## 4. REVISÃO DE LITERATURA

### 4.1 AMPUTAÇÃO

As amputações são processos que envolvem grande trauma psicológico e emocional para os pacientes. Em sua forma traumática, ela pode ser classificada como uma grave fratura exposta que pode levar a amputação do membro afetado devido ao tempo prolongado de isquemia, lesão neurológica e trauma muscular. A amputação de uma extremidade pode salvar a vida de um indivíduo que se encontra hemodinamicamente instável, visto que a perda de volume sanguíneo é muito grande nessas ocasiões e a reanimação torna-se difícil. (ATLS, 2013).

A amputação de membros inferiores tem um número elevado de casos a nível mundial, acometendo mais a população idosa e indivíduos portadores de doença arterial periférica. (CHAMLIAN et al, 2016). No Brasil, o problema mostrou-se evidente quando em 2010, foi realizado o censo pelo Instituto Brasileiro de geografia e Estatística (IBGE) que revelou dados que deixam claro a repercussão social no país da problemática em questão, onde aproximadamente 24% da população brasileira possui alguma deficiência, sendo que, cerca de 7% destes vivem com alguma disfunção motora. (DE OLIVEIRA VARGAS, 2016).

Aspectos relacionados ao mecanismo do trauma, tempo de isquemia, comorbidades como idade avançada e diabetes, possibilidade de recuperação funcional que levam em consideração o tipo de lesão neuro-musculo-esquelética e vascular, grau de contaminação, condições cardiorrespiratórias e risco de infecção estão associadas à decisão pela amputação traumática. (GOUBIN, 2018). Sua etiologia é variada e dentre suas causas estão fatores como doenças vasculares, traumas, tumores, infecções, doenças congênitas, doenças neuropáticas e iatrogênicas sendo que dentre estas a causa de amputação mais comum são as doenças vasculares. (DA COSTA SANTOS; LEE, 2016).

A etiologia e epidemiologia das amputações do tipo traumática evidenciam que os indivíduos afetados não apresentam nenhuma comorbidade e encontram-se em idade de vida produtiva. (MACEDO et al. 2016). Indivíduos jovens adultos, em idade produtiva, amputados por causa traumática, apresentam-se fisicamente e

psicologicamente com maiores chances de readaptação física e retorno às atividades profissionais através da protetização. (DORNELAS, 2010).

Com as duas grandes guerras mundiais o contingente de amputados que necessitava de protetização saltou para números elevados de maneira não esperada, o que levou a fabricação padronizada de componentes protéticos e a evolução da técnica ortopédica para a adaptação dos pacientes às próteses. (PASTRE et al, 2005).

Da Costa Santos, Lee (2014) aborda que as amputações podem ocasionar algumas complicações após o processo operatório, sendo elas as mais comuns: ulceração do coto, edema, retração cicatricial, inflamações, infecções, neuromas, contraturas, isquemia, espículas ósseas, necrose, trombose venosa profunda, dor no coto e deformidade. Existindo também, outras complicações indesejadas consecutivas da amputação, entre eles, a dor e sensação fantasma, decorrente do estímulo mecânico ou pressão e menor fluxo sanguíneo no neuroma, formado esse após a secção do nervo. Tais complicações podem aparecer de forma prematura, como o evento da infecção, ou surgirem tardiamente: contraturas, dor no indivíduo (dor no coto, dor e sensação fantasma), debilitação geral e uma situação psicológica deprimida.

Segundo Goubin (2018) ainda relata que entre as assimetrias posturais relacionadas com as amputações podem estar: Discrepância entre o tamanho de membros, rotação/inclinação da pélvis, retração de músculos do quadril, limitação em movimentos de inclinação lateral de tronco e extensão de quadril. Outro fator importante a ser elucidado é a perda de função sensoriomotora do membro, o que pode levar o indivíduo amputado a modificar suas habilidades motoras e aprender a compensar essas alterações através de estratégias utilizando o membro intacto e o coto.

A dor caracteriza-se ainda, como o principal distúrbio que limita a funcionalidade e adaptação de próteses em pacientes que sofreram amputação de membros inferiores. Ainda que a indústria protética e as novas tecnologias adequem cada vez mais estes dispositivos aos amputados a dor continua sendo uma barreira difícil de transpor devido à diversidade de sua origem em áreas e estruturas anatômicas como ossos, músculos, nervos, vasos sanguíneos e pele sendo

frequentes os distúrbios como edemas, dermatites e feridas oriundas do contato do coto e sua fricção entre a prótese e o encaixe. (CHAVES, 2017).

Outro fator que se mostra importante diante das amputações e a boa adaptação dos amputados às próteses é o conforto em relação à mesma, o que evita dores no coto e estimula seu uso diário promovendo boa adaptação ao dispositivo periférico inserido ao coto. Através disto, o amputado pode trilhar o seu caminho a partir de um olhar otimista diante de sua limitação física, incentivando sua vida social e conseqüentemente profissional. (DORNELAS, 2010).

#### **4.1.1 Níveis de Amputação**

A amputação pode dar-se em diferentes níveis, concomitantemente ao nível de amputação, o nível de funcionalidade também é variável onde amputações de nível mais distal oferecem uma melhor qualidade de vida aos pacientes e devido ao menor gasto energético durante a marcha, menor tempo de reabilitação, melhor feedback proprioceptivo e marcha precoce. (LOPES, 2017).

O nível de amputação é uma decisão clínica do médico cirurgião. Este irá avaliar o membro e realizar a tomada de decisão clínica do nível em que o membro deve ser amputado. Quanto aos níveis amputação em membros inferiores, que estão representados na Figura 1, podemos citar: Desarticulação do quadril, amputação transfemoral, desarticulação do joelho (preserva-se a articulação do joelho) e amputação transtibial. Cada um desses níveis de amputação apresenta subníveis onde, por exemplo, na amputação transfemoral pode ser realizada no terço proximal, intermédio ou distal da diáfise do fêmur. (DE LUCCIA; DA SILVA, 2003).

