PABLO MILLIONI ROSSI DOS REIS

TÂNTALO ALMEIDA DE OLIVEIRA CAMPOS

A EVOLUÇÃO DAS PRÓTESES DE MEMBROS INFERIORES PARA A MODALIDADE ATLETISMO E A POSSÍVEL INFLUÊNCIA NOS RESULTADOS DOS ATLETAS

VITÓRIA
2022

PABLO MILLIONI ROSSI DOS REIS

TÂNTALO ALMEIDA DE OLIVEIRA CAMPOS

A EVOLUÇÃO DAS PRÓTESES DE MEMBROS INFERIORES PARA A MODALIDADE ATLETISMO E A POSSÍVEL INFLUÊNCIA NOS RESULTADOS DOS ATLETAS

Trabalho de Conclusão de curso apresentado ao curso de graduação em Educação Física do Centro de Educação Física e Desportos da Universidade Federal do Espírito Santo, como requisito parcial para a obtenção do grau de Bacharel em Educação Física.

Orientador: Prof. Dr. Richard Diego Leite

VITÓRIA
2022

PABLO MILLIONI ROSSI DOS REIS

TÂNTALO ALMEIDA DE OLIVEIRA CAMPOS

A EVOLUÇÃO DAS PRÓTESES DE MEMBROS INFERIORES PARA A MODALIDADE ATLETISMO E A POSSÍVEL INFLUÊNCIA NOS RESULTADOS DOS ATLETAS

Trabalho de Conclusão de curso apresentado ao curso de graduação em Educação Física do Centro de Educação Física e Desportos da Universidade Federal do Espírito Santo, como requisito parcial para a obtenção do grau de Bacharel em Educação Física.

Aprovada em 23 de março 2022.

Banca Examinadora:

Prof. Dr. Richard Diego Leite (Orientador)

CEFD – Universidade Federal do Espírito Santo

Prof. Dr. José Luis dos Anjos

CEFD – Universidade Federal do Espírito Santo

Prof. Me. Hudson Renato de Paula Oliveira

Membro do Comitê Paralímpico Brasileiro

Vitória

2022

DEDICATÓRIA

A todos atletas paralímpicos e aos profissionais que se dedicam aos mesmos

AGRADECIMENTOS

Grato a DEUS, criador do Universo, pela nossa existência e por esse trabalho que somente foi possível pela inteligência a nós concedida e amparo nas barreiras e dificuldades que nos possibilitou superá-las.

À nossas famílias, pais, esposas, filhos pelo apoio e compreensão dos momentos em que estivemos ausentes. Não posso deixar de citar as primas Isabella e Sabrina pelo conhecimento e saber empregados neste trabalho.

Aos nosso grande Mestre e orientador Professor Dr. Richard Diego Leite, que nos incentivou a trabalhar neste tema.

Aos amigos e demais professores que sempre nos ajudaram durante todo o período da graduação.

Se você tem uma deficiência provavelmente não é culpa sua, mas ficar culpando o mundo ou esperar dó de alguém não vai te ajudar em nada.

Você deve manter um pensamento positivo e aproveitar o máximo de cada situação. Se você tem um problema físico, não pode se permitir ter um problema psicológico também.

Stephen Hawking

RESUMO

A prática esportiva proporciona benefícios ao indivíduo que a utiliza e tais benefícios se traduzem em redução do estresse, estímulo das atividades cognitivas, aumento da autoestima e elevação da percepção de bem-estar. Quando se trata de alguém que possui algum tipo de deficiência, a prática esportiva, além dos ganhos anteriormente citados, se torna também um meio de melhora da autonomia de aceitação de sua alteração física e proporciona aumento das interações sociais. A existência de uma competição a nível mundial como as Paralimpíadas demonstra que o adequado preparo dos atletas e as devidas adaptações pertinentes a cada modalidade e tipo de deficiência, com base na classificação funcional, levou à criação de equipamentos e próteses que, em razão dos avanços tecnológicos, proporcionaram alterações significativas nas práticas esportivas ao longo dos anos. Partindo deste ponto, esta pesquisa apresenta uma síntese do histórico das Paralimpíadas, seguindo um levantamento do uso das próteses pela humanidade adaptadas ao esporte. De maneira específica, o estudo visa a analisar a evolução das próteses de membros inferiores utilizadas no atletismo e a observar se esta evolução implicou em vantagem para o atleta paralímpico em comparação ao atleta olímpico (aquele que não utiliza próteses). A prática esportiva proporciona benefícios ao indivíduo que a utiliza e tais benefícios se traduzem em redução do estresse, estímulo das atividades cognitivas, aumento da autoestima e elevação da percepção de bem estar. Quando se trata de alguém que possui algum tipo de deficiência, a prática esportiva, além dos ganhos anteriormente citados, se torna também um meio de melhora da autonomia de aceitação de sua alteração física e proporciona aumento das interações sociais. A existência de uma competição a nível mundial como as Paralimpíadas demonstra que o adequado preparo dos atletas e as devidas adaptações pertinentes a cada modalidade e tipo de deficiência, com base na classificação funcional, levou à criação de equipamentos e próteses que, em razão dos avanços tecnológicos, proporcionaram alterações significativas nas práticas esportivas ao longo dos anos. Partindo deste ponto, esta pesquisa apresenta uma síntese do histórico das Paralimpíadas, seguindo um levantamento do uso das próteses pela humanidade adaptadas ao esporte. De maneira específica, o estudo visa a analisar a evolução das próteses de membros inferiores utilizadas no atletismo e a observar se esta evolução implicou em vantagem para o atleta paralímpico em comparação ao atleta olímpico (aquele que não utiliza próteses). Para isso foi feito um levantamento de referências bibliográficas e de registros olímpicos e paralímpicos, e a hipótese de uma possível vantagem não foi confirmada, a menos que o atleta se utilize de mecanismos não autorizados, como as próteses com recursos eletrônicos que permitem mecanismos além da biomecânica humana.

Palavras-chave: Paralimpíadas. Atletismo. Prótese.

ABSTRACT

Sports practice provides benefits to the individual who uses it and such benefits translate into reduced stress, stimulation of cognitive activities, increased self-esteem and increased perception of well-being. When it comes to someone who has some type of disability, sports practice, in addition to the aforementioned gains, also becomes a means of improving the autonomy of acceptance of their physical disability and provides an increase in social interactions. The existence of a worldwide competition such as the Paralympics demonstrates that the adequate preparation of athletes and the appropriate adaptations related to each modality and type of disability, based on the functional classification, led to the creation of equipment and prostheses that, due to technological advancements, have provided significant changes in sports practices over the years. Starting from this point, this research presents a synthesis of the history of the Paralympics, following a survey of the use of prostheses by humanity adapted to sport. Specifically, the study aims to analyze the evolution of lower limb prostheses used in athletics and to observe whether this evolution has resulted in an advantage for the Paralympic athlete in comparison to the Olympic athlete (the one who does not use prostheses). Therefore, a survey of bibliographic references and Olympic and Paralympic records was carried out, and the hypothesis of a possible advantage was not confirmed, unless the athlete uses unauthorized mechanisms, such as prostheses with electronic resources that allow mechanisms beyond human biomechanics.

Keywords: Paralimpíadas. Atletismo. Prótese.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Cerimônia de abertura dos Jogos Paralímpicos de Roma (1960) 13

Figura 2 – Desempenho Geral do Brasil em cada edição dos Jogos 14

Figura 3 – Prótese de dedos, mais antiga do mundo, em Cairo no Egito ..... **Erro! Indicador não definido.**18

Figura 4 – Mecanismo desenvolvido por Ambroise Paré 19

Figura 5 – Modelo de prótese antiga 19

Figura 6 – Prótese convencional e prótese modular 22

Figura 7 – Classes funcionais 24

Figura 8 – Fluxograma das Organizações do atletismo adaptado 25

Figura 9 – Próteses para funções não esportivas 26

Figura 10 – Próteses de modelo esportivo 27

Figura 11 – Fases da marcha humana 27

Figura 12 – Componentes da prótese 29

Figura 13 – Marcha com prótese que possui articulação no joelho 30

Figura 14 – Etapas do impacto ao solo e propulsão do pé 31

Figura 15 – SACH foot e Flex foot 36

Figura 16 – Oscar Pistorius 37

Figura 17 – Oscar Pistorius cumprimentando Ala Fonteles em Londres, 2012 39

Figura 18 – Vinícius Rodrigues e sua prótese Ottobock 39

Figura 19 – Vinícius Rodrigues, prata nos 100m rasos em Tokio, 2021 40

Figura 20 – Comparativo de recordes mundiais de atletas olímpicos e paralímpicos 41

SUMÁRIO

1	**INTRODUÇÃO.....**	**11**
2	**PARALIMPÍADAS E O USO DAS PRÓTESES.....**	**12**
2.1	**Histórico das Paralimpíadas.....**	**12**
2.2	**O uso das próteses nas Paralimpíadas.....**	**17**
3	**EVOLUÇÃO DAS PRÓTESES NO ATLETISMO NAS PARALIMPÍADAS.....**	**23**
4	**INFLUÊNCIA DAS PRÓTESES NOS RESULTADOS DO ALTETISMO PARALÍMPICO.....**	**35**
5	**CONSIDERAÇÕES FINAIS.....**	**43**
	REFERÊNCIAS.....	**44**

1 INTRODUÇÃO

A busca pelas atividades desportivas desenvolvidas por atletas com a utilização de próteses tem sido crescente, com as possibilidades e inclusões promovidas pelos jogos paraolímpicos a partir do ano 1960 (ATLETISMO, 2019). A superação dos obstáculos é algo primordial à existência humana, é natural que o homem crie alternativas para vencer os desafios que poderão colocar a vida em superação dos obstáculos. A questão das próteses, quando forma um conjunto solidário com o atleta que a utiliza, vai além da criação de oportunidade de participação, mas também proporcionam inclusão e socialização independente de seus resultados. (BANDEIRA; SILVA, 2019).

Entre as estratégias para a competição dos atletas que ora tiveram seus membros amputados por consequência de algum trágico acidente ou de alguma ocorrência de formação natural, as próteses são a alternativa fundamental, as quais, passam a oferecer condições competitivas e devem ter o seu desempenho avaliado no conjunto da performance do atleta (FRAGA, 2020).

As próteses de atletas de corrida, por exemplo, inicialmente imitavam o formato do pé humano, mas evoluiu para uma geometria bastante diferenciada e específica, em forma de uma semicircunferência, um arco aberto, o qual armazena energia, promovendo melhor desempenho de potência, permitindo a manutenção do equilíbrio do corredor e a sua segurança nas provas (KNOPLOCH, 2016).

Outro fator que também tem se desenvolvido são as ciências dos materiais, através de pesquisa e desenvolvimento tecnológicos de ponta, as próteses que antes eram fabricadas de ferro, plástico e alumínio, hoje são confeccionadas com fibras de carbono que representam o estado da arte dessa matéria, traduzindo-se principalmente na característica de elevada leveza aliada à alta resistência mecânica (KNOPLOCH, 2016).

Devido ao amplo trabalho de desenvolvimento das tecnologias e da biomecânica com a utilização das próteses, percebe-se a evolução nos 100 metros rasos, quando comparamos os resultados, cujas diferenças de tempo entre o primeiro colocado dos jogos olímpico e paraolímpico antes equivaleria a uma distância de 47 metros contra os atuais 12 metros (ROSEGUINI, 2013).

As próteses, desde seus primeiros modelos, buscam a substituição dos membros amputados, e a estética acompanha esta evolução, porém não menos importante, os materiais são primordiais para a qualidade, principalmente quando se trata de atletas, que além do fator estético, precisa de segurança. Para Novaes (2006) “os artefatos técnicos contemporâneos, almejam ultrapassar todas as limitações biológicas ligadas à materialidade do ser humano”.

Segundo Rodrigues (2013), o desenvolvimento de próteses para corridas é focado em três tipos, com diferentes consequências para os usuários: o estilo retro pé, que caracteriza pelo toque direto do calcanhar com o solo; o antepé, que o contato inicial é nas pontas dos pés; e o pé medial, que utiliza as plantas dos pés sem contato com o calcanhar.

Para que os impactos físicos sejam menos prejudiciais, se faz necessário uma série de características mecânicas estruturais não só com os materiais utilizados, mas a flexibilidade, a resistência à corrosão, a aderência, entre outras características (RODRIGUES, 2013)

O presente trabalho visa descrever na linha do tempo como foram os desenvolvimentos dessas próteses desde o início de suas aplicações nos jogos paraolímpicos de 1960 até os dias atuais e que permitem nos dias de hoje resultados muito próximos ou melhores

que de atletas de elite baseados nas informações qualitativas e quantitativas obtidas nos artigos relacionados nas referências e dados de fabricantes de próteses (TRINDADE, 2016).

2. PARALIMPÍADAS E O USO DAS PRÓTESES

2.1 Histórico das Paralimpíadas

O presente trabalho trata-se especificamente dos Jogos Paralímpicos, esses que surgiram paralelamente aos Jogos Olímpicos. Estes ocorrem de quatro em quatro anos, sucedidos duas semanas após as Olimpíadas, e de acordo com o Benfica (2012), a partir de 1988 passaram a ser realizados na mesma cidade sede, tendo como objetivo inicial a inserção das pessoas com deficiência, no meio esportivo. Essa deficiência pode ser qualquer condição física que se encontra fora dos padrões da normalidade estipulados pela sociedade (TORRI, 2019).

Esclarecendo inicialmente, o termo "paraolímpico" foi substituído por "paralímpico" no ano de 2011, quando o presidente do CPB (Comitê Paralímpico Brasileiro), Andrew Parsons, lançou a nova logomarca para os jogos de 2012, utilizando o termo "Jogos Paralímpicos" (BENFICA, 2012).

