



UNIVERSIDADE DE  
COIMBRA



Maria Antonieta Simões Smith Lima Mateus

**PRÓTESES ORTOPÉDICAS E O CICLO DE VIDA CIRCULAR**

*Dissertação de Mestrado em Gestão e Economia da Saúde, orientada