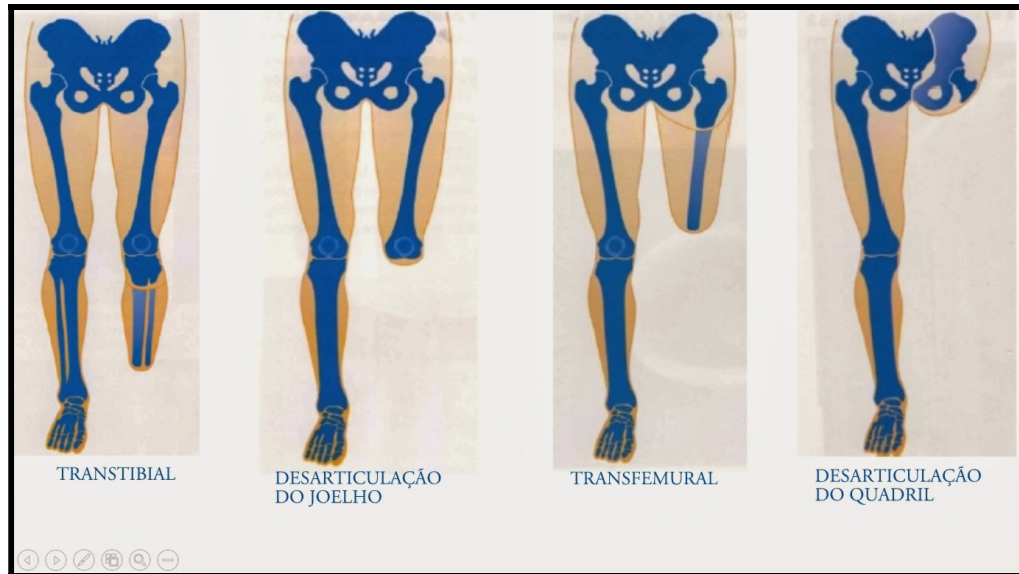


Figura 1 – Níveis de amputação em membros inferiores

Fonte: Google imagens (2014)

#### 4.1.2 Amputação Transfemoral

A amputação transfemoral (ATF) consiste em uma perda anatômica funcional (ossos, articulações e músculos) em membros inferiores. Esta perda está relacionada diretamente na capacidade do indivíduo de realizar suas atividades de vida funcionais na posição bípede. (GOUBIN, 2018).

Este procedimento realiza a desarticulação entre joelho e quadril, podendo ser de forma bilateral ou unilateral em três níveis, de acordo com a Figura 2: terço proximal, preservando 35% do comprimento do fêmur; terço médio, onde se preserva de 35 a 60% do comprimento do fêmur e terço distal, onde é preservado 60% do comprimento do fêmur. (CHAVES, 2017).

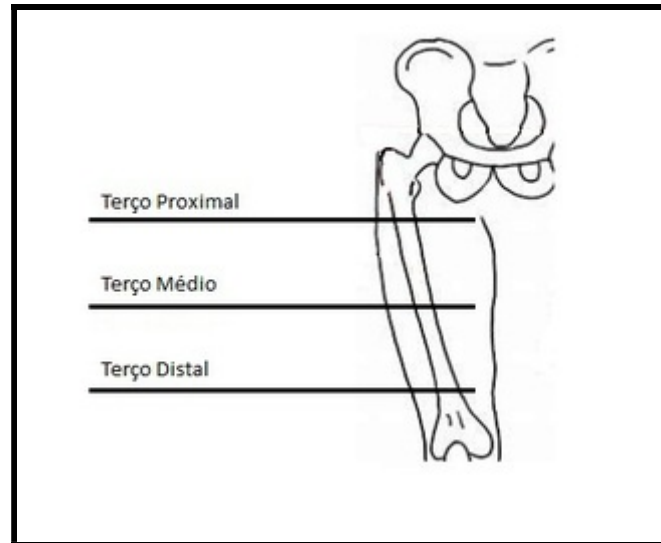


Figura 2 – Níveis da amputação transfemoral

Fonte: Google Imagens (2013)

É um dos procedimentos médicos mais frequentes em relação as amputações, leva o indivíduo a perder duas articulações de grande relevância para a funcionalidade, o joelho e o tornozelo, duas estruturas ligadas de forma intrínseca com o sistema nervoso central e que enviam constantemente informações proprioceptivas e sensoriais ao cérebro. Desta forma, estas articulações estão relacionadas com as principais atividades funcionais de locomoção do indivíduo, principalmente em posição ortostática, como a marcha, dentre outras atividades de vida diária. Este tipo de amputação requer uma prótese transfemoral, se assim for a vontade do amputado, para que o mesmo possa se locomover em posição ortostática através de uma marcha independente ou semi-independente. (DOMINGUES, 2016).

A ATF leva o indivíduo a apresentar alterações músculo-esqueléticas importantes para sua funcionalidade, como alterações no tecido conjuntivo ou ósseo, alterando a postura e/ou os movimentos repetidos de vida diária, devido a seu déficit funcional. Neste sentido, torna-se evidente o papel do fisioterapeuta para ajudar o paciente a desenvolver suas estratégias e habilidades diante de sua condição, e através de uma boa escolha do material, tipo de encaixe, tipo de joelho, e intervenções como analgesia, dessensibilização, fortalecimento muscular e ganho de amplitude de movimento principalmente através de exercícios ativos a fisioterapia pode se apresentar como o melhor caminho para a reabilitação destes indivíduos. (GOUBIN, 2018).

## 4.2 PRÓTESE TRANSFEMORAL E SEUS COMPONENTES

O desenvolvimento de tecnologias direcionadas a protetização vem se destacando na área médica devido a possibilidade de melhora diante dos déficits das próteses mais comuns. Os novos modelos, processos de fabricação e desenvolvimento de sistemas das novas próteses possibilitam grande avanço na qualidade de vida dos pacientes amputados, garantindo maior mobilidade, redução de gasto energético, aceitação e reabilitação em menor tempo. (BALARDINA et al., 2018).

Para as ATF's existe uma variedade muito abrangente de dispositivos protéticos possíveis. Para a escolha do melhor tipo de prótese faz-se necessário levar em consideração diversos aspectos que relacionam o dispositivo ao indivíduo que irá receber a prótese, dentre estes: Identificar o nível de amputação; classificar de forma qualitativa e quantitativa o nível de atividade a partir de escalas que mensuram o nível de atividade do indivíduo; características específicas do coto. Estas informações são de fundamental importância para a escolha das peças que irão compor a prótese. (INSTITUTO NACIONAL DO SEGURO SOCIAL, 2017).

Entre os componentes necessários para a construção de uma típica prótese transfemoral estão um pé protético, adaptador, corpo tubular, uma articulação de joelho, um encaixe e adaptadores para o encaixe da prótese no coto, demonstrado na Figura 3. Avanços tecnológicos especialmente nos componentes protéticos nos últimos anos, têm como objetivos diminuir o consumo energético e aumentar a mobilidade dos amputados protetizados. (BONA; PEYRÉ-TARTARUGA, 2011).

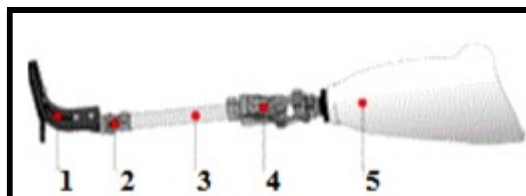


Figura 3 – componentes da prótese transfemoral: 1- pé; 2- adaptador; 3- corpo tubular; 4- Joelho; 5- Encaixe

Fonte: (SENRA; SILVA; SEABRA, 2017).