> Em novembro de 2011, o termo "paraolímpico" foi alterado para "paralímpico". Essa mudança, oficializada pela presidência do Comitê Paralímpico Brasileiro (CPB) ocorreu a pedido do IPC cujo objetivo é alcançar a universalização do termo e suas derivações. Posteriormente aos Jogos Paralímpicos de 2012, a Presidenta da República Federativa do Brasil, Dilma Rousseff decidiu vetar o uso do termo "paralímpico" em documentos oficiais. Por orientação da Secretaria de Comunicação Social da Presidência da República (Secom), o Portal Brasil adotará o mesmo padrão usado em textos governamentais. (BRASIL, 2012) As duas formas estão corretas, mas usa-se "paralímpico" quando nos referimos ao Comitê Brasileiro e às competições internacionais. Exemplo: Comitê Paralímpico Brasileiro, Jogos Paralímpicos. Já o termo "paraolímpico" será adotado sempre quando nos referimos genericamente ao tema. Exemplo: atleta paraolímpico, competição paraolímpica, modalidade paraolímpica. (CPB, 2016a apus CARDOSO, 2016).

Vale ressaltar que a palavra "Para", na terminologia "Paralimpíadas", não tem relação com paraplegia, e sim com paralelo às Olimpíadas (RAMOS, 2011). Pois inicialmente o termo "paraolímpico" fazia associação à soma dos termos paraplégico e olímpico, por isso a necessidade da alteração (BENFICA, 2012).

O aumento do número de componentes das delegações foi de grande representatividade ao longo dos anos, a princípio eram em torno de 400 atletas de 23 países (BENFICA, 2012), enquanto na atual Paralimpíadas (Tóquio 2020), foram apresentadas 162

delegações, com cerca de 4400 atletas (MONTEIRO, 2021). É perceptível o avanço considerável na procura por jogos adaptados.

A história dos esportes adaptados, segundo Busto (2011) resultou de um trabalho que começou nos séculos XVIII e XIX, com a criação de clubes esportivos para pessoas com deficiência auditiva. É a partir da Segunda Guerra Mundial (1945), que a preocupação com os soldados mutilados fez com que a Inglaterra contratasse um neurocirurgião – Ludwig Guttmann – que propôs a atividade física para reabilitação desses veteranos de guerra.

Esse médico, aplicou seu tratamento e assim foi criado o primeiro time de basquete adaptado, e o método foi de tal importância que, posteriormente viria tornar-se as Paralimpíadas (MARTINS, 2017). Ramos (2011) completa que, Dr. Guttmann não só otimizava a reabilitação física dos mutilados, como também a diminuição dos problemas depressivos, da baixa autoestima e do sedentarismo. Ramos (2011), ressalva que o atletismo para deficientes havia iniciado no Brasil nos primeiros anos do século XX, a cerca de 1910, começando com os deficientes visuais.

Seguindo a questão histórica do evento, em 1952 houve uma competição de cadeira de rodas, como consequência do trabalho do Dr. Guttmann nos veteranos de guerra, e a partir de 1960, alguns fatos são de extrema relevância e merecem ser apontados.

Com o surgimento das práticas isoladas, conforme citado acima, os jogos Paralímpicos surgiram na sequência, em 1960, tiveram sua primeira edição sediada em Roma, na Itália (RAMOS, 2011).

Figura 1 – Cerimônia de abertura dos Jogos Paralímpicos de Roma (1960)

Fonte: MEZZADRI, 2016

Nos primeiros jogos, em Roma, foram utilizados os mesmos espaços das Olimpíadas, ou seja, os mesmos formatos. Atualmente, são adaptados de acordo com as exigências de cada modalidade. Outro fator importante é que até o ano de 1972 eram permitidos apenas atletas em cadeira de rodas, somente em 1976 foram incluídos os atletas cegos e amputados. No ano de 1980 incluíram os paralisados cerebrais, e em 2000 foram inseridos os deficientes intelectuais nas modalidades de atletismo, basquete, natação e tênis de mesa (BUSTO, 2011). Destacando que o atletismo está presente nos Jogos Paralímpicos desde a sua primeira edição (MEZZADRI, 2016).

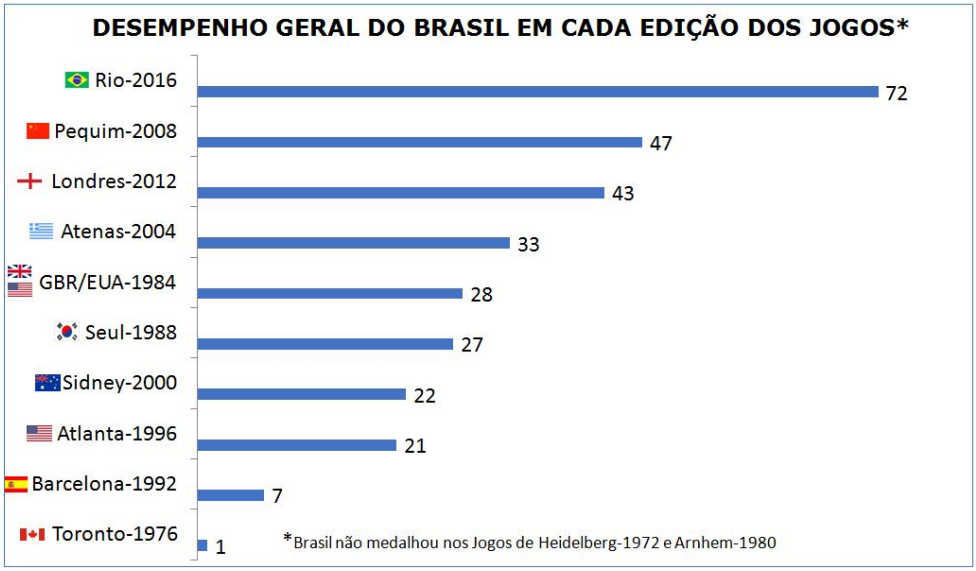
Ainda sobre o atletismo, com o passar dos anos o crescimento dessa modalidade foi gradativo. Em 1976 contava-se com mais de 600 homens e aproximadamente 150 mulheres, em atividades como: lançamento, arremesso, corridas em cadeira de rodas e o início da utilização de prótese nas corridas e saltos, representado por apenas 2 atletas, como destaque, Walter Fink, da

Áustria, que apesar de ter disputado sozinho, possui uma grande representatividade na utilização de prótese, esta será apresentada neste trabalho, nos capítulos seguintes (MEZZADRI, 2016). Nesse mesmo ano, o Brasil conquista suas 2 primeiras medalhas Paralímpicas, na Bocha, com os atletas Robson de Almeida e Luís Carlos Coutinho (CARDOSO, 2016).

Em relação ao histórico do Brasil nos Jogos Paralímpicos, sua primeira participação foi na Alemanha, em 1972, e não houve conquista de medalhas (CARDOSO, 2016). A inciativa, porém, em jogos adaptados, teve início bem antes desse evento. Em 1958, os brasileiros Sérgio Del Grande e Robson Sampaio tiveram contato com basquete na cadeira de rodas, durante uma visita aos Estados Unidos, para realizarem tratamentos de saúde. Após esse episódio, eles fundaram o Clube dos Paraplégicos (SP) e o Clube do Otimismo (RJ) (MEZZADRI, 2016).

Segundo Cardoso (2016), a partir da conquista das 2 primeiras medalhas em 1976, o Brasil possui uma evolução em seu quadro de medalhas, chegando a 22 medalhas nas Paralimpíadas de Sydney, em 2000; 43 em Londres, 2012; atingido 72 nas Paralimpíadas do Rio 2016. Conforme quadro abaixo:

Figura 2 – Desempenho Geral do Brasil em cada edição dos Jogos*



Fonte: JOGOS, 2020

Concomitante aos Jogos Paralímpicos no âmbito mundial, em 2006, surgem as Paralimpíadas Escolares, realizadas no Brasil, com intuito de estimular os estudantes com deficiência, sejam de escolas públicas ou privadas, à procura pelas atividades esportivas, promovendo sua integração social e consequentemente o surgimento de novos atletas em potencial, para representar nosso país. Esse evento torna-se a maior competição Paralímpica Nacional (CARDOSO, 2016).

> Ainda nesse contexto, em 2016, surge o projeto Clube Formador Paralímpico, um acordo entre CPB e a Confederação de Clubes (CBC), com objetivo de manter e apoiar os clubes que formam e desenvolvem atletas para o alto nível de rendimento paraolímpico no Brasil, fortalecendo o esporte desde as categorias de base (CARDOSO, 2016).

A partir do momento em que as competições Paralímpicas começam a aparecer no contexto mundial, faz-se necessário a utilização de uma classificação, que consiste em um nivelamento através de testes neurológicos juntamente com a capacidade muscular, definindo

assim as habilidades daquele atleta. Esse passo foi iniciado em 1944, na Inglaterra (VERÍSSIMO; RAVACHE, 2006), conhecida como classificação médica (TORRI, 2019). No Brasil, essa classificação foi aplicada em 1984, no campeonato de basquetebol, realizado pela Associação Brasileira de Desporto e Cadeira de Rodas (BENFICA, 2012).

Portanto, a classificação médica implantada na década de 40 começou a não ser suficiente por muito tempo, pois classificar apenas pela lesão não explorava a verdadeira aptidão do atleta, e se tornou ineficaz no agrupamento de diversas deficiências e funcionalidade numa só competição (TORRI, 2019). Para isso, Strohkendl cria em 1986 a classificação funcional, em que deixa de analisar apenas a deficiência, e sim a funcionalidade (SOUZA, 2020).

A chamada classificação funcional, ajuda a equiparar os competidores, sendo assim, não poderá ser injusto na capacidade física e competitiva do atleta (VERÍSSIMO; RAVACHE, 2006).

> Assim como em outros esportes em que os atletas são categorizados em função do peso, idade e sexo, no esporte paraolímpico, os atletas são classificados e agrupados em classes, conforme o grau de resíduos musculares, sequelas das deficiências que podem ter sido causadas por doenças, disfunção ou acidente, que resulta na perda substancial ou total da funcionabilidade (VERÍSSIMO; RAVACHE, 2006).

Essa classificação fica subdividida em: lesionado medular, amputado, paralisado cerebral, limitação cognitiva, deficiente visual e "*les autres*", traduzido, "outros", ou seja, qualquer outra situação que não se enquadra nas citadas anteriormente (VERÍSSIMO; RAVACHE, 2006) Vale ressaltar que todas as limitações apresentadas pelo atleta deverá ser de caráter permanente, pois terá que impactar no seu desempenho, caso a sua condição não influa no rendimento para competir com os atletas sem deficiência, ele será inelegível para os esportes Paralímpicos (CARDOSO, 2016). Cada modalidade possui seu sistema de classificação e
independe da habilidade e do treinamento adquirido. Para Winick (2004 apud BENFICA, 2012) a classificação "ajuda a proporcionar condições mais justas e igualitárias entre os competidores, uma vez que uma deficiência específica pode expressar habilidades e características físicas diversificadas".

> A classificação tem por objetivo assegurar a legítima participação de atletas com deficiências, independente da natureza e o grau de suas lesões. Ela também objetivaria um nivelamento entre os aspectos da capacidade física e competitiva, tentando colocar as deficiências semelhantes em um grupo determinado. Isso permitiria igualar a competição entre indivíduos, pois o sistema de classificação eficiente seria o pré-requisito para uma competição mais equiparada (CARDOSO; GAYA, 2014) (TORRI, 2019).

Nas atividades Paralímpicas as modalidades foram manifestando-se ao longo dos anos e as classificações foram incluídas gradativamente (BUSTO, 2011) sendo assim, a vitória conquistada se baseia em habilidade, aptidão, poder, resistência, capacidade técnica e foco (BRANCATTI, 2017).

> A classificação funcional não está mais apenas voltada para as limitações motoras dos atletas, mas sim para o chamado "potencial residual" do atleta. Assim, o método consiste em uma categorização que o atleta recebe em função de sua capacidade de realizar movimentos, colocando em evidência a potencialidade motora dos seus resíduos musculares, bem

> como, dos músculos que não foram lesados (CARDOSO; GAYA, 2014 apud TORRI, 2019).

Portanto, a classificação não é um processo definitivo, ao longo da carreira do atleta, sua capacidade pode ser modificada, e isso deverá ser acompanhado por uma equipe, incluindo médicos, fisioterapeutas e educadores físicos, juntamente com as avaliações adequadas. Uma avaliação médica poderá perceber a evolução da deficiência e uma avaliação funcional mostrará como essa alteração afetará no desempenho de sua modalidade, sendo necessário, talvez, a mudança da classificação (TORRI, 2019). Essa observação deverá ser regular, coerente e imparcial para que o atleta possa competir em sua classe esportiva garantindo sua elegibilidade (SOUZA, 2020).

O atleta também terá sua classificação em função do tipo de lesão muscular, e a hipertonia possui uma subdivisão em função dessas alterações corporais as quais podem ser distribuídas da seguinte forma, segundo Souza (2020):

• Monoplegia: acometimento de um membro;
• Hemiplegia: acometimento de um lado do corpo;
• Diplegia: acometimento bilateral dos quatro membros, com predomínio dos membros inferiores;
• Triplegia: acometimento bilateral dos quatro membros, com predomínio dos membros inferiores e um membro inferior; e
• Quadriplegia: acometimento bilateral dos quatro membros.

Quanto à topografia a lesão pode ser (SOUZA, 2020):

• Unilateral: acometimento de um ou mais membros de um lado do corpo (monoplegia e/ou hemiplegia); e
• Bilateral: acometimento de um ou mais membros em ambos os lados do corpo (diplegia, triplegia, quadriplegia e/ou dupla hemiplegia).