A função do encaixe destaca-se em interligar o coto e a prótese, a escolha do encaixe correto deve ser feita com cuidado, já que o maior risco envolvendo a escolha do encaixe errado é o comprometimento da circulação e o controle dos movimentos. Entre os principais tipos de encaixe estão o de contenção quadrilátera e os de contenção isquiática, onde os de contenção quadrilátera são indicados para pacientes que apresentam tônus muscular diminuído e o coto curto (nível proximal de amputação). Este tipo de encaixe gera desconforto na região isquiática e leva o membro a uma abdução de fêmur que acaba gerando uma marcha com inclinação lateral. (NETO, 2018).

#### 4.2.1 Adaptadores de Encaixe

Os componentes de adaptação de encaixe são importantes para que a prótese não seja desacoplada do encaixe nos momentos em que não há descarga de peso sobre a prótese funcionando como sistemas de suspensão. Entre estes componentes podem ser citados as válvulas de sucção, cintos, bolsas pneumáticas e os *liners*. (NETO, 2018).

Os sistemas de sue amputado dentre estes estão o estado de saúde, peso corporal, nível de atividades suspensão são selecionados através das características e expectativas do patient, comprimento e formato do coto, condições dermatológicas, circulação sanguínea e características ambientais onde o paciente está inserido. (SENRA; SILVA; SEABRA, 2017).

Dentre estes componentes os *liners* podem ser destacados pois além de ajudar na suspensão da prótese este componente tem a função de proteger as partes moles, são indicados para pacientes que apresentam condições específicas como má condições de partes moles, cotos que apresentam a musculatura flácida e aqueles que apresentam dificuldade para a suspensão adequada. (INSTITUTO NACIONAL DO SEGURO SOCIAL, 2017).

#### 4.2.2 Joelho Protético

Joelhos protéticos diferenciam-se através do tipo de mecanismo atuador, que podem ser classificados como: articulações ativas, que utilizam motor elétrico,

dispositivos pneumáticos ou hidráulicos; articulações passivas, que não demandam gasto energético e são capazes de armazenar energia através do próprio design da prótese; articulações semi-ativas que são controladas por amortecedores inteligentes, estes atuam impondo uma força mais elevada de amortecimento não produzindo força ativa. (DA CRUZ, 2017).

A maioria dos pacientes amputados transfemorais fazem uso dos joelhos do tipo passivo, estes são os modelos mais simples e utilizam um mecanismo de bloqueio do joelho para a realização dos movimentos de flexão e extensão. Sendo o tipo mais comum, no joelho de eixo único (passivo) a flexão e a extensão ocorrem em torno de um único eixo. Confiabilidade, simplicidade, baixa necessidade de manutenção e baixo custo apresentam-se como vantagens deste tipo de joelho protético, são utilizados mais comumente em países de terceiro mundo em desenvolvimento. (TANG et al, 2008).

Um dos avanços mais significativos no design de próteses de eixo único foi controle de oscilação por fricção que permite o controle da fase de balanço durante a marcha, este permite através de um mecanismo de fricção sobre o eixo do joelho certo grau de controle de giro do eixo, sua desvantagem encontra-se em funcionar bem em apenas uma cadência de passada e na dificuldade de sua utilização em terrenos irregulares. (TANG et al, 2008).

#### **4.2.3 Corpo Tubular**

O corpo tubular apresenta-se como o componente mais simples das próteses, esta peça realiza a ligação do joelho ao pé protético. É conectado através de adaptadores que integram as extremidades de sua diáfise garantindo uma rígida estabilidade entre os componentes. Por opção do amputado o corpo tubular pode ser personalizado a partir de uma cobertura estética, que pode ser composta por uma cobertura que traz uma aparência morfológica mais natural ou por coberturas personalizadas, a critério do paciente, conforme demonstrado na Figura 4. (MOREIRA, 2015).





Figura 4 – Cobertura estética fabricada a partir da impressão em 3D (UNYQ®) e coberturas de aparência morfológica natural (Westcoast QuickLite®)

Fonte – (MOREIRA, 2015)

#### 4.2.5 Pé Protético

Podem ser divididos em estáticos ou dinâmicos, os pés estáticos apresentam características como: Não possuem componentes articulados e serem mais resistentes, necessitando assim de menos manutenção, custo financeiro acessível, absorverem e retornarem menos energia do que os pés de resposta dinâmica e serem projetados para amputados que não são tão ativos e realizam pouca deambulação sem alteração de cadência da passada. Já os pés de resposta dinâmica permitem movimentos que imitam a dorsiflexão e a flexão plantar, proporcionando maior estabilidade ao joelho protético, sendo benéfica para amputados de nível mais proximal de amputação, por outro lado exige manutenção periódica. (MOREIRA, 2015).

#### 4.2.5 Utilização de Próteses Fabricadas em Impressora 3D na Amputação de Membros Inferiores

Milhões de pessoas no mundo vivem em uma condição com a qual não esperavam contar após passarem pelo processo traumático da amputação. Infelizmente, na maioria das vezes a reabilitação de amputados é um processo muito doloroso, lento, desmotivador e muitas vezes impreciso. Uma das mais difíceis, complexas e relativas áreas de tratamento medicinal é a reabilitação, em vista dessa complexidade, a área médica vem se beneficiando cada vez mais com as novas tecnologias, particularmente através das que envolvem a computação, tornando cada vez mais prático o atendimento em todas as suas fases, tanto no

diagnóstico quanto nas intervenções adequadas até a total reabilitação dos pacientes. (REALAN et al, 2018).

A inclusão social de indivíduos deficientes também se faz presente através da tecnologia assistiva e seus recursos são subdivididos de acordo com os objetivos funcionais como: Auxílios para a vida diária e vida prática; Comunicação aumentativa e alternativa; Recursos de acessibilidade ao computador; Sistemas de controle de ambiente; Projetos arquitetônicos para acessibilidade; Órteses e próteses; Adequação Postural; Auxílios de mobilidade; Auxílios de qualificação da habilidade visual e recursos que ampliam a informação a pessoas com baixa visão ou cegas; auxílios para pessoas com surdez ou com déficit auditivo; mobilidade em veículos; Esporte e lazer. (RODRIGUES JÚNIOR; DE SOUZA CRUZ; SARMANHO, 2018).

Sendo um dos produtos da tecnologia assistiva, as próteses são peças artificiais que substituem partes ausentes do corpo. (RODRIGUES JUNIOR; DE SOUZA CRUZ; SARMANHO, 2018). Através da tecnologia da impressão em 3D é possível a confecção de objetos em um curto período de tempo. Na área médica, as impressoras 3D já estão se consolidando como novo método de abordagem para a aplicação de órteses e próteses artificiais em pacientes que nasceram com más formações congênitas ou passaram pelo processo traumático de amputação. Além da maior facilidade e praticidade para a confecção das órteses e próteses, a impressão em 3D permite que o material seja fabricado de maneira personalizada, conforme ilustrado na Figura 5, individualizada e com encaixe e tamanho exatos. (SANCHES et al, 2017).



Figura 5 – Prótese transtibial fabricada através da impressão 3D

Fonte – Google Imagens

A anatomia de cada indivíduo apresenta-se de maneira semelhante ao mesmo tempo em que é considerada completamente diferente uma da outra, isso se deve a fatores intrínsecos e extrínsecos que estão relacionados com a individualidade de cada pessoa onde cada paciente apresenta uma estrutura de alta complexidade anatômica, cinesiológica e biomecânica. Tendo em vista este fator, o uso de impressoras 3D é algo transformador no processo da confecção de próteses e traz como principais vantagens o refinamento das adaptações para cada indivíduo, a não utilização de materiais que podem apresentar-se desvantajosos para o processo de reabilitação, sem sobreposições ou costuras, uma estética mais agradável e menor custo dentre outras adaptações já existentes no mercado. (RODRIGUES JÚNIOR; DE SOUZA CRUZ; SARMANHO, 2018).

A computação gráfica, em muitas situações utiliza modelos em 3D reais do corpo humano, sendo esta uma exigência de mercado que visa a maior proximidade possível destes gráficos com a realidade em animações, jogos virtuais, interação cibernética e realidade virtual. Este nicho de mercado dispõe de ferramentas como luz estruturada ou varredura a laser, que proporcionam modelos detalhados em digitalização 3D. Estes métodos, no entanto são considerados inacessíveis devido ao custo financeiro elevado e necessidade de conhecimento técnico especializado para a operação. (TONG et al, 2012).

Como opção de barateamento do processo de produção destas próteses através do tridimensionamento, Tong et al (2012) e Brendler et al (2014) descrevem em seus trabalhos como opção o uso do Microsoft Kinect. Este dispositivo possui custo ínfimo em comparação com os dispositivos de scanner 3D mais sofisticados, além de ser prático, portátil e fácil de ser operado. Os dados tridimensionais colhidos através da digitalização 3D com o Kinect são convertidos em um programa de software que transforma esses dados em uma malha 3D, demonstrado na Figura 6.

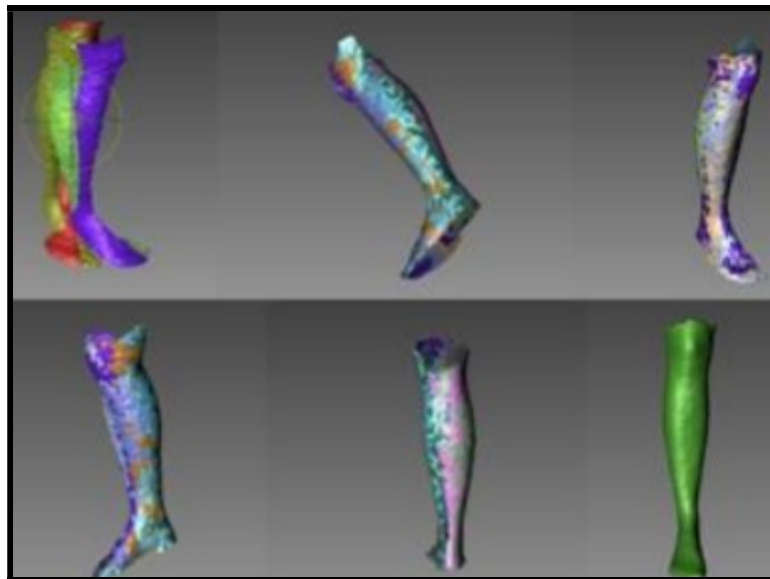


Figura 6 – Pós processamento em software

Fonte: (BRENDLER et al., 2014)

Com o auxílio de softwares a digitalização em 3D é uma tecnologia que proporciona dados de objetos reais para produzir modelos tridimensionais digitais permitindo a aquisição de curvas, texturas e detalhes de superfícies com vantajosa precisão, o que pode ser muito proveitoso para a projeção de produtos de tecnologia assistiva como as órteses e próteses. (BRENDLER et al, 2014).

O uso da impressora 3D é algo inovador no Brasil, sendo possível a confecção das adaptações de forma personalizada e exata de acordo com a anatomia do amputado através de outras ferramentas de avaliação como o Scanner 3D, ilustrado na Figura 7. (AMARAL et al., 2017).



Figura 7 – Modelo de impressora 3D

Fonte- Google imagens

Apesar do aumento da produção de softwares e de equipamentos de Tecnologia assistiva, o uso da impressora 3D para confecção de adaptações para pacientes com disfunções físicas ainda é uma novidade no Brasil. Este recurso poderá possibilitar facilmente o refinamento das adaptações de acordo com cada paciente e extinguir o uso de alguns materiais que causam incômodos, como o velcro. Poderá permitir o ajuste perfeito, sem sobreposições ou costuras, que é bastante comum nas adaptações feitas com termoplásticos, como também, em alguns casos, melhorar a estética do produto. Além das vantagens apontadas ainda possui custo inferior se comparada com as adaptações já existentes no mercado. (AMARAL et al, 2017).

#### 4.3 ALTERAÇÕES FISIOLÓGICAS E BIOMECÂNICAS DO AMPUTADO TRANSFEMORAL UNILATERAL

Alterações anatômicas como a perda de musculatura de membro inferior, movimentos compensatórios na articulação coxofemoral, pélvis e tronco durante a marcha podem ser verificados como distúrbios biomecânicos no amputado transfemoral onde o mesmo depende de um membro artificial para suportar o seu peso corporal. (KAUFMAN, FRITTOLI; FRIGO, 2012).

Estas alterações podem acarretar no desenvolvimento de comorbidades de cunho estrutural em outros segmentos corporais como lesões cutâneas, osteoartrite, escoliose, dor lombar, diminuição da densidade mineral óssea além da diminuição

da funcionalidade do indivíduo em realizar atividades de vida diária. (RIBEIRO, 2017).

#### **4.3.1 Alterações Dermatológicas**

Os problemas dermatológicos são menos comuns entre os amputados transfemorais tendo uma proporção de 4:1 em relação a amputados transtibiais. Problemas de pele no membro residual são comuns ao paciente que sofreu amputação de membros inferiores e utiliza uma prótese substitutiva. Estes problemas de pele podem causar dor e desconforto. Os tratamentos destas disfunções dermatológicas requerem que o amputado deixe de utilizar a sua prótese por um período prolongado, período este que pode causar diversas situações onde o indivíduo pode ser afetado físico, mental e emocionalmente. (DUDEK et al., 2005).

O membro residual amputado é vulnerável a vários problemas dermatológicos, como úlceras, cistos e dermatite de contato. Vários fatores contribuem para o desenvolvimento destes problemas dentre os principais estão: A pele não é um tecido preparado fisiologicamente para adaptar-se e suportar as pressões aplicadas ao membro residual pela prótese. E o fator do encaixe ajustado criar um ambiente fechado concentrando a transpiração neste local e facilitando a proliferação de bactérias. Outro fator que é levado em consideração é o tipo de material da interface entre o membro residual e a prótese, através deste podem ocorrer irritações ou reações alérgicas à pele subjacente. (DUDEK et al., 2005).