> No Brasil, as entidades responsáveis pela aplicação, cumprimento das regras de CEP (CLASSIFICAÇÃO ESPORTIVA PARALIMPICA) internacional e de interface com as federações internacionais são as Entidades Nacionais de Esporte (Olímpico ou Paralímpico), Entidades Nacionais de Esporte para Pessoas com Deficiência e o Comitê Paralímpico Brasileiro – CPB que é a entidade nacional responsável pela interface com o Comitê Paralímpico Internacional (SOUZA, 2020).

O atleta paralímpico possui uma carreira esportiva definida em 3 fases, conforme explica Wheeler et al. (1999 apud CARDOSO, 2016) a primeira fase, chamada de pré-transição, seria o momento da iniciação esportiva no qual o atleta em potencial começa a conhecer suas habilidades e inicia a experiência profissional. A segunda fase é a transição, é justamente quando se retira das competições esportivas e carrega consigo os impactos emocionais, e, por fim, a terceira fase é a pós-transição, que é a vida do atleta sem a ambientação do mundo esportivo. É de extrema importância que esse atleta seja acompanhado por profissionais terapêuticos para que nenhuma das fases seja traumática.

A atividade Paralímpica possui uma repercussão muito positiva para o atleta, independente da modalidade escolhida, pois o aumento da sua capacidade funcional pode causar uma certa autonomia para o indivíduo e consequentemente auxilia na aceitação de sua alteração

física (DA SILVA; SOUSA, MARÃES, 2020). As ações que estimulam a interação esportiva e criam oportunidades para os lesionados, é de extrema importância, conforme o relato abaixo (MARTINS, 2017):

> Ciro expôs que "Hoje, o CPB tem algumas ações, e uma delas é a paraolimpíada escolar, que é o maior evento escolar do mundo, com 1200 crianças competindo. E tem também ações sistematizadas, de ciência, para potencializar e descobrir novos talentos". Ele acrescenta: "Em São Paulo nós temos 5600 policiais feridos em combate ou afastados do serviço. Temos também 5000 pessoas amputadas por ano devido à acidentes de moto. Estamos começando agora a aproximação com a polícia militar, com hospitais de reabilitação e com centros que estão trabalhando com pessoas com deficiência para poder trazer essas pessoas para praticar esportes" (MARTINS, 2017).

Os dados positivos ao indivíduo, que escolhe a atividade esportiva para sua vida, são consideráveis. De acordo com Da Silva, Sousa e Marães (2020) pode-se observar que os prejuízos metabólicos e cardiovasculares causados pela amputação, são minimizados após iniciar atividade física e que a utilização de próteses, no caso de amputados, é de extrema importância para a mobilidade, obtendo conforto e segurança para que possa ter bons resultados.

Visto que ao longo dos anos os esportes Paralímpicos passaram por diversas adaptações criando novas modalidades, há uma preocupação com a capacidade dos atletas através da classificação adequada e a observação nos impactos positivos na parte social do indivíduo; é importante destacar que os Jogos Paralímpicos possuem uma grande repercussão na potencialidade dos atletas e no enfrentamento das barreiras da discriminação (FRAGA, 2020).

Os Jogos Paralímpicos, atualmente, é a maior competição de alto rendimento no mundo e sua evolução é considerável em cada edição, não só em números das delegações como também na performance e os recordes apresentados (CARDOSO, 2016).

> "As Paralímpiadas têm causado isso e as pessoas com deficiência estão tomando coragem. Quando esse indivíduo souber que o atleta paralímpico tem um trabalho e consegue se sustentar, com certeza ele vai querer se empenhar e desenvolver esse lado do esporte", concluiu o paratleta do atletismo (FRAGA, 2020).

A progressão no quadro de medalhas a cada ano Paralímpico é extremamente positivo para a repercussão do Brasil, que hoje pode ser considerado uma grande potência mundial, principalmente se comparar com o ranking das Olimpíadas, em que o Brasil possui pouca expressividade (TORRI, 2019). Os bons resultados das Paralimpíadas são conquistados mediante do resultado do profissionalismo (CARDOSO, 2016).

Logo, é importante ressaltar que a falta de incentivo financeiro ainda é uma barreira no Brasil, podendo influenciar na escolha por determinada modalidade, principalmente naquela que carece de uso de equipamentos especializados ou próteses (CARDOSO, 2016).

Essa crescente realidade no mundo do esporte Paralímpico ocorre pelo incentivo aos jovens nas competições escolares, momento de grande importância para o jovem com potencial e que busca o esporte adequado à sua lesão. Um exemplo de atleta que foi descoberto em Paralimpíadas Escolares, é o paraibano Petrúcio Ferreira, que conquistou 2 medalhas nas Paralimpíadas de Tokio 2020, uma de bronze nos 400m e ouro no 100m do atletismo, sendo atualmente o atleta mais rápido do mundo em sua modalidade (CARDOSO, 2016).

O atletismo, objeto de estudo deste trabalho, é parte do programa Paralímpico desde a sua primeira edição, mas foi em 1984 que o Brasil conquistou sua primeira medalha nessa modalidade (ATLETISMO, 2016).

> Após diversos pódios nos Jogos, o atletismo brasileiro passou a brilhar com mais força a partir de 2004, com os Jogos Paraolímpicos de Atenas (16 medalhas). Em 2007, os Jogos Parapan-Americanos do Rio de Janeiro foram outro marco no esporte, quando a delegação nacional conquistou 73 medalhas apenas no atletismo, sendo 25 de ouro, 27 de prata e 21 de bronze, terminando com o primeiro lugar geral. (ATLETISMO, 2016).

Toda essa evolução nas modalidades Paralímpicas pode ser consequência dos avanços numerosos das próteses e equipamentos, não só no atletismo como também em diversas modalidades. No próximo capítulo, este trabalho, fará uma síntese da evolução desse recurso necessário para diversos paratletas.

2.2 O uso das próteses nas Paralimpíadas

De acordo com a Associação Médica Brasileira (AMB), a prótese pode ser definida como "todo dispositivo permanente ou transitório que substitui total ou parcialmente um membro, órgão ou tecido" e sua função é amenizar os efeitos da ausência do membro em suas atividades cotidianas (QUINTINO; PETRY, 2014).

O primeiro registro do uso de prótese está datado entre 3500 e 1800 a.C, no livro hindu "Rig Veda", no qual relata a história da rainha Vishpla que perdeu uma de suas pernas em uma batalha, mas improvisou uma prótese de ferro no lugar da perna para permanecer na guerra (BANDEIRA; SILVA, 2019).

Inicialmente, as próteses não possuíam a finalidade de devolver a função do membro perdido, era apenas um apelo estético para dar totalidade ao corpo (NORTON, 2007 apud BANDEIRA; SILVA, 2019). Mas em 600 a.C. é possível encontrar registros de próteses de dedos, essas devolviam sua mobilidade, o que pôde ser observado em algumas múmias no Museu do Cairo (BANDEIRA; SILVA, 2019).

Figura 3 – Prótese de dedos, mais antiga do mundo, em Cairo no Egito

Fonte: PERIUS, 2014

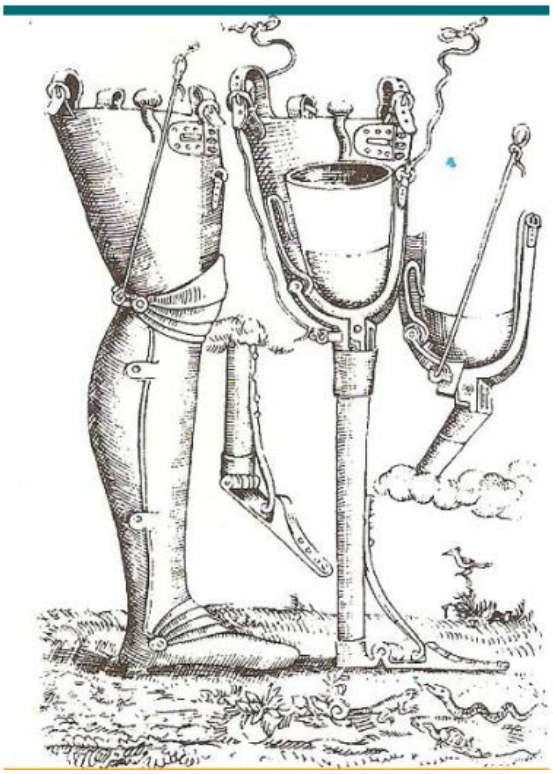
Com o passar do tempo, as próteses não tiveram um avanço considerável, ainda por volta de 370 a. C, na Grécia Antiga, o uso de talas possuía uma função médica, até então, sem o recurso

de substituir o membro, da mesma forma que na Idade Média utilizavam-se ganchos no lugar das mãos, e pernas de pau (BANDEIRA; SILVA, 2019)

De acordo com Bandeira & Silva (2019), os avanços nas funções das próteses começam a incidir só a partir do século XVI d.C. e surgem alguns nomes de destaques por volta de 1850, com preocupações específicas ligadas à funcionalidade e focando em detalhes como articulações, encaixes mais confortáveis e materiais mais leves:

> Alguns nomes destacam-se nesse período: Ambroise Paré, cirurgião médico, desenvolveu uma prótese de membro inferior, utilizando couro, papel e cola em substituição ao pesado ferro, com ajuste e bloqueio do joelho; Pieter Verduyn, cirurgião médico em 1696, insere o movimento da articulação por meio de dobradiças externas, para próteses de membro inferior, abaixo do joelho; James Potss, em 1800, cria um modelo em chapa de madeira curvilínea, com encaixe na coxa, propondo articulação de joelho, pé e tornozelo coordenados e com movimento; Dr. Douglas Bly, projeta a perna bly doctors, em 1858 com destaque à peça que substitui a estrutura que era utilizada anteriormente na articulação do tornozelo, uma esfera de marfim por uma borracha vulcanizada (BANDEIRA; SILVA, 2019).

Figura 4 – Mecanismo desenvolvido por Ambroise Paré



Fonte: QUINTINO; PETRY, 2014

Figura 5 – Modelo de prótese antiga

Fonte: QUINTINO; PETRY, 2014

No início do século XX, mais precisamente no ano de 1904, os esportes começaram a fazer parte da superação do indivíduo; mesmo sem a existência dos Jogos Paralímpicos, o ginasta George Eyser utilizou uma prótese de madeira no local da perna para poder participar nas Olimpíadas, representando os Estados Unidos, e ele conquistou 6 medalhas na ocasião (MARTINS, 2017).

Até esse momento, a preocupação era com a mobilidade e independência do ser humano, vislumbrando uma recuperação em seu estado de saúde e, de certa forma, sua inclusão social; e a migração dos lesionados para as atividades esportivas trouxe maior visibilidade e consequentemente mais evolução na tecnologia das próteses (FRAGA, 2020).

No entanto, conforme citado no capítulo anterior (CARDOSO, 2016), de acordo com o médico Ludwig Guttmann, a funcionalidade das cadeiras de rodas permitiu que os lesionados em guerra pudessem reabilitar com o auxílio das atividades esportivas.

Com o avanço dos Jogos Paralímpicos, a utilização de próteses não só passa a exercer apenas a sua funcionalidade corpórea mas também uma otimização na sua capacidade como atleta, buscado próteses mais eficientes e diminuindo a preocupação estética. (BANDEIRA; SILVA, 2019) A principal caraterística que faz diferenciar a prótese comum da esportiva é a escolha dos componentes e os materiais adequados, há uma preocupação muito maior com a adequação e biomecânica do lesionado (PRÓTESES, 2020).

Segundo Knoploch (2016), esse envolvimento dos atletas desvinculou a necessidade da prótese estar semelhante ao membro amputado, a capacidade funcional de uma prótese adequada com a modalidade escolhida possibilita muito mais oportunidades do que uma reprodução fiel à imagem do membro. Isso permite mais estudos e avanços tecnológicos, consequentemente melhores resultados nos esportes. Andrade (2020), ressalta que as próteses utilizadas nas Paralimpíadas se destacam para o público porque justamente está focado no rendimento e não na beleza estética.

Para o médico ortopedista Dr. Oliver Ulson, o fato de convencer o paciente de que é necessário a cirurgia de amputação e que ali será colocado uma prótese funcional, é um processo

complicado; o preconceito é a primeira barreira a ser enfrentada e o esporte permitiu uma evidência de forma positiva, devolvendo a autoconfiança e otimizando a autoestima (FRAGA, 2020).

> Os impactos advindos da prática, assim, acabam por contemplar diversos âmbitos, como o social, cultural e até mesmo o econômico. A partir deste momento, a tecnologia assistiva começa a entrar em voga. "O desenvolvimento da tecnologia nas próteses é semelhante ao que acontece no automobilismo com a F1: primeiro se testa na pista para depois implementar no dia a dia" comenta o Coordenador de Ciências do Esporte na Comitê Paralímpico Brasileiro (CPB), professor Ciro Winckler (MARTINS, 2017).

Convencidos da importância social dos esportes, os amputados deverão passar pelo período de adaptação à prótese, não menos importante do que a reabilitação, mesmo para os amputados que não seguem atividades esportivas, a utilização de prótese não é tão simples. De acordo com o especialista em fisiatria e dor, Fabrício Hada, há chance de abandonar a prótese, caso o paciente não realize todas as etapas da protetização, destacando que "não pense que é só colocar a prótese e sair andando ou usando da maneira que achar melhor." (FRAGA, 2020). Essa recuperação poderá demorar meses, não só pelos fatores psicológicos como também pela adaptação ao novo equipamento, mas deverá ser seguida; e já é de conhecimento na literatura específica, os benefícios para a qualidade de vida dos pacientes (DA SILVA; SOUSA; MARÃES, 2020)

Portanto, um fator de preocupação é em relação aos custos que a prótese esportiva pode gerar, inicialmente os amputados recorrem ao Sistema Único de Saúde (SUS) para solicitar a prótese necessária para a locomoção básica, esta não possui a qualidade adequada para a prática esportiva, o que não deve ser um elemento desmotivador (DA SILVA; SOUSA; MARÃES, 2020).

Diversas atividades esportivas são permitidas para atletas que utilizam próteses: corrida, salto, ciclismo, skate, caminhada nórdica, conforme Andrade (2020), e mais tênis de mesa, triatlo, esportes de neve e parabadminton (ENTENDA, 2020). As próteses deverão fornecer muito além do fator estético, a mobilidade, o conforto e a segurança são elementos primordiais para que o esporte seja praticado com prazer, atinja os resultados almejados, e que a evolução dos materiais contribua para tais efeitos (DA SILVA; SOUSA; MARÃES, 2020). No que se refere a tiro com arco, tiro esportivo e halterofilismo, os desportistas poderão utilizar as mesmas próteses que usufruem em sua rotina, ou seja, não carecem de ser diferenciadas de acordo com a atividade esportiva. (ENTENDA, 2020).

Os avanços tecnológicos das próteses se assemelham aos testes de Fórmula 1, em que a tecnologia aplicada aos carros é posteriormente implantada nos carros populares, o mesmo ocorre com as próteses; os paratletas testam materiais e biodinâmicas antes do amputado comum empregar em seu dia a dia, como o uso de fibras de carbono (KNOPLOCH, 2016).

Obviamente que toda tecnologia, ainda que testada em paratletas, deverá acompanhar a necessidade de cada um, existem vários modelos de pés feitos de carbono, encontra-se grande diferença em um atleta de vôlei e de um usuário comum que apenas faz suas atividades cotidianas. O importante é que o desenvolvimento dos materiais abandona gradativamente próteses consideradas ultrapassadas, por exemplo pés feitos com miolos de madeira (KNOPLOCH, 2016).

As dificuldades em ter o acesso aos equipamentos Paralímpicos, não devem ser uma condição de desistência para o alteta, e sim mais uma barreira a ser quebrada, com tantas dificuldades que a iniciação ao esporte Paralímpico pode representar (MARTINS, 2017).

> Para completar, Ciro comenta. “Do que você precisa se for fazer a sua iniciação no futebol? Da bola. Para a criança com deficiência é a mesma coisa. Ela precisa da cadeira, precisa da prótese, e o problema é que isso é caro. E esse é mais um ponto a se pensar, sobre ações para atingir essas pessoas que precisam de auxílio.” (MARTINS, 2017).

Em algumas modalidades, a aplicação de próteses pode ser vetadas, como por exemplo, basquete, rúgbi e tênis em cadeira de rodas. Esses três esportes não podem ter próteses adicionais aos membros amputados; na natação, a prótese é deixada juntamente com seus objetos pessoais, no lado de fora da piscina, mesmo existindo materiais a prova d’água. (ENTENDA, 2020.) Lembrando que nenhuma prótese eletrônica é permitida (FRAGA, 2020).

Cardoso (2018), acrescenta que as modificações com quaisquer modelos de próteses, cadeiras de rodas ou acessórios, seguem uma regulamentação que procede nos Jogos Paralímpicos, buscando o aprimoramento dos atletas, mas dentro das especificações do evento. Com isso, as próteses estão a cada dia contribuindo para o alto rendimento dos atletas e os resultados sendo satisfatórios.

É considerável que o esporte Paralímpico não só estimula outros lesionados a conquistar um espaço na sociedade, mas também como modelos de uma supervalorização do desenvolvimento das próteses. Quanto mais tecnologia, conforto e segurança o atleta procura, mais recursos os usuários comuns são beneficiados (FRAGA, 2020)

Nessa direção, os avanços foram alcançados recentemente pela robótica, eletrônica, hidráulica e pelos materiais diferenciados que tornaram possível ao deficiente um almejado resgate das suas habilidades motoras, uma vez que esses aparatos técnicos mexem, dobram, às vezes até reconhecem sensações, ou seja, interagem com o corpo e não apenas substituem ou corrigem as partes. Dessa forma, pode-se afirmar que o indivíduo, hoje, vem se reconstruindo pela técnica, e a prótese, agora assume a condição de parte constituinte do corpo (MARZO, 2007).

Figura 6 – Prótese convencional e prótese modular

Fonte: OLIVEIRA JÚNIOR, 2006

3 EVOLUÇÃO DAS PRÓTESES NO ATLETISMO NAS PARALIMPÍADAS

O presente capítulo irá tratar da escala evolutiva das próteses no Atletismo, para Mezzadri (2016) essa atividade que pode ser observada na humanidade há mais de 4 mil anos, pois, os movimentos de correr, saltar, lançar e arremessar, num primeiro momento, estavam relacionados com a sobrevivência dos seres humanos. Logo surgiram as formas de competições ligadas às mesmas atividades. Nos Jogos Olímpicos da Antiguidade (776 a.C.), na Grécia, há registros de corridas e saltos, e isso faz com que a modalidade atletismo seja considerada a prática esportiva mais antiga (RAMOS, 2011)

Em se tratando de paratletismo, a modalidade está inserida nos Jogos Paralímpicos desde a sua primeira edição, em Roma, em 1960 (VERÍSSIMO; RVACHE, 2006). O Comitê Paralímpico Internacional (IPC) classifica os tipos de lesões permitidas para as provas de campo e provas de pista:

> Para as provas de campo, como arremesso, lançamentos e saltos, são aceitos os deficientes visuais, deficientes mentais, paralisados cerebrais, portadores de nanismo, cadeirantes, amputados e ainda aqueles que se enquadram no grupo “les autres”. Já nas provas de pista (corridas), dentre os já citados, apenas os portadores de nanismo não podiam participar, pois, devido à sua estatura, participariam somente da prova de arremesso de peso (BRANCATTI, 2017).

Novaes (2006) faz uma ressalva para que o Atletismo Paralímpico seja justo nas competições, é necessário a criação de oito classes com base na potencialidade dos movimentos de acordo com a funcionalidade, tanto no feminino quanto no masculino. Veja abaixo as classificações e suas devidas nomenclaturas, segundo Atletismo (2016):

F – Field (campo) - Provas de arremesso, lançamentos e saltos:

F11 a F13: deficientes visuais;
F20: deficientes mentais;
F31 a F38: paralisados cerebrais (31 a 34 para cadeirantes; 35 a 38 para ambulantes);
F40: anões;
F41 a F46: amputados e outros (les autres);
F51 a F58: cadeirantes (sequelas de poliomielite, lesões medulares e amputações).

T – Track (pista) - Provas de corrida (velocidade e fundo):

T11 a T13: deficientes visuais;
T20: deficientes mentais;
T31 a T38: paralisados cerebrais (31 a 34 para cadeirantes; 35 a 38 para ambulantes);
T41 a T46: amputados e outros (*les autres*);
T51 a T54: cadeirantes (sequelas de poliomielite, lesões medulares e amputações).

A figura abaixo ilustra com mais clareza essas classificações:

Figura 7 – Classes funcionais

AMPUTADO	PISTA	EM PÉ CADEIRA DE RODAS	T42; T43; T44; T45; T46 T50; T51; T52; T53
	CAMPO	EM PÉ	F41; F42; F43; F44; F45; F46
PARALISADO CEREBRAL	PISTA	EM PÉ CADEIRA DE RODAS	T35; T36; T37 T31; T32; T33; T34
	CAMPO	EM PÉ CADEIRA DE RODAS	F35; F36; F37; F38 F31; F32; F33; F34
LESADO MEDULAR	PISTA	EM PÉ CADEIRA DERODAS	T42; T43; T44; T45; T46 T51; T52; T53; T54
	CAMPO	EM PÉ CADEIRA DE RODAS	F51; F52; F53; F54; F55

FONTE: VERÍSSIMO; RAVACHE, 2006

Em relação aos atletas amputados em membros inferiores, o objeto deste estudo trata 3 subníveis: “T42 – Amputação unilateral acima do joelho ou sequela similar; T43 – amputação bilateral abaixo do joelho ou sequela similar; T44 – amputação unilateral abaixo do joelho ou sequela similar”.

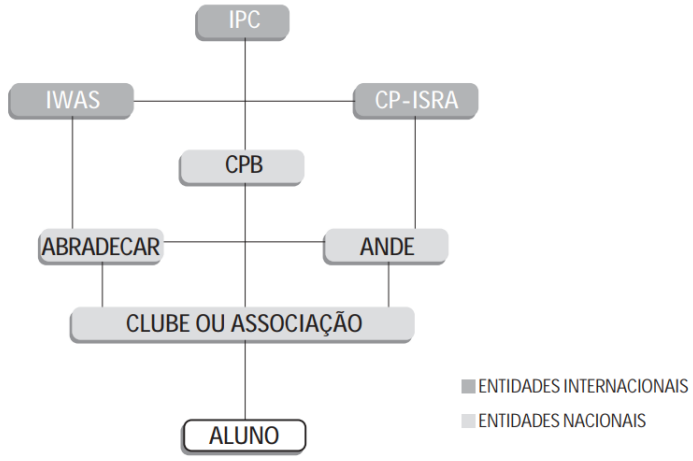
Portanto, Joao Paulo Casteleti, Coordenador de Classificação Esportiva do CPB, destaca que, no atletismo, especificamente na corrida e no salto, foram criadas as classes T61 a T64 com base nos impactos causados por próteses em membros inferiores (FRAGA, 2020).

As competições podem se apresentarem nos âmbitos municipais, estaduais, nacionais e internacionais, seguindo os critérios mencionados acima (VERÍSSIMO; RAVACHE, 2006) e as modalidades podem se subdividirem de acordo com sua funcionalidade, conforme abaixo (ATLETISMO, 2021):

- Velocidades: 100m, 200m, 400m, rev. 4x400m e rev. 4x100m
- Meio fundo: 800m, 1.500m
- Fundo: 5.000m, 10.000m
- Salto em distância
- Salto em altura
- Salto Triplo

É importante também saber que o atletismo adaptado é organizado pelo *International Palalympic Committee* (IPC), seguindo de associações internacionais, associações nacionais e comitê nacional, para que toda essa regulamentação seja padronizada. Veja o esquema abaixo:

Figura 8 – Fluxograma das Organizações do atletismo adaptado



IPC	Comitê Paraolímpico Internacional
IWAS	Associação Internacional de Esportes em Cadeira de Rodas
CP-ISRA	Associação Internacional de Esportes e Recreação de Paralisia Cerebral
CPB	Comitê Paraolímpico Brasileiro
ABRADECAR	Associação Brasileira de Desporto em Cadeira de Rodas
ANDE	Associação Nacional de Deficientes

É importante saber que o modelo do fluxograma apresentado poderá servir como fonte de consulta e enriquecimento profissional.

FONTE: VERÍSSMO; RAVACHE, 2006

Ramos (2011) destaca que apesar da supervisão do Comitê Olímpico Internacional, no Brasil ainda existem muitas barreiras no atletismo, principalmente na adaptação do paratletismo, a falta de espaços adaptados e pistas adequadas, há carência em profissionais especializados e comprometidos, consequentemente é pequeno o apoio das instituições de ensino e é pouca a ajuda financeira dos órgãos oficiais. Todas essas questões socioeconomicamente prejudicadas podem comprometer o surgimento de novos atletas e assistência aos mesmos, principalmente para aqueles que, por necessidade da modalidade, carece de prótese com alto valor agregado.

Uma vez definida a classificação em que o atleta se enquadra e sua modalidade escolhida, seja ela, corridas de velocidade, corridas de meio-fundo, corridas de fundo, revezamento, salto em altura, salto em distância, salto triplo, lançamento de disco, arremesso de peso ou arremesso de dardo (MEZZADRI, 2016), o atleta deverá observar qual a exigência e permissão no uso de uma prótese.

Palmer (1992 apud VERÍSSIMO; RAVACHE, 2006) primeiramente esclarece a diferença entre os termos órtese e prótese. Órtese é um equipamento de ordem temporária e geralmente por razões terapêuticas não substitui a funcionalidade plena do membro, por exemplo, óculos. As próteses têm a função de substituir o membro amputado, especificando que “nas próteses ortopédicas há diversos tipos, como imediata, a precoce, a temporária, a permanente e a recreacional”. Carvalho (1999 apud QUINTINO; PETRY, 2014) completa que as próteses de membro inferior são compostas de encaixes, articulações, tubos e pés.

As próteses de membros inferiores são encaixadas ao coto, e para que a atividade seja realizada com potencialidade e conforto, essas deverão estar de acordo com algumas particularidades especificadas por Sampaio (2012 apud QUINTINO; PETRY, 2014): o encaixe precisa ter formato de cone; ter força muscular; comprimento correto; estar encaixado com

firmeza; não provocar dor em nenhum momento; e atentar à estética da cicatriz para não interferir na aderência.

Figura 9 – Próteses para funções não esportivas

Fonte: PERIUS, 2014

Martins (2017), esclarece que as próteses na atualidade possuem maior foco na fidelidade da movimentação, aproximando cada vez mais do movimento natural humano em comparação com a prótese de madeira utilizada em 1904 pelo primeiro ginasta, assim como as próteses utilizadas em 1950, que incluiu plástico em suas construções (PARATRLETISMO, 2018), esses exemplos não possuíam a flexibilidade e a qualidade dos materiais atuais, as fibras de carbono Flex Foot que surgiram nos Jogos Paralímpicos de Seul, em 1988, auxiliaram os atletas a alcançarem altas velocidades (VOLPATO, 2018). Essas próteses que possuem o design adaptado para aproximar das funções dos pés e tornozelos em uma corrida são chamadas de *Blade Runner*.