#### **4.3.2 Alterações Cardiovasculares**

As amputações, principalmente do tipo traumática evidenciam alterações cardiovasculares importantes, o que aumenta a morbidade e mortalidade desta população por esta causa em relação a população geral. (ORNELAS, 2016).

Em estudo de caso-controle que comparou as variáveis hemodinâmicas entre indivíduos com amputação transtibial que utilizam prótese e um grupo controle composto por indivíduos sem amputação onde a frequência cardíaca dos amputados mostrou-se elevada em relação ao grupo controle tanto em posição ortostática quanto em posição supina. (BRITTO, 2014).

As doenças cardiovasculares apresentam-se como fator de redução da mobilidade de pacientes que sofreram amputação de membros inferiores. Em uma revisão sistemática proposta por Kaptein et al (2018) que analisou a interferência das doenças cardiovasculares durante a reabilitação de pacientes amputados de membros inferiores concluiu-se que doenças cardiovasculares são um fator redutivo da chance de protetização e que os pacientes com esta comorbidade apresentam piores resultados em relação a mobilidade.

### **4.3.3 Alterações Biomecânicas**

Pacientes que sofreram amputação transfemoral apresentam aspectos como a descarga de peso, propulsão e a base na absorção de forças e choques também se mostram prejudicadas, além da diminuição da marcha e maior gasto energético durante sua execução. (BALARDINA et al., 2018).

Brito et al (2005), destaca em seu relato de caso que pacientes amputados transfemorais costumam ter um padrão de flexão e abdução de quadril podendo desenvolver importantes contraturas prejudicando a amplitude de movimento do coto, a capacidade do indivíduo de permanecer em posição ortostática, o alinhamento da prótese e a marcha protética.

Em indivíduos amputados há uma diminuição no torque muscular, sendo este um fator substancial para a estabilização da articulação do quadril do membro amputado. Além destes fatores há assimetria na marcha entre o membro residual e o coto que pode ser observada através da amplitude de movimento, comprimento e largura da passada, variáveis de tempo durante as fases da marcha e os componentes relacionados a força de reação ao solo. (RUTKOWSKA-KUCHARSKA; KOWAL; WINIARSKI, 2018).

A distribuição da força de reação ao solo assimétrica em sujeitos submetidos à ATF pode resultar na disposição do indivíduo em proteger o membro amputado, diminuindo a carga e compensando com o membro não acometido mudando o centro de massa em direção a este. A carga assimétrica prolongada é conhecida como preditor de atrofia em coto muscular, sobrecarga e alterações degenerativas. (RUTKOWSKA-KUCHARSKA; KOWAL; WINIARSKI, 2018).

Em relação a marcha, o amputado adquire um padrão definido como uma marcha atípica, que geralmente não possui um padrão simétrico e suave onde os deslocamentos verticais e laterais do centro de massa se destacam durante as fases da marcha, trazendo como principal consequência diferenças nas características de inércia e a diminuição da capacidade de gerar força interna e torque, além do maior gasto energético durante a marcha. (RIBEIRO, 2017).

A marcha do amputado transfemoral quando comparada com a marcha normal, o amputado diminui a velocidade de sua marcha para controlar a súbita flexão protética do joelho. A extensão do joelho é mantida por tempo até 40% maior na fase de apoio, a sequência de ativação muscular permanece a mesma, porém durando mais tempo, além dessas alterações, os músculos extensores do quadril e flexores plantares do tornozelo da perna contralateral à amputação precisam gerar maior torque e potência para promover o corpo a frente demandando maior gasto energético. (CERQUEIRA et al., 2013).

#### 4.4 ATUAÇÃO FISIOTERAPÊUTICA NA REABILITAÇÃO DE AMPUTADOS TRANSFEMORAIS UNILATERAIS

O paciente amputado passa por todos os processos médicos e de reabilitação até que se apresente hemodinamicamente estável, desde o atendimento de urgência e emergência (quando ocorre na forma traumática) até o atendimento ambulatorial em sua reabilitação anatomofuncional e reinserção social em sua nova condição, exigindo assim, o trabalho multidisciplinar de profissionais como médicos, enfermeiros, fisioterapeutas, nutricionistas, psicólogos e assistentes sociais. (VARGAS et al, 2016).

Segundo portaria SAS/MS Nº 661, de 02 de dezembro de 2010, o Sistema Único de Saúde (SUS) reconhece a competência dos profissionais Fisioterapeutas e Terapeutas Ocupacionais na prescrição de órteses, próteses e materiais especiais não relacionados ao ato cirúrgico. (BRASIL, 2010).

Sendo assim, o indivíduo deve receber atenção reabilitativa precoce, visando sua funcionalidade e adaptação a nova condição, seja com a protetização ou sem, proporcionando ao mesmo tempo a readaptação social, reinserção no mercado de trabalho e reabilitação total como indivíduo que faz parte de uma sociedade e



contribui para seu crescimento e desenvolvimento. (LIMA; CHAMLIAN; MASIERO, 2016).

A literatura traz que, no geral, o processo de reabilitação do amputado obedece a três fases: avaliação geral do paciente, reabilitação pré-protética e reabilitação pós-protética. Complicações como, por exemplo, a dor fantasma podem impedir ou retardar o processo de reabilitação dos pacientes amputados requerendo assim, antes de tudo que o paciente apresente um bom estado geral para a reabilitação. (LIMA; CHAMLIAN; MASIERO, 2016).

#### **4.4.1 Avaliação Geral do Paciente Amputado**

Em um estudo de caso, Dall'agonol de Brito et al (2008) descrevem a importância da perimetria e goniometria realizada de forma periódica em pacientes transfemorais durante 6 meses divididas em: Período antes do tratamento, 4 meses de tratamento e última sessão de tratamento onde o paciente apresentou melhoras significativas em relação ao edema, graus de movimentos comprometidos assimetrias de perimetria entre o coto e o membro não acometido.

Pacientes que sofreram ATF apresentam gasto energético elevado em relação a indivíduos normais e indivíduos com amputação a níveis inferiores, o que está ligado diretamente à possibilidade de sua capacidade funcional e força muscular periférica estarem diminuídas sendo que quanto mais alto o nível de amputação maior o gasto energético para a realização da marcha. Silveira et al (2005) descrevem em um estudo de caso-controle a utilização do teste *timed up and go* (TUG) para avaliar a capacidade funcional e o equilíbrio, teste de 01 repetição máxima (01RM) para avaliar a força muscular periférica e a manovacuumetria para a avaliação da força muscular respiratória e função pulmonar entre amputados transfemorais protetizados e indivíduos completamente saudáveis, tendo como resultados significativa diferença no teste TUG e nenhuma diferença significativa na força muscular periférica e força muscular respiratória.

Longato et al (2017) descrevem em estudo de caso o ganho de equilíbrio e funcionalidade do amputado transfemoral unilateral através de um programa de exercícios baseados no método isostretching realizando a avaliação através da

escala de Berg Versão brasileira para mensuração do equilíbrio estático e dinâmico de um paciente que sofreu ATF unilateral e utilizava uma prótese para deambular.