> As primeiras próteses de perna para corrida apresentavam baixo rendimento energético, ou seja, era pequena a relação entre energias absorvida e restituída, principalmente pelo fato de apresentarem calcanhar postiço, fazendo com que a energia seja, primeiramente, absorvida por ele e, após, transferida internamente para a parte posterior da prótese (RODRIGUES, 2013).

Com isso, o IPC exige que as próteses utilizadas nos Jogos Paralímpicos sejam totalmente seguras aos atletas e que esses possuam equidade entre si para que não haja vantagem por possuírem um determinado tipo de prótese; que seja de acesso universal e não um equipamento comercializado apenas em uma determinada região, limitando o acesso dos atletas

fora desse local; que tenha proeza física na qual a tecnologia não pode influenciar no rendimento e esforço do atleta. Atentando para o fato de que os valores não sejam um fator de limitação para a escolha da modalidade, pois existem próteses que podem chegar a R$150.000,00 (CARDOSO, 2018).

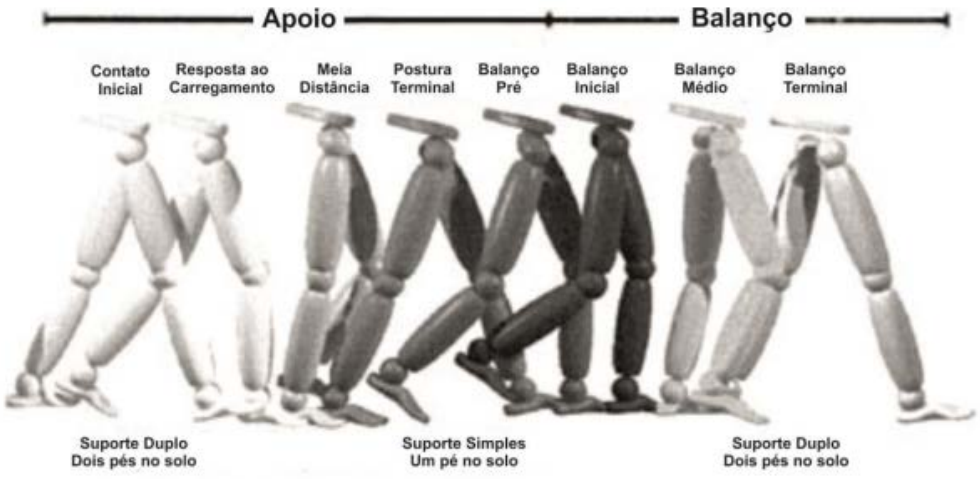
> é importante destacar não somente a forma, mas também a configuração da prótese e sua influência sobre o desempenho esportivo. A escolha do modelo a ser utilizado é complexa, sendo realizada pelo atleta juntamente a especialistas. Estes, portanto, recomendam a rigidez e altura da prótese com base nas recomendações diretas do fabricante, bem como em sua experiência (BECK; TABOGA; GRABOWSKI, 2017 apud VOLPATO, 2018).

Figura 10 – Próteses de modelo esportivo

Fonte: PERIUS, 2014

O ato de andar do ser humano, implica em alguns processos musculares, em todas as etapas, vale destacar o processo da marcha, que corresponde a um dos estilos de andar e que pode representar o atleta. O ciclo da marcha é definido com a fase de apoio e a fase de balanço. O balanço “é determinado por dois contatos consecutivos do mesmo calcanhar com o solo” e a fase de apoio é “o intervalo de tempo entre o contato inicial do calcanhar e a perda de contato do mesmo com o solo.” (OLIVEIRA JÚNIO, 2006) Conhecendo esse mecanismo, as próteses poderão avançar no estudo tecnológico e adaptações adequadas bem similares ao corpo humano.

Figura 11 – Fases da marcha humana



Fonte: PERIUS, 2014

Para o desenvolvimento das próteses, cadeiras de rodas ou qualquer outro acessório com a função de substituição do movimento, é necessário conhecer a rígida regulamentação, à qual é preciso devolver suas funções ao indivíduo respeitando suas limitações, ou seja, não deverá ir além da capacidade humana (CARDOSO, 2018).

As próteses podem ser divididas em dois grupos: exoesqueléticas e endoesqueléticas. As próteses exoesqueléticas são geralmente feitas de polímeros e possuem apenas a função estética e de sustentação; têm o objetivo de substituir o membro amputado, sem muita preocupação com as funções que irão desenvolver ou com as articulações próximas ao corpo humano natural; a manutenção é quase nula e podem ser utilizadas por qualquer pessoa que apresente amputação do membro inferior; são bastante resistentes, mas com recursos limitados. As próteses endoesqueléticas fazem parte do objeto deste estudo; elas podem ser consideradas mais completas em relação à sua funcionalidade; os materiais são mais leves e específicos; elas possuem foco nas articulações, por exemplo, a do joelho; buscam maior proximidade com a marcha e têm uma qualidade muito superior às citadas anteriormente. Sendo assim, nos próximos parágrafos, será apresentada uma síntese do desenvolvimento tecnológico para essas próteses, consideradas ideais, principalmente para o paratletismo (QUINTINI; PETRY, 2014)

Na construção de uma prótese, primeiramente é necessário conhecer o nível de amputação, por exemplo, se o indivíduo apresenta os mecanismos de joelho, ou se só carecem de prótese na região dos pés, dentre outros. Sendo que todas elas deverão respeitar os ciclos da marcha mais próximo da realidade. Lembrando que toda prótese é sob medida, e para isso é observado o peso, a altura da amputação e a atividade pretendida (ENTENDA, 2020).

Nos anos 70, Van Phillips criou a primeira lâmina de carbono em uma prótese, quando perdeu uma de suas pernas aos 21 anos. Essa lâmina, desde então, vem avançando em sua construção, sendo cada vez mais leve, tendo espessura de fios de cabelo, e sem nenhum tipo de mecanismo eletrônico:

> A cada passo dado pelo corredor, a prótese se contrai, como uma mola, e armazena energia cinética, relacionada ao movimento dos corpos e diretamente ligada à massa e à velocidade. Quando a lâmina retorna ao formato original, a energia é liberada, impulsionando o atleta (ENTENDA, 2016).

A partir disso, desde a década de 80, com o fim da utilização de próteses de madeira, a fibra de carbono foi um grande desenvolvimento e abriu espaço para a utilização de outros materiais como: alumínio, titânio e aço. Tudo dependia da atividade e do investimento, buscando materiais cada vez mais leves e resistentes (TRINDADE, 2016).

É de extrema importância a escolha de um material que seja flexível para o desenvolvimento de uma prótese segura e confortável, e que ao mesmo tempo suporte grandes impactos e corresponda à resistência de baixos carregamentos; a massa da prótese tem que estar entre 1 a 1,5kg, também deve-se atentar a materiais de grande resistência ao tempo, sem corrosões, ferrugens, e resistente à agua. Rodrigues (2013) reforça que, outros detalhes a serem levados em consideração, além do material dominante, é a presença de epóxis para reforços nas fibras e as borrachas no solado para proporcionar maior aderência.

A articulação do joelho pode ser considerada o fator mais complexo na elaboração de uma prótese, não só pela função na marcha como também a distribuição da carga entre a coxa e a tíbia. De acordo com Oliveira Júnior (2006), as próteses hidráulicas de joelhos possuem: “um cilindro hidráulico com circuito fechado de óleo, eletroválvula hidráulica de comando direcional, válvula hidráulica de retenção simples, circuito de comando e sensores”. O CPB completa que as próteses acima do joelho esperam uma rápida resposta dessa articulação para ganho de velocidade ao se locomoverem e que não se quebrem com facilidade no impacto (ENTENDA, 2020) E Andrade (2020) ressalta que as próteses esportivas utilizam um formato diferenciado da rotação de joelhos e que elas podem variar dentro do atletismo, por exemplo, seja na corrida ou no salto.

Figura 12 – Componentes da prótese

Fonte: OLIVEIRA JÚNIOR, 2006

Enquanto as construções na região do joelho objetivam a função fiel de uma articulação humana, o Dr. Oliver Ulson percebe que a prótese da região da tíbia visa um desempenho superior de suas funções, devido às molas implantadas, que impulsionam a musculatura da panturrilha numa força elástica acima dos resultados de uma marcha comum (FRAGA, 2020).

Figura 13 – Marcha com prótese que possui articulação no joelho

Fig. 3.8 – Início da Marcha

Fig. 3.9 – Pé Aplainado

Fig. 3.10 – Médio Apoio

Fig. 3.11 – Retirada do Calcanhar

Fig. 3.12 – Retirada dos Dedos

Fig. 3.13 – Fase de Balanço

Fonte: OLIVEIRA JÚNIOR, 2006

Em relação às próteses dos pés, Van Phillips foi o pioneiro na modernização, saindo de modelos que impediam ações simples como descer de uma guia de calçada, a solução foi criar

algo em formato de “c”, utilizando também a fibra de carbono, otimizando o impacto e a impulsão de pequenos movimentos (KNOPLOCH, 2016). Para Jairo Blumenthal, diretor na América Latina, na empresa islandesa Ossur, as próteses de pés estão cada vez mais parecidas com as funções reais “a prótese enverga ao tocar no chão e acumula energia com o impacto. Depois retorna à posição original, liberando a energia acumulada e empurrando o atleta” (KNOPLOCH, 2016). Para tais efeitos, Andrade (2020) explica que a utilização de mola de carbono proporciona um retorno maior de energia em uma corrida, exigindo menos esforço do atleta (PRÓTESES, 2020).

Segundo Rodrigues (2013), o desenvolvimento de próteses de pés para corridas é subdividido em três estilos. A princípio, o retro pé, que é caracterizado pelo toque direto do calcanhar com o solo e não possui benefícios, uma vez que o impacto do calcanhar é bastante prejudicial para toda a estrutura da perna; depois, o ante pé, que o contato inicial é nas pontas dos pés, exige um preparo físico extremo; e, por fim, o pé medial, que utiliza as plantas dos pés sem contato com o calcanhar, é o mais indicado para preparos leves e causa menos prejuízo estrutural ao atleta.

Figura 14 – Etapas do impacto ao solo e propulsão do pé

Fonte: PERIUS, 2014

Outra letra também observada nas próteses é o “J”, “áreas de alto estresse, como o ápice da curva do J, são reforçadas com mais camadas de fibra de carbono, enquanto outras áreas que demandam maior flexibilidade, são mais finas”. Esse formato tem a finalidade de proporcionar um dinamismo diferente do que seria em linha reta, comprovando assim, que a semelhança com o membro amputado se resume em estética e não permite os movimentos mais complexos (ENTENDA, 2016).

A função do atleta na evolução das próteses é de muita importância, pois, de acordo com a empresa de desenvolvimento tecnológico de próteses, a Ottobock, representada no Brasil por Thomas Pfleghar, este afirma que “os atletas são excelentes para ajudar nos ajustes finos, mesmo que a indústria tenha maquinário e simuladores”, nada se compara com a observância no desempenho humano em uma atividade física.

A empresa destaca a necessidade da utilização de meias de silicone ou poliuretano, na proteção do coto (KNOPLOCH, 2016), pois, um grande desafio para os usuários de próteses é na aderência e conforto no encaixe das mesmas, além do uso das meias, também foram desenvolvidos encaixes com plásticos específicos para melhorar o conforto principalmente em movimentos de grandes impactos, no caso, os atletas (OS SALTOS, 2018).

Essas preocupações com a adequação de todos os componentes de uma prótese, melhora não só no momento da atividade proporcionando melhores resultados, mas também uma redução de problemas a longo prazo, como acontecia em próteses ortopédicas comuns, em que além de perder a confiança nos encaixes, que, algumas vezes, poderiam ser frouxos e soltos, também perdiam massa óssea e fraturas nos cotos e peles onde a prótese mantém contato. As próteses atuais evitam que o usuário tropece ou caia, diferente das próteses convencionais (NOLÉ, 2020).

As tecnologias empregadas no desenvolvimento das próteses não param, e atualmente o Darpa (*Defense Advanced Research Projects Agency*) divisão do exército americano, analisa o uso de sistema mioelétrico em membro inferior, que consiste em um sensor que recebe estímulos através das contrações da perna e consequentemente movimentará o joelho e pé, mas ainda é uma novidade não disposta no mercado e de análise discutível no regulamento dos Jogos Paralímpicos, uma vez que não é permitido equipamentos eletrônicos (NOLÉ, 2020).

Para entendimento dos estudos em equipamentos eletrônicos, como citado acima, o desenvolvimento de softwares ligados a microprocessadores capta algumas informações para que sejam analisadas e que a prótese possa responder em forma de movimentos. As variáveis observadas são: peso, pressão do movimento, posição da prótese e velocidade do ritmo. Mas esses mecanismos ainda não são realidades na rotina dos atletas (NOLÉ, 2020).

Um grande exemplo de adaptação em prótese em atleta foi nos Jogos Paralímpicos de Atlanta, em 1996, em que a empresa Ottobock criou uma prótese capaz de suportar a força e a estabilidade do atleta suíço Roberto Simonazzi, da modalidade lançamento de disco, em que pôde-se observar que a fibra de carbono era o ideal por sua leveza e pela constante flexibilidade que acompanha a atividade, pois ela se descaracteriza e depois retoma sua posição original sem deformar a prótese (KNOPLOCH, 2016).

Obviamente que os testes não visam apenas o melhoramento das condições dos atletas, e sim para todos os usuários de próteses, muitas adaptações que devolveram autonomia e aproximaram as atividades cotidianas realizadas antes da lesão, são resultados de experimentos bem-sucedidos no universo paradesportivo (MARTINS, 2017).

Desde 2015, o Paratletismo Brasileiro conta com apoio o e o patrocínio da empresa Braskem[1], com a utilização sustentável da química e do plástico em toda preparação técnica com equipamentos que melhoram a qualidade de vida das pessoas (PARATLETISMO, 2018). E os atletas brasileiros utilizam desses avanços tecnológicos no dia a dia e depois aplicam em sua atividade esportiva, melhorando assim seu desempenho no atletismo (CARDOSO, 2018).

> A conciliação entre ciência e tecnologia propiciou avanços significativos para o conforto, segurança e adaptação de todos os que são deficientes físicos, praticantes de esportes ou não. Aos paratletas, contribuiu também para um dinamismo, praticidade e desempenho superiores. As próteses modernas são mais leves e de melhor qualidade. Cada novo aperfeiçoamento, por mais sutil que possa ser, acaba proporcionando benefícios que podem fazer a diferença, já que cada atleta de esporte adaptado possui sua individualidade e especificidade própria. A evolução tecnológica tornou possível esse ajuste e adaptação às características

1 a maior produtora de resinas termoplásticas nas Américas e a maior produtora de polipropileno nos Estados Unidos.” Fonte: https://www.braskem.com.br

> particulares, contribuindo para se obter resultados melhores e posturas mais adequadas (MARTINS, 2017).

Com essa evolução tecnológica constante, a semelhança com o membro natural está cada vez mais explícita, com movimentos, funções, dinamismo, materiais que proporcionam atingir desempenhos, antes, inatingíveis; o que permitiu o corredor sul-africano, Oscar Pistorius, que possui amputação nos dois membros inferiores, a competir com atletas sem nenhuma amputação (TRINDADE, 2016).

Devido ao alto custo dos equipamentos e materiais, o acesso às próteses pode tornar-se um fator de impedimento para a inclusão do amputado ao atletismo. Tendo pouca visibilidade de mídia, consequentemente poucos patrocinadores, o acesso aos equipamentos adequados e tecnologicamente avançados fica ainda mais difícil; variam de 10 mil a 150 mil, portanto faz-se necessário maiores investimentos e apoio aos atletas e que os talentos sejam progressivamente e devidamente recompensados (MARTINS, 2017).

É importante o incentivo e o uso dessas próteses nas modalidades esportivas, elas se tornaram objeto de representação para os Jogos Paralímpicos (ENTENDA, 2020). Os resultados obtidos no atletismo ao longo dos anos estimulam o avanço tecnológico, melhoria nos procedimentos médicos e maior capacitação de profissionais de reabilitação, como fisioterapeutas, nutricionistas e educadores físicos (FRAGA, 2020). Conforme citado anteriormente, a evolução tecnológica das próteses começa nos paratletas, beneficiando os usuários como um todo. Knoploch (2016) completa que não há retorno melhor para conhecer a real qualidade de uma prótese do que o próprio ser humano, é ele quem vai identificar a função mecânica dos elementos e a adaptação biológica “não adianta ser excelente se machuca.”

Os velocistas Alan Fonteles (campeão em Londres, em 2012) e Vinícius Rodrigues (bronze no Mundial de Dubai, em 2019) utilizam próteses em suas modalidades, pois competem em classes para amputados, mas possuem outra prótese para a rotina comum e práticas de outras atividades como musculação (ENTENDA, 2020). Alan Fonteles usufrui dos recursos tecnológicos para suas atividades paralímpicas, porém não descarta a questão estética “a lâmina tem de ser flexível na medida certa. Se for muito mole, fico muito tempo em contato com o chão. Precisa ser forte para me projetar para a corrida. Também procuro detalhar se me sinto confortável e se acho o equipamento bonito”, Knoploch (2016) enfatiza que o atleta precisa além da adaptação, uma preparação atlética para tornar-se um esportista, pois só o fato de empregar uma prótese altamente tecnológica, não implica um bom rendimento imediato (TRINDADE, 2016).

Polidoro (2014) afirma que não há protocolos para adaptações às próteses, a questão fica no âmbito da familiarização pessoal através dos profissionais para tal, porém é aconselhável que fique, no mínimo, duas semanas nesse processo, e Andrade (2020) destaca que é imprescindível o indivíduo se controlar para manter o peso a partir do momento que sua prótese é manuseada.

> “Toda prótese tem que ser diferenciada. O componente e o encaixe que cada pessoa usa é individualizado, porque depende da temperatura, da parte óssea. As lâminas, geralmente, são feitas conforme o peso corporal do paciente”, declara Thomaz Pfleghar, protesista e diretor técnico, no Brasil, da Ottobock (TRINDADE, 2016).

Outro atleta, velocista, de grande representação para o atletismo mundial, é o inglês Jonnie Peacock, que perdeu parte de sua perna, abaixo do joelho, aos 5 anos, após uma meningite. Em 2008, foi motivado a procurar programas de paratletismo obtendo ótimos resultados, aos 18 anos, a partir de 2011 tornou-se inspiração para muitos jovens atletas, pois se comprometeu a participar de quantas Paralimpíadas fosse possível (MEZZADRI, 2016).

Com todos esses avanços tecnológicos, e resultados no paratletismo, o professor Ciro Winckler, Martins (2017) aponta a indispensabilidade de uma busca funcional e estética, pois a imagem está diretamente ligada a autoestima e o fato de ser amputado é um fator determinante para abalar o psicológico de um indivíduo. Apresentar uma prótese esteticamente diferente do membro amputado, pode ser bem recebida para o meio em que está inserido um atleta, mas para as atividades cotidianas a busca por uma proximidade anatômica é mais gratificante: “a lâmina de corrida não tem calcanhar e, por isso os esportistas têm, ao menos, uma prótese de corrida e outra de passeio. — É porque eles correm na ponta dos pés e não precisam de apoio — esclarece Ciro”

Os resultados do paratletismo se equiparam, e em algumas situações, até passam as marcas das Olimpíadas convencionais, os chamados atletas de elite. Em 2015, o alemão Markus Rehm atingiu um resultado que poderia tranquilamente vencer nas últimas Olimpíadas, ele chegou a solicitar a participação nos Jogos Olímpicos de 2016, no Rio de Janeiro, mas não recebeu autorização. Essas marcas estão diretamente ligadas à biomecânica perfeita que as próteses estão atingindo (OS SALTOS, 2018)

Mattos (2016) afirma que para os médicos a adaptação à prótese dará as condições mais diversas e, em amputado unilateral, poderá tirar a sobrecarga do membro não amputado, uma vez que o indivíduo bem preparado poderá usar sua perna protética como base, enquanto, por exemplo, a outra chuta uma bola.

Contudo, ainda que exista todo amparo tecnológico, e que o atleta esteja acompanhado de profissionais para a adaptação de treinos e rendimentos esportivos, o atletismo de pista pode contribuir para contusões e lesões musculoesqueléticas, pois os movimentos cíclicos e acíclicos, e os grandes impactos, podem prejudicar a musculatura existente (FERREIRA, 2019).

Por fim, a apresentação de um equipamento dotado de tecnologia que avança continuamente, faz surgir a preocupação, se o condicionamento atlético é favorecido em detrimento desses mecanismos.

4 INFLUÊNCIA DAS PRÓTESES NOS RESULTADOS DO ATLETISMO PARALÍMPICO

Este trabalho trouxe até o presente momento uma síntese da evolução das próteses e a utilização das mesmas pelos atletas paralímpicos. Foi observado também, os avanços mais específicos nas próteses de membros inferiores, buscando a cada dia, novos materiais, novas estéticas, otimizando os resultados. Portanto, a presença evolutiva de algo paralelo às funções orgânicas, traz a questão, se todo esse mecanismo contribui positivamente, ou até negativamente, aos atletas. Seriam as próteses o fator que contribui para a melhoria do desempenho? Este capítulo trará o que foi encontrado na literatura, podendo aproximar de uma conclusão parcial, pois a qualquer momento as variáveis podem ser reestudadas.

> Ainda existem muitos questionamentos quando se refere à possível vantagem ou desvantagem do uso de próteses na corrida. Todavia, atletas amputados têm apresentado resultados cada vez melhores em competições esportivas, aproximando-se dos números alcançados por atletas sem deficiência (VOLPATO, 2018).

Inicialmente é considerável ressaltar que o uso das próteses demanda responsabilidade e acompanhamento adequado, para que sua função seja mantida. Seguindo as recomendações de Andrade (2020) não é aconselhado manutenção por conta própria, qualquer alteração poderá comprometer não só o rendimento, mas também prejudicar a biomecânica do indivíduo, podendo afetar coluna, joelho ou outras partes do corpo.

É fundamental que o usuário esteja atento a fatores incomuns da prótese, barulho; componente quebrado; folga na peça; peça solta; qualquer incômodo do atleta deverá ser informado imediatamente ao ortopedista ou o um técnico que possa fazer a manutenção corretamente. Outro cuidado é em relação à água, algumas próteses não podem ter esse contato, então é indicado não usar em praias e piscinas, principalmente nas próteses profissionais, pois os danos poderão prejudicar o desempenho do atleta (ANDRADE, 2020)

Essas revisões periódicas são de extrema importância, com a mesma preocupação do momento da adaptação, se essas obrigações forem ignoradas, elas poderão prejudicar nos resultados e criar problemas inexistentes até o momento. A empresa Bodout indica Sílica Gel para remoção de fungos, estes podem causar alergias e oxidação das partes metálicas, auxiliando no conforto e durabilidade (PRÓTESES, 2020).

Dentro da classificação apresentada anteriormente, o presente trabalho foca nas modalidades T42, que inclui prova de pista, corrida, e atleta com amputação simples (uma perna) acima do joelho; e T44, também prova de pista, e atleta com amputação simples, porém abaixo do joelho (CARDOSO, 2016).

É imprescindível destacar que qualquer rendimento positivo de um atleta é resultado de técnica e treinamento. A disciplina é elemento essencial para a eficiência, buscar bons resultados está diretamente relacionado à dedicação e eficácia dos seus equipamentos, estética não é fator determinante para alcance dos números almejados (TORRI; VAZ, 2017).

Contudo, a adequação das próteses contribui positivamente para a dedicação e segurança do atleta. A aproximação da realidade do biotipo do paratleta é relevante para que não altere as características humanas que já estão condicionadas, por exemplo, a altura. A variação na altura das lâminas não contribui para uma possível vantagem, de acordo com Donna Fisher, da empresa Ottobock, “Perguntar se o tamanho gera uma diferença no desempenho dos atletas é como perguntar se um atleta mais alto é um corredor melhor que um mais baixo. Não sabemos”, nesse caso, essa comparação deve ser iniciada em um outro estudo proposto, em atletas de elite, para que essa dúvida seja sanada (ENTENDA, 2016) o que se pode afirmar segundo Beck, Taboga e Grabowski (2017 apud VOLPATO, 2018) é que a altura da prótese não altera a influência metabólica, mas sim a angulação do modelo da prótese, mas que a força propulsora é otimizada em próteses mais altas e lâmina mais lineares.

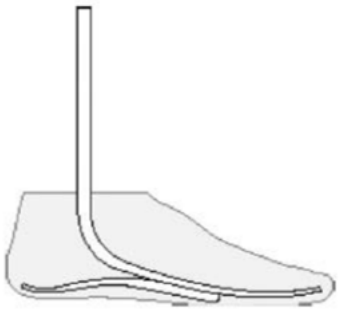
Em relação ao desempenho, os indivíduos amputados desenvolvem habilidades significativas quando incluem as atividades esportivas em sua rotina, essas competências são observadas no aspecto funcional, social e emocional. A partir do momento em que a dedicação é elemento primordial para bons resultados, o paratleta bem treinado e motivado terá como consequência resultados ainda melhores (SILVA; SOUSA; MARÃES, 2020).

Conforme (VOLPATO, 2018), a marcha é alterada significativamente com a amputação dos membros inferiores, ou seja, quanto mais proximal, maior prejuízo no desempenho, podendo interferir no equilíbrio e na postura, principalmente quando há ausência de articulação de joelho, isto é, “a amputação transtibial preserva maior massa muscular, bem como a articulação do joelho. Sendo assim, o atleta tem menos prejuízo na execução da corrida em si” (VOLPATO, 2018). Nesse fator pode ser observado que há uma perda de representatividade do indivíduo paratleta em comparação com o atleta comum, ainda que a prótese lhe devolva sua mobilidade e aproxime o esportista de suas condições anteriores à amputação, o atleta não se isenta de seus prejuízos motores naturais.

> Segundo Grabowski et al. (2009), as forças de reação do solo sobre o membro afetado são diminuídas em relação a pessoas sem deficiência. Tal fato limita o alcance de mais altas velocidades de corrida por parte dos atletas amputados, visto que a velocidade é diretamente proporcional à aplicação de força no solo (VOLPATO, 2018).

Para que o desempenho na corrida seja devidamente recompensado, é preciso que as próteses sejam específicas para tal fim, pois as próteses convencionais não poderão proporcionar altas velocidades, principalmente se comparar os impactos de um SACH *foot* e um *Flex foot*; o pico de velocidade do segundo modelo é maior do que o modelo convencional devido à flexibilidade do calcanhar que é rígido dos SACH foot e não permite atingir altas velocidades (VOLPATO, 2018).

Figura 15 – SACH *foot* e *Flex foot*



Fonte: VOLPATO, 2018

O trabalho realizado por Volpato (2018), quando compara o desempenho do chamado grupo controle, ou seja, os não amputados, com o grupo usuários de próteses, a afirmativa encontrada é que "o desempenho na corrida com próteses específicas é inferior quando comparado ao grupo controle", isso porque, mesmo com respostas positivas quanto aos mecanismos fisiológicos, as velocidades de atletas amputados não atingem as mesmas dos não amputados. Foi estudado também, que atletas com amputação bilateral tem um desempenho melhor em comparação ao unilateral, devido ao equilíbrio mecânico. Portanto, o avanço na tecnologia das próteses contribui para a melhoria do desempenho dos atletas, analisado na pesquisa realizada entre 1992 e 2012, por Grobler, Ferreira e Terblanche (2010 apud CARDOSO, 2018)

A questão do crescimento tecnológico possui duas vertentes de discussão, as melhorias podem contribuir para que o funcionamento aproxime da capacidade motora dos não amputados. Porém teria um limite para essas evoluções? Chegaria algum momento em que o indivíduo com prótese pode ser superior ao atleta comum? Essa discussão pode ser observada no caso do atleta de salto, Marjus Rehn, pois a proximidade dos números alcançados com os atletas de elite, levantou a dúvida se a mola existente na prótese propulsiona um maior salto (TRINDADE, 2016).