Para a prescrição de próteses existem critérios definidos em relação a possibilidade de protetização, a necessidade do indivíduo de utilizar uma prótese e o nível de funcionalidade do amputado, estes critérios devem ser levados em consideração na prescrição ou não prescrição das próteses e, no caso de prescrição, na escolha do melhor componente protético para o indivíduo. (HAFNER; SMITH, 2009). Hafner et al (2009) evidenciam através da tabela de classificação do nível de atividade através dos níveis de classificação funcional do Medicare (MFCL – Medicare Functional Classification Level) ou “k levels” (Anexo 1) critérios para a prescrição ou embargo da prótese.

#### **4.4.2 Pré-protetização**

Os programas de reabilitação de amputados, de modo geral, objetivam a funcionalidade do indivíduo com o coto para que o mesmo desenvolva habilidades motoras que não dependam do membro perdido ou de uma prótese. Em seguida, deve-se preparar o amputado e o coto para receber a prótese e a partir desta conduta guiar o paciente em seu uso utilizando-se de propostas terapêuticas que objetivem a completa independência funcional do paciente. Tais condutas podem basear-se em diferentes métodos desde que respeitem um protocolo de evolução para o paciente destacando dentre os objetivos a dessensibilização, ganho de força muscular, ganho de habilidades motoras, coordenação e propriocepção. (MATSUMURA; DE RESENDE; CHAMLIAN 2013).

Sendo assim na fase de pré-protetização o fisioterapeuta deve estar apto a realizar o enfaixamento “em 8” do coto, tal conduta promove um melhor retorno venoso, controle do edema, previne deformidades e prepara o coto para receber a prótese, demonstrado na Figura 8. (MATSUMURA; DE RESENDE; CHAMLIAN, 2013).

A mobilização e fortalecimento do membro contralateral e membros superiores à amputação são de extrema importância para a funcionalidade do indivíduo amputado na fase de pré-protetização, pois sua musculatura será mais recrutada com a ausência do membro contra-lateral. Para o alcance de tal objetivo,

utilizam-se condutas baseadas em alongamentos dos membros inferiores, fortalecimento, descarga de peso e treino de coordenação motora, propriocepção, treino de marcha com flexão de quadril e joelho, resistência cardiorrespiratória e dessensibilização do coto. (JUNIOR; MELO; MONNERAT, 2009).



Figura 8: Enfaixamento “em 8” de coto transtibial

Fonte: (MATSUMURA; DE RESENDE; CHAMLIAN, 2013)

#### 4.4.3 Pós-protetização

Uma das complicações de amputados transfemorais durante a fase de pós protetização é a assimetria bilateral de torque em quadril entre membro intacto e membro amputado. Esta deve ser corrigida ao máximo pois diferenças significativas entre o membro residual e o coto podem levar a tensão e mudanças degenerativas. (RUTKOWSKA-KUCHARSKA; KOWAL; WINIARSKI, 2018).

Schafer et al (2018) descrevem em seu trabalho um protocolo de exercícios que visam o ganho de flexibilidade, força, balanço dinâmico e condicionamento cardiovascular compostos por circuitos de marcha funcional, alongamento dinâmico

e estático de grupos musculares, exercícios dinâmicos concêntricos e excêntricos como agachamentos, abdominais, subir degraus, flexão plantar, abdução de quadril e o uso de aparelhos mecanoterápicos como resistência elástica, halteres e pesos que proporcionam pegadas distintas na realização exercícios específicos em superfícies estáveis e instáveis e condicionamento cardiovascular em cicloergômetro.

Diante deste protocolo houve um número reduzido de quedas e mudanças na marcha, incluindo velocidades de caminhada mais rápidas, melhora da função do tornozelo do membro intacto e melhora bilateral da funcionalidade do quadril. Estes resultados mostram mudanças importantes e positivas, pois os déficits distais da amputação devem provir de compensações proximais. (SCHAFER; PERRY; VANICEK, 2018).

Sendo assim, pode-se afirmar que a principal meta da reabilitação do amputado não é o alcance da marcha funcional, e sim melhorar sua qualidade de vida, se possível evoluindo para a marcha com auxílio da prótese. Fatores sociais e físicos como força, equilíbrio, condições do coto de amputação, habilidade para levantar, andar e sentar estão associadas à mobilidade do paciente, sendo esta essencial para a reabilitação física destes indivíduos. Podendo ser dividida em duas fases, a reabilitação de amputados inicia-se na fase pré-protética, onde estão incluídos cuidados com o coto, fortalecimento e alongamento dos músculos envolvidos além do treino de mobilidade com dispositivos auxiliares de marcha. Na fase protética o indivíduo deve ser orientado e treinado para desenvolver a habilidade de vestir e andar com a prótese. (CHAMLIAN, 2013).

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante do exposto, pôde-se observar que a amputação transfemoral constitui-se de uma perda anatômica funcional, presentes em membros inferiores, estando essa relacionada diretamente na capacidade do indivíduo de realizar suas atividades de vida funcionais. Nesse contexto, as tecnologias assistivas evoluem de forma ininterrupta, principalmente em países mais desenvolvidos. Portanto, fica clara a necessidade do fisioterapeuta como reabilitador de indivíduos que sofreram amputação e utilizam prótese, em obter conhecimento mais aprofundado em relação aos componentes protéticos devido à diversidade de suas características específicas que cada tipo de prótese traz, para que a reabilitação seja realizada da forma mais segura, dinâmica e proveitosa diante da amputação transfemoral unilateral.

Verificou-se também, que independente do avanço tecnológico das próteses, a reabilitação física através da fisioterapia é essencial para os pacientes que sofreram amputação transfemoral unilateral, estando estas tecnologias longe de automatizarem o processo de adaptação do paciente a prótese. Visto que, através da fisioterapia o paciente amputado consegue evoluir da perda anatômica para o ganho funcional através de técnicas e protocolos de tratamento que promovem o ganho de massa muscular, força, equilíbrio e adaptação funcional, podendo assim evoluir para a marcha protética.

A fisioterapia apresenta papel crucial na reabilitação da amputação transfemoral nas três fases inerentes ao processo de protetização, prevenindo e tratando possíveis complicações. Observa-se, que o profissional capacitado para prescrever o uso de próteses deve atentar-se para os aspectos técnicos em relação aos componentes das próteses, visto que diante de cada modelo ou protótipo existem funções diferentes para pacientes diferentes.

Dessa maneira, para a existência da equidade e qualidade em relação ao tratamento no período de pós-protetização e o alcance do máximo de funcionalidade e qualidade de vida dos pacientes através da fisioterapia, é necessário que o profissional respeite as limitações e aproveite ao máximo as vantagens proporcionadas pela prótese, da mais simples até a mais sofisticada, desde o

paciente que deambula apenas para atividades de vida diária até indivíduos para-atletas.