> "A velocidade de corrida está associada à distância do salto. Para o Markus Rehm saltar o que ele salta (acima de 8 m), ele tem que correr 100 m em 10s20, 10s30. No entanto, ele faz essa distância em 11s30. Portanto, existe o benefício, pois, com o tempo mais lento, ele precisa de um impulso maior, dado pela prótese, para atingir a mesma distância", analisa o coordenador do atletismo paralímpico brasileiro, Ciro Winckler (TRINDADE, 2016).

Em relação à análise sobre o salto, essa vantagem é presente, porém para a corrida, Ciro Winckler, aponta que há momentos de vantagens e outros de desvantagens (OS SALTOS, 2018). Sendo que o ponto favorável é em relação ao tempo de reposicionamento, o tempo de movimento para traz e para frente, o tempo gasto por um atleta de elite varia entre 0,37s a 0,34s, enquanto o paratleta sul-africano, Oscar Pistorius, atingiu 0,28s para o mesmo movimento, isso devido ao peso comparado a de uma perna natural (aproximadamente 5,7kg) e uma prótese de lâminas (2,4kg) (ENTENDA, 2016).

Figura 16 – Oscar Pistorius

Fonte: CARDOSO, 2016

Logo, outras características são examinadas, em um primeiro momento há uma vantagem para a prótese no que diz respeito ao tempo que fica com os pés no chão. Quanto mais tempo o atleta consegue manter os pés no chão, mais força terá na impulsão, a prótese otimiza nesse processo. Em contrapartida, a leveza das próteses não transmite a força para o chão, o que uma perna humana é capaz de fazer. Nesse momento, o prejuízo do apoio dos pés do atleta convencional é recompensado, as próteses retomam o proveito em relação ao cansaço muscular; em competições mais longas essa ausência de músculos e, consequentemente suas dores, podem contribuir positivamente ao paratleta (ENTENDA, 2016)

Segundo Torri & Vaz (2017), Oscar Pristorius é um atleta que evidenciou a questão da comparação do desempenho dos atletas com paratletas. O sul-africano solicitou sua participação nos Jogos Olímpicos de Londres, em 2012, pois suas próteses não implicavam em resultados proficientes em comparação com os de elite. O pedido do paratleta havia iniciado em 2008 para os Jogos Olímpicos de Pequim, quando foi negado, na ocasião ele utilizava uma prótese em forma de "J" (CARDOSO, 2016). Após batalha judicial para provar essa afirmativa, Oscar foi autorizado a competir, em 2012, pois estudos publicados no *Journal of Applied Physiology* por Weyland concluíram que a prótese J-*Leg* não oferecia vantagem competitiva, porém não conquistou o pódio (CARDOSO, 2016).

Continuando a questão da comparativa das vantagens e desvantagens, na ocasião de 2012, em que Pistorius foi autorizado a competir nos Jogos Olímpicos, houve a dúvida se a prótese ia oferecer perigo em caso de contato com outro atleta; para que esse problema fosse sanado, a condição proposta pela Federação Internacional de ATLETISMO (IAAF) determinou que o paratleta se posicionasse na primeira raia, e como "primeiro atleta", já que a prova era de revezamento 4/400, sendo assim, não teve risco de contato com os demais (ZOBOLI, 2011).

Dessa forma, em 2012, as discussões chegaram ao paratletismo, Oscar protestou contra a utilização da prótese do brasileiro Alan Fonteles. Alan disputou 200m pela classe T44 e usava uma prótese autorizada pelo IPC, mas que o deixava 5cm mais alto. O brasileiro conquistou o ouro apresentado um tempo de 21s45, a questão de Oscar foi a comparação com sua marca de 21s52, atribuindo o sucesso de Alan na vantagem da altura, mas conforme texto supracitado, a vantagem da altura ainda não é comprovada (CARDOSO, 2018). Lembrando que, ambos são amputados bilaterais. Pistorius e Fonteles usufruíram de próteses com o mesmo modelo, Pistorius chegou a alegar que a passada de Alan teria sido ampliada devido à possível vantagem na altura;

após análise comparativa, Alan deu 98 passos, com média de 2m de amplitude, enquanto que Pistorius deu 92 passadas com 2m20, ou seja, a altura não influenciou (TORRI; VAZ, 2017).

> Biamputado abaixo do joelho, o paraense Alan Fonteles começou no atletismo aos oito anos, usando próteses de madeira. No Mundial Paralímpico de Atletismo de Londres, em 2012, aos 20 anos, ele se tornou recordista mundial nos 200m, com o tempo de 21s45. Na emocionante prova, ele superou a marca de 21s52 do sul-africano Oscar Pistorius, primeiro medalhista paralímpico da história a competir de maneira simultânea com atletas não deficientes (OS SALTOS, 2018).

Alan Fonteles, natural de Marabá, no estado do Pará, teve as pernas amputadas aos 7 meses de idade, devido às complicações de saúde, e desde os oito anos de idade praticava atletismo, foi treinado pela atleta Suzete Montalvão, e em 2006 adquiriu sua primeira prótese específica para correr, obtendo excelentes resultados em competições seguintes; em 2012 colocou o Brasil em primeiro lugar no ranking mundial no paratletismo (MEZZADRI, 2016). O que faz analisar que a ressignificação de um atleta é fator muito mais influenciador no quesito rendimento do que as possíveis vantagens mecânicas e tecnológicas (ZOBOLI, 2011).

Figura 17 – Oscar Pistorius cumprimentando Alan Fonteles em Londres, 2012

Fonte: MEZZADRI, 2016

Nos Jogos Paralímpicos de Tokio 2020 (realizado em 2021, devido à Pandemia covid-19), o velocista Vinícius Rodrigues, da classe T63, atingiu a marca de 12s05 na corrida de

100 metros, conquistando a medalha de prata, ficando a um centésimo do medalhista de Ouro, o russo Anton Prokhorov (PEDUZZI, 2021). Vinícius teve parte de sua perna esquerda amputada, aos 19 anos, após um acidente de motocicleta, foi incentivado pela atleta Terezinha Guilhermina, o paratletismo fez parte de seus planos (LYSEI, 2021). Depois da adaptação com a prótese da empresa Ottobock, Vinícius pôde atingir números satisfatórios após quatro anos de trabalho, ou seja, nenhum mecanismo sobrepôs a necessidade de uma dedicação aos treinos e nem trouxe marcas milagrosas assim que começou a utilização da mesma: “Melhorei meu recorde, coisa de meio segundo, só de ter mudado a lâmina da prótese. Batemos o recorde depois de quatro anos de trabalho.” Afirma Vinícius (PARAPAN, 2021).

Figura 18 – Vinícius Rodrigues e sua prótese Ottobock

Fonte: PARAPAN, 2021

A empresa Ottobock, assim como o atleta, reconhecem a importância dos mecanismos apropriados para um bom rendimento, “Eu corro com a prótese Ottobock desde meus primeiros passos. Me dei muito bem com o alinhamento, extensão e flexão dos joelhos. Sempre foi uma prótese que me acompanhou, quando eu corria mais rápido ela respondia.” O fato da tecnologia permitir conforto e que o atleta desempenhe melhor seu rendimento, não implica que está criando um facilitador para que ele se destaque, seria um somatório de técnica, disciplina, equipamento e qualidade do atleta, como qualquer modalidade olímpica ou paralímpica.

> Os benefícios dessa prótese estão o encaixe em carbono com *liner* que permite melhor conexão (suspensão) entre o coto do usuário e a prótese; o joelho possui menor resistência e oferece maior impulso ao atleta; e a lâmina de corrida, fabricada sob medida e em fibra de carbono, que confere uma maior armazenamento e devolução de energia, ou seja, um maior desempenho com menor gasto enérgico ao atleta”, explica Emerson Bovo, mestre em Ortopedia Técnica pela Escola Federal Alemã de Ortopedia Técnica (BUFA) e gerente da Ottobock Brasil. (PARAPAN, 2021).

Com isso, Vinícius vê o poder da representatividade, sua posição no quadro de medalhas do Brasil e seu recorde atingido na modalidade servirá como fonte de inspiração para a geração futura, com orgulho de ser um atleta paralímpico: “Trabalhamos método, pressão, o esporte nos ajuda a crescer em várias áreas. Depois que eu me tornei deficiente teve início uma

versão melhor de mim. Eu rasgo as minhas calças para mostrar a minha prótese. Ela é o meu orgulho.” (RIBEIRO, 2021).

Figura 19 – Vinícius Rodrigues, prata nos 100m rasos em Tokio, 2021

Fonte: MAGRI; NOVAES, 2021

A partir dessas afirmativas, as evidências fazem com que, num primeiro momento, seja descartado as vantagens atribuídas às próteses, ainda que alguns estudos apontam positivamente para algumas características relacionadas ao armazenamento de energia, os atletas sem amputação ainda apresentam resultados mais satisfatórios (VOLPATO, 2018). Veja o quadro abaixo, uma simples comparação aponta sempre a vantagem ao atleta de elite:

Figura 20 – Comparativo de recordes mundiais de atletas olímpicos e paralímpicos

	OLÍMPICO		FEMININO		PARAOLÍMPICO		
Prova	Atleta	Local	Data	Marca	Marca	Classe	Atleta
100m	Florence G. Joyner	Indianápolis	16.07.88	10"49	12"49	T46	Amy Winters
200m	Florence G. Joyner	Seul	29.09.88	21"34	25"54	T46	Amy Winters
400m	Marita Koch	Canberra	06.10.85	47"60	55"99	T46	TshotlegoMorama
Peso	Natalya Lisovakaya	Moscou	07.06.87	22"63	10"12	F58	Iyazi Njideka Eucharia
Disco	Gabriele Reinsch	Neubrandenburg	09.07.88	76"80	31"73	F58	Roseane Ferreira
Dardo	Osleidys Menendez	Helsinki/FIN	14.08.05	71"70	30"97	F58	Safia Djelal

	OLÍMPICO	MASCULINO		PARAOLÍMPICO	
Prova	Atleta	Marca	Marca	Classe	Atleta
100m	Asafa Powell e Justin Gatlin	9"77	10"72	T46	Adjibola Adeoye
200m	Michael Johnson	19"32	21"83	T46	Adjibola Adeoye
400m	Michael Johnson	43"18	48"46	T46	Antônio Delfino Souza
Peso	Randy Barnes	23"12	14"77	F58	Ibrahin Mahmered
Disco	Jurgem Schult	74"08	55"60	F58	Mahmerid Elator
Dardo	Jan Zelezny	98"48	50"72	F58	Silver Ezeikpe

Fonte: VERÍSSIMO; RAVACHE, 2006

O fato de unir os atletas amputados e não amputados sempre gera debates em relação às vantagens, e os questionamentos sempre vêm à tona, mas segundo Trindade (2016), com base em especialista do ramo das próteses, a qualidade da prótese pode auxiliar no desempenho dos atletas, porém não “cria campeões”.

> “A prótese é um produto que não faz correr mais rápido, pois ela não é um motor, não desenvolve energia própria. Se o atleta não tem condição de correr bem, a prótese não vai fazê-lo ser mais rápido”, garante Thomaz Pfleghar, protesista e diretor técnico da Ottobock no Brasil (TRINDADE, 2016).

As evoluções tecnológicas podem não caracterizar uma desvantagem injusta, ou que faça o atleta possuir atitudes sobre-humanas, mas pode proporcionar condições que não faça de sua condição de amputado uma desvantagem, e que cada vez mais, os números se aproximam dos atletas convencionais, é uma visão positiva e otimista em relação ao futuro dos paratletas (MATARUNA, 2008).

A ascensão tecnológica é encontrada nos esportes em diversos pontos, nos equipamentos esportivos, uniformes e alimentação, essa busca por melhorias nunca representou uma desvalorização do esforço do atleta, o objetivo é a otimização do conforto e qualidade das apresentações esportivas. O fato de criar bolas com tecidos melhores, raquetes mais leves, tênis mais confortáveis e alimentos mais energéticos, não caracteriza uma desumanização do esporte, e assim é com as próteses; os avanços proporcionam melhores condições para que o atleta seja melhor representado e não que seja além de sua capacidade motora, por isso que os equipamentos eletrônicos não são aceitos em competições oficiais (ZOBOLI, 2011). As próteses eletrônicas oferecem ligações diretamente com os impulsos elétricos do sistema humano, assim, nesse caso, poderá estar relacionada a uma vantagem não muito justa (FRAGA, 2020).

Portanto, é possível finalizar essa discussão com uma visão menor problematizada em relação à evolução das próteses, que hoje vislumbra melhores resultados e condições

adequadas para os atletas com amputações, e a partir disso, Craig Spence, Diretor de Comunicação do Comitê Paralímpico Internacional (IPC), afirma que em trinta anos poderemos ter em um atleta paralímpico, o homem mais rápido do mundo (TORRI, 2019)

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho, com base na literatura disponível até o momento, pôde observar alguns fatos e esclarecer a ideia hipotética da possibilidade de favorecimento do atleta ao utilizar determinados tipos de prótese.