Neste presente estudo, pode se observar o avanço ininterrupto das tecnologias assistivas em favor de pacientes que sofreram amputação de membros inferiores destacando a tecnologia de impressão tridimensional como o futuro dos processos de montagem das próteses, suas vantagens e desvantagens assim como os benefícios que ela pode proporcionar para os processos da protetização. Tratando-se de um tema novo, de um processo de manufatura que se encontra em desenvolvimento, há poucos trabalhos que evidenciam pacientes que fazem uso de próteses fabricadas através da impressora 3D, fazendo-se necessário que haja futuras pesquisas em relação ao tema, principalmente àqueles que investigam como se dá a reabilitação específica em relação aos pacientes que utilizam este tipo de prótese assim como suas vantagens e desvantagens.

## REFERÊNCIAS

AMARAL, Daniela Salgado et al. Tecnologia assistiva em 3D para pessoas com déficit de função manual por doença de parkinson/Assistive Technology in 3d for people with manual function deficit in parkinson's disease. **Revista Interinstitucional Brasileira de Terapia Ocupacional-REVISBRATO**, v. 1, n. 4, p. 465-474, 2017.

ATLS Subcommittee, American College of Surgeons' Committee on Trauma, International ATLS Working Group. **Advanced trauma life support (ATLS®): the ninth edition**. J Trauma Acute Care Surg 2013;74:1363–1366

BALARDINA, Andressa Lorandi et al. Análise Cinemática Linear e Angular da Marcha em Pacientes Amputados Transfemorais Protetizados. **Journal of Health Sciences**, v. 20, n. 2, p. 125-130, 2018.

BONA, Renata Luísa; PEYRÉ-TARTARUGA, Leonardo Alexandre. Mecânica e energética da locomoção de amputados: uma revisão. **Pensar a Prática**, v. 14, n. 1, 2011.

BRASIL. Portaria SAS/MS nº 661, 02 de dezembro de 2010. **Consolida a estrutura organizacional da Tabela de Procedimentos, Medicamentos, Órteses, Próteses e Materiais Especiais (OPM) do Sistema Único de Saúde (SUS)**. Disponível em: <<http://www.mcj.com.br/portarias/66102122010.pdf>>. Acesso em: 20 out. 2018.

BRENDLER, Clariana Fischer et al. Digitalização 3D utilizando Kinect e sistemas CAD e CAM para confecção de órtese de membro inferior. In: **11º Congresso Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento em Design—P&D Design**. 2014.

BRITTO, Jussara Regina. **O efeito do uso da prótese sobre as variáveis hemodinâmicas e autonômicas cardíacas em amputados traumáticos de membro inferior**. 2014. P. 1-70 (Dissertação de requisito parcial a obtenção do grau de Mestre em educação física). Universidade Federal de Juiz de Fora. 2014. Disponível

em:<<https://repositorio.ufjf.br/jspui/bitstream/ufjf/5305/1/jussarareginapereirabritto.pdf>>. Acesso em: 14 novembro 2018.

CERQUEIRA, Alex Sandra Oliveira de et al. Ground reaction force and electromyographic activity of transfemoral amputee gait: a case series. **Revista Brasileira de Cineantropometria & Desempenho Humano**, v. 15, n. 1, p. 16-26, 2013.

CHAMLIAN, Therezinha Rosane et al. Dor relacionada à amputação e funcionalidade em indivíduos com amputações de membros inferiores. **Acta Fisiátrica**, v. 21, n. 3, p. 113-116, 2016.

CHAMLIAN, Therezinha Rosane; WEINTRAUB, Miriam; DE RESENDE, Juliana Mantovani. Análise funcional e prognóstico de marcha no paciente amputado de extremidade inferior. **Acta fisiátrica**, v. 20, n. 4, p. 200-206, 2013.

CHAVES, Leveson Ferreira. Abordagem do tratamento cinesioterapêutico na reabilitação na reabilitação das alterações biomecânicas da marcha na pós-protetização de indivíduos adultos submetidos à amputação unilateral transfemoral proximal-uma revisão bibliográfica. **REINPEC- Revista interdisciplinar Pensamento Científico**, v. 3, n. 1, 2017.

DA COSTA SANTOS, Andréa Carla Brandão; LEE, Daniela Lima Hyun Mi. Complicações pós-operatórias em amputados de membros inferiores. **Revista InterScientia**, Joao Pessoa, v.2, n.3, p.190-198, set./dez. 2014..

DA CRUZ, Manuel Jorge Soares Marques. Desenvolvimento de uma Prótese Transfemoral Ativa. 2017. Dissertação (Mestrado integrado em engenharia mecânica Especialização em Automação). - Faculdade de Engenharia Universidade do Porto. 2018. Disponível:<<https://repositorioaberto.up.pt/bitstream/10216/107665/2/218002.pdf>>. Acesso em: 7 outubro 2018.

DALL'AGNOL DE BRITO, Daniela; ISERNHAGEN, Fernanda Cristine; DEPIERI, Tatiane Zafanelli. Tratamento fisioterapêutico ambulatorial em paciente submetido à



amputação transfemoral unilateral por acidente motociclístico: estudo de caso. **Arquivos de Ciências da Saúde da UNIPAR**, v. 9, n. 3, 2008.

**DE LUCCIA, Nelson; DA SILVA, Erasmo Simão. Aspectos técnicos de amputações de membros inferiores.** Pitta GBB, Castro AA, Burihan E. *Angiologia e cirurgia vascular: guia ilustrado*. Maceió: UNCISAL/ECMAL & LAVA, **2003**.

DE OLIVEIRA VARGAS, Mara Ambrosina et al. Competências do profissional da saúde para o cuidado da pessoa com amputação. **Revista de Enfermagem da UFSM**, v. 6, n. 1, p. 123-133, 2016.

DOMINGUES, Catarina Vitória Pires. **Avaliação de próteses Transfemorais**. 2016. Dissertação (Mestrado em Engenharia Biomédica). Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto. 2016. Disponível em: <<https://repositorio-berito.up.pt/bitstream/10216/87859/2/159301.pdf>>. Acesso em: 14 outubro 2018.

DORNELAS, Lílian de Fátima. Uso da prótese e retorno ao trabalho em amputados por acidentes de transporte. **Acta Ortopédica Brasileira**, v. 18, n. 4, 2010.

GOUBIN, Nicolau. **Reabilitação de pacientes com amputação transfemoral unilateral**. 2018. P.1-17. (Monografia de fisioterapia) - Universidade Fernando Pessoa. 2018. Disponível em:<[https://bdigital.ufp.pt/bitstream/10284/6721/1/PG\\_34390.pdf](https://bdigital.ufp.pt/bitstream/10284/6721/1/PG_34390.pdf)>. Acesso em: 15 outubro 2018.

INSTITUTO NACIONAL DO SEGURO SOCIAL. **Manual sobre prescrição de Órteses, Próteses Ortopédicas não implantáveis e Meios auxiliares de locomoção**. - Brasília, 2017.