O que se pode-se considerar, num primeiro momento é que as próteses de membros inferiores, disponíveis no mercado, e autorizadas nos jogos competitivos, como o observado nos Jogos Paralímpicos, não trazem vantagem adicional ao atleta, ao menos que ele tenha dedicação e preparação técnica competitiva para isso. Talvez uma prótese com recursos eletrônicos, possam sim, possibilitar ações além do biomecânico, porém estes modelos não fazem parte da realidade atual.

Para que se tenha resultados em atletas amputados em membros inferiores é necessário a cada dia maiores incentivos à capacitação de profissionais de educação física para tal desempenho. A questão de acessibilidade também é um fator que deve ser adequado, principalmente nas pistas de corrida, objeto deste trabalho. O suporte financeiro também contribui para o alto rendimento dos atletas, pois os mesmos poderão ter facilidade em adquirir próteses mais confortáveis e adequadas para sua modalidade, assim como facilita o acesso às competições mundiais, que demandam altos custos.

REFERÊNCIAS

ANDRADE, L.F.P. Próteses Esportivas: como funcionam? quais os cuidados? 2 out. 2020. Disponível em: https://bionicenter.com.br/proteses-esportivas-como-funcionam-quais-os-cuidados/ Acesso em: 22 mar. 2021.

ATLETISMO. 2016. Disponível em: http://rededoesporte.gov.br/pt-br/megaeventos/paraolimpiadas/modalidades/atletismo. Acesso em: 22 mar. 2021.

ATLETISMO. **Comitê Paralímpico Brasileiro**. Disponível em: https://www.cpb.org.br/modalidades/46/atletismo. Acesso em: 22 mar. 2021.

BANDEIRA, A.P.N.S.; SILVA, K.M. Corpo e prótese: entre a tecnologia, a arte e a ressacralização. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE INOVAÇÃO EM MÍDIAS INTERATIVAS, 6., 2019, Buenos Aires. **Anais...**Buenos Aires: Universidad de Buenos Aires, 2019. p. 391-403.

BENFICA, D.T. **Esporte paralímpico**: analisando suas contribuições nas (re)significações do atleta com deficiência. 2012. Dissertação. (Mestrado em Educação Física) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2012.

BUSTO, R.M. A deficiência e o esporte paraolímpico. In: ENCONTRO DA ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PESQUISADORES EM EDUCAÇÃO ESPECIAL, 7., 2011, Londrina. **Anais...** Londrina: Congresso Brasileiro Multidisciplinar de Educação Especial, 2011. p. 2400-2422.

BRANCATTI, P.R. et al. História de vida de pessoas deficientes físicos que participam nos projetos de basquete sobre rodas e atletismo adaptado. **Revista Assoc. Bras. Ativ. Mot. Adapt.**, Marília, v.18, n.2, p. 159-176, jul./dez. 2017.

CARDOSO, V.D. **O desenvolvimento da carreira esportiva de atletas paraolímpicos do Brasil.** 2016. Tese. (Doutorado em Ciências do Movimento Humano) – Escola de Educação Física, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2016.

CARDOSO, V.D. et al. A tecnologia no esporte paralímpico. **Pensar a Prática**, Goiânia, v. 21, n. 3, p. 713-721 jul./set. 2018. DOI: 10.5216/rpp.v21i3.47496.

COMITÊ PARALÍMPICO BRASILEIRO. **Homologação de competições pelo CPB.** São Paulo, 2016. 3p.

COMITÊ PARALÍMPICO BRASILEIRO. **Normas para participação de atletas com deficiência em corridas de rua.** São Paulo, 2016. 5p.

DA SILVA, R.C.; SOUSA, B.S.; MARÃES, V.R.F.S. Avaliação da qualidade e do nível de satisfação de atletas amputados transfemorais com suas próteses: um estudo preliminar. **Revista Bras. Ci. e Mov.** v.28, n.2, p. 117-122, 2020.

ENTENDA como funcionam as próteses no esporte paralímpico. **Comitê Paralímpico Brasileiro**. 14 ago. 2020. Disponível em: https://www.cpb.org.br/noticia/detalhe/3012/entenda-como-funcionam-as-proteses-no-esporte-paralimpico Acesso em: 22 mar. 2021.

ENTENDA como funcionam e como são fabricadas as próteses de corrida para atletas sem pernas. 10 set. 2016. Disponível em: https://www.tnh1.com.br/noticia/nid/entenda-como-funcionam-e-como-sao-fabricadas-as-proteses-de-corrida-para-atletas-sem-pernas/ Acesso em: 22 mar. 2021.

FERREIRA, B.F. **Lesões muscoesqueléticas em atletas paralímpicos**: uma revisão da literatura. 2019. Trabalho de Conclusão de Curso. (Especialização em Fisioterapia Esportiva) - Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2019.

FRAGA, J. Legado paralímpico chega na reconstrução de corpos. 22 set. 2020. Disponível em: https://www.olimpiadatododia.com.br/paralimpicos/267635-legado-paralimpico-na-engenharia-para-reconstruir-corpos/ Acesso em: 22 mar. 2021.

JOGOS Paralímpicos em números: quantas medalhas o Brasil já conquistou na história?. **Comitê Paralímpico Brasileiro**. 25 ago. 2020. Disponível em: https://cpb.org.br/noticia/detalhe/3028/jogos-paralimpicos-em-numeros-quantas-medalhas-o-brasil-ja-conquistou-na-historia Acesso em: 22 mar. 2021.

KNOPLOCH, C. Indústrias usam esporte paralímpico para aprimorar próteses. 8 set. 2016. Disponível em: http://www.plastivida.org.br/index.php/blog/391-industrias-usam-esporte-paralimpico-para-aprimorar-proteses?lang=pt Acesso em: 22 mar. 2021.

LYSEI, D. Vinícius Rodrigues, o recordista dos 100m rasos do atletismo em sua primeira paralimpíada. 03 set. 2021. Disponível em: https://midianinja.org/ninjaesporteclube/vinicius-rodrigues-o-recordista-dos-100m-rasos-do-atletismo-em-sua-primeira-paralimpiada/ Acesso em: 05 set. 2021.

MAGRI, D.; NOVAES, M. Os medalhistas do Brasil na Paralimpíada de Tóquio. 25 ago. 2021. Disponível em: https://brasil.elpais.com/esportes/jogos-olimpicos/2021-09-05/os-medalhistas-do-brasil-na-paralimpiada-de-toquio.html. Acesso em: 05 set. 2021.

MATARUNA, L. Atletas fisicamente modificados: a busca de resultados os Jogos Olímpicos e Paraolímpicos. In: ENCONTRO DE ESPORTE NA AMÉRICA LATINA: ATUALIDADE E PERSPECTIVAS, 1., 2008, Curitiba. **Anais...** Curitiba: Asociacíon Latinoamericana de Estudios Socioculturales de Desporte, 2008.

MARTINS, A. A evolução (tecnológica) das próteses. **Jornalismo Júnior**, São Paulo, 6 set. 2017. Arquibancada. Disponível em: http://jornalismojunior.com.br/a-evolucao-tecnologica-das-proteses/ Acesso em: 22 mar. 2021.

MARZO, J.B.B. **Corpo protético no esporte.** 2007. Dissertação. (Mestrado em Educação) – Faculdade de Educação, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2007.

MATTOS, E. **Deficiências e seus tipos:** atividades motoras, esportivas e recreativas para portadores de deficiência motora. 2016. Texto de apoio. Curso de Especialização Atividade física adaptada e saúde – Escola de Educação Física e Esporte, USP, São Paulo, 2016.

MEZZADRI, F.M. (Org.). Atletismo adaptado. **Revista Inteligência Esportiva**. Curitiba, 2016. Disponível em: http://www.inteligenciaesportiva.ufpr.br/site_api/arquivos/atletismo1.pdf. Acesso em: 22 mar. 2021.

MONTEIRO, M.A. Paraguai é um dos cinco países estreantes em Jogos Paralímpicos; veja quais são as outras nações. 23 ago. 2021. Disponível em:

https://www.torcedores.com/noticias/2021/08/paraguai-e-um-dos-cinco-paises-estreantes-em-jogos-paralimpicos-veja-quais-sao-as-outras-nacoes. Acesso em: 05 set. 2021.

NOVAES, V.S. **O híbrido paraolímpico**: ressignificando o corpo do atleta com deficiência a partir de práticas tecnologicamente potencializadas. 2006. Dissertação (Mestrado em Ciência do Movimento Humano) – Escola de Educação Física, Universidade do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2006.

OLIVEIRA JÚNIOR, V.G. **Uma contribuição ao desenvolvimento de uma prótese antropomórfica hidráulica de membro inferior.** 2006. Dissertação. (Mestrado em Engenharia Mecânica) – Faculdade de Engenharia Mecânica, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2006.

OS SALTOS salto das próteses. **Isto é Online**, 29 mar. 2018. Disponível em: https://istoe.com.br/os-salto-das-proteses/#:~:text=Gra%C3%A7as%20%C3%A0%20evolu%C3%A7%C3%A3o%20de%20pr%C3%B3teses,obtidas%20pela%20elite%20do%20atletismo.Acesso em: 22 mar. 2021.

PARAPAN: Daniel Dia e Viícius Rodrigues contam como p´roteses de alta tecnologia melhoram seus desempenhos. 27 jun. 2021. Disponível em: http://www.noarcomunicacao.com/parapan-daniel-dias-e-vinicius-rodrigues-contam-como-proteses-de-alta-tecnologia-melhoram-seus-desempenhos/ Acesso em: 05 set. 2021.

PARATLETISMO: Modernização em próteses transformou o esporte paralímpico. 22 set. 2018. Disponível em: https://www.ibahia.com/esportes/noticia/modernizacao-em-proteses-transformou-o-esporte-paralimpico/ Acesso em: 22 mar. 2021.

PEDUZZI, P. Por um centésimo a mais, Vinícius Rodrigues é prata nos 100m em Tóquio. 30 ago. 2021. Disponível em: https://agenciabrasil.ebc.com.br/esportes/noticia/2021-08/por-um-centesimo-mais-vinicius-rodrigues-e-prata-nos-100m-em-toquio . Acesso em: 05 set. 2021.

PERIUS, T.F. **Geração de diretrizes de projeto com o uso do *design for x* para o desenvolvimento de prótese de membro inferior de baixo custo.** 2014. Dissertação. (Mestrado em Design) – Escola de Engenharia - Faculdade de Arquitetura, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2014.

POLIDORO, B.S. et al. Avaliação isocinética do membro inferior de atleta com amputação transtibial: estudo de caso. **Scientia Medica**, Florianópolis, v. 24, n. 4, p. 385-390, 2014. Disponível em: http://revistaseletronicas.pucrs.br/ojs/index.php/scientiamedica. Acesso em: 24 mar. 2021.

PRÓTESES esportivas: o que são e quais os cuidados? 6 abr. 2020. Disponível em: https://bodout.com.br/o-que-sao-as-proteses-esportivas/ Acesso em: 22 mar. 2021.

QUINTINO, A.; PETRY, E. **Desenvolvimento de tecnologia para obtenção de molde de carenagem de prótese do membro inferior.** 2014. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Design) – Departamento Acadêmico de Desenho Industrial, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2014.

RAMOS, S. **Benefícios promovidos pelo atletismo para os atletas da Associação Judecri de Criciúma.** 2011. Trabalho de Conclusão de Curso. (Bacharelado em Educação Física) – Universidade do Extremo Sul Catarinense, Criciúma, 2011.

RIBEIRO, C. A escadinha dos centésimos de Vinícius Rodrigues rumo ao topo. 31 ago. 2021. Disponível em: http://rededoesporte.gov.br/pt-br/noticias/a-escadinha-dos-centesimos-de-vinicius-rodrigues-rumo-ao-topo-do-podio. Acesso em: 05 set. 2021.

RODRIGUES, L.G.L. **Estudos e pré-projeto de um tipo de prótese de material compósito para corredores amadores com amputação transtibial.** 2013. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Mecânica) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2013.

SOUZA, J.P.C. **Classificação em esporte paralímpico baseada em evidência**. 2020. Tese. (Doutorado em Biodinâmica do Movimento e Esporte) – Faculdade de Educação Física, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2020.

TORRI, D. **Educação do corpo**: técnica e estética no esporte paralímpico. 2019. Tese. (Doutorado em Educação) – Centro de Ciência da Educação, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2019.

TORRI, D.; VAZ, A.F. Esporte paralímpico: difícil inclusão, incorporação tecnológica, corpos competitivos. **Práxis Educativa**, Ponta Grossa, v.12, n. 2, maio/ago. 2017. Disponível em: http://www.revistas2.uepg.br/index.php/praxiseducativa. Acesso em: 23 mar. 2021.

TRINDADE, B. Evolução nas próteses leva à melhora nas performances. **O Tempo**, 1 maio 2016. Disponível em: https://www.otempo.com.br/hotsites/rio-2016/evolucao-nas-proteses-leva-a-melhora-nas-performances-1.1290035 Acesso em: 22 mar. 2021.

VERÍSSIMO, A.W.; RAVACHE, R. **Manual de orientação para professores de Educação Física**: atletismo paraolímpico. Brasília: Comitê Paraolímpico Brasileiro, 2006, 68p.
VOLPATO, A.C. **Influência da utilização de próteses específicas nas demandas energéticas da corrida**: uma revisão sistemática. 2018. Trabalho de Conclusão de Curso. (Bacharelado em Educação Física) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2018.

ZOBOLI, F. et al. O corpo híbrido: análise midiática da participação do atleta Oscar Pistorius no Mundial de Atletismo de 2011. **Revista Brasileira de Ciência do Esporte**, Brasília, v. 38, n. 1, p. 26-33, 2016. Disponível em: http://dx.doi.org/10.1016/j.rbce.2015.12.004. Acesso em: 23 mar. 2021.