JÚNIOR, Jorge Lopes Rodrigues; DE SOUZA CRUZ, Larissa Maria; SARMANHO, Ana Paula Santos. Impressora 3D no desenvolvimento das pesquisas com próteses/3D Printer in the development of researches with prosthesis. **Revista Interinstitucional Brasileira de Terapia Ocupacional-REVISBRATO**, v. 2, n. 2, p. **398-413**, 2018.

JUNIOR, Paulo Cesar Nunes; MELLO, Marcelo A. de; MONNERAT, Eduardo. Tratamento fisioterapêutico na fase pré-protetização em pacientes com amputação transtibial unilateral. **Fisioter. Bras**, p. 294-299, 2009.

KAPTEIN, Sara; GEERTZEN, Jan HB; DIJKSTRA, Pieter U. Association between cardiovascular diseases and mobility in persons with lower limb amputation: a systematic review. **Disability and rehabilitation**, v. 40, n. 8, p. 883-888, 2018.

KAUFMAN, Kenton R.; FRITTOLI, Serena; FRIGO, Carlo A. Gait asymmetry of transfemoral amputees using mechanical and microprocessor-controlled prosthetic knees. **Clinical Biomechanics**, v. 27, n. 5, p. 460-465, 2012.

LIMA, Karla Barros Bezerra; CHAMLIAN, Therezinha Rosane; MASIERO, Danilo. Dor fantasma em amputados de membro inferior como fator preditivo de aquisição de marcha com prótese. **Acta Fisiátrica**, v. 13, n. 3, p. 157-162, 2016.

LOPES, Joana Susete Oliveira Lima. Desenvolvimento de Prótese Transtibial Sustentável-Aplicação de tecnologias apropriadas. 2017.

MACEDO, Márcia Cristina Matos et al. Retorno ao trabalho de pacientes com amputação traumática de membros inferiores. **Acta Fisiátrica**, v. 20, n. 4, p. 179-182, 2016.

MATSUMURA, Adriane Daolio; DE RESENDE, Juliana Mantovani; CHAMLIAN, Therezinha Rosane. Avaliação pré e pós protética da circunferência dos cotos de amputados transtibiais. **Acta Fisiátrica**, v. 20, n. 4, p. 194-199, 2013.

MOREIRA, Ricardo Manuel Martins. Desenvolvimento de uma prótese infantil adaptável. 2015. **Dissertação de Mestrado**. Universidade de Aveiro.

NETO, Alberto Rodrigues. **PROJETO MECÂNICO DE UMA PRÓTESE TRANSFEMORAL ATIVA COM ATUADOR ELÁSTICO EM SÉRIE**. 2018. Tese de Doutorado. Universidade Federal do Rio de Janeiro.

ORNELAS, Daniela Correia. **Variabilidade da frequência cardíaca de amputados transfemorais ativos antes e após teste de esforço físico máximo.** 2016. P. 1-44. (Monografia de fisioterapia) - Universidade de Brasília- UnB. 2016. Disponível em: <<http://www.bdm.unb.br/handle/10483/13802>>. Acesso em: 4 novembro 2018.

PASTRE, Carlos M. et al. Fisioterapia e amputação transtibial. **Arq Ciênc Saúde**, v. 12, n. 2, p. 120-124, 2005.

REALAN, Maurício et al. Desenvolvimento de Uma Solução Computacional Aplicada no Acompanhamento do Processo de Reabilitação Física em Pacientes Amputados de Membros Inferiores. **Anais do Computer on the Beach**, p. 392-401, 2018.

RIBEIRO, Ana Soraia. **Análise das alterações biomecânicas na marcha em amputados transfemorais.** 2017. P. 1-18. (Monografia de fisioterapia) - Universidade Fernando Pessoa. 2017. Disponível em:<[https://bdigital.ufp.pt/bitstream/10284/5874/1/PG\\_23655.pdf](https://bdigital.ufp.pt/bitstream/10284/5874/1/PG_23655.pdf)>. Acesso em: 31 outubro 2018.

RUTKOWSKA-KUCHARSKA, Alicja; KOWAL, Mateusz; WINIARSKI, Sławomir. Relationship between Asymmetry of Gait and Muscle Torque in Patients after Unilateral Transfemoral Amputation. **Applied bionics and biomechanics**, v. 2018, 2018.

SANCHES, Paulo Roberto Stefani et al. Aplicação de impressão 3D para desenvolvimento de modelador vaginal customizado. **Clinical and biomedical research. Porto Alegre**, 2017.

SCHAFER, Zoe A.; PERRY, John L.; VANICEK, Natalie. A personalised exercise programme for individuals with lower limb amputation reduces falls and improves gait biomechanics: A block randomised controlled trial. **Gait & posture**, v. 63, p. 282-289, 2018.

SENRA, Patrícia Arantes; SILVA, Luís F.; SEABRA, Eurico. Estudo e concessão de um sistema de encaixe rápido e simples para próteses de membros inferiores. 2017.

SILVEIRA, Juliana Faleiro et al. Avaliação da capacidade funcional, força muscular e função pulmonar de pacientes amputados e protetizados ao nível transfemural: estudo piloto. **Cinergis**, v. 16, n. 1, 2015.

TONG, Jing et al. Scanning 3d full human bodies using kinects. **IEEE transactions on visualization and computer graphics**, v. 18, n. 4, p. 643-650, 2012.

## ANEXOS

### Anexo 1 – Classificação do nível de atividade através dos níveis de classificação funcional do Medicare (MFCL – Medicare Functional Classification Level)

<b>Classificação do nível de atividade através dos níveis de classificação funcional do Medicare (MFCL – MEDICARE FUNCTIONAL CLASSIFICATION LEVEL)</b>	
MFLC-0	Não tem a capacidade ou o potencial de deambular ou transferir com segurança com ou sem assistência e prótese não melhora a qualidade de vida ou mobilidade
K1 MFLC-1	Tem a capacidade ou potencial de usar uma prótese para transferências ou deambulação em superfícies planas em cadência. Típico do ambulator doméstico limitado e ilimitado
K2 MFLC-2 -	Tem a capacidade ou o potencial de deambulação com a capacidade de atravessar barreiras ambientais de baixo nível tais como meio-fio, escadas ou superfícies irregulares. Típico do ambulator limitado da comunidade.
K3 MFLC-3	Tem a capacidade ou potencial para deambulação com cadência variável. Típico do ambulator da comunidade que tem a capacidade de atravessar a maioria das barreiras ambientais e pode ter vocacional, terapêutico ou exercício atividade que demanda utilização protética além da simples locomoção.
K4 MFLC-4	Tem a capacidade ou potencial para deambulação protética que excede as habilidades básicas de deambulação, exibindo alto impacto, estresse ou níveis de energia, típicos das exigências protéticas da criança, adulto ativo ou atleta.

Fonte: (HAFNER; SMITH, 2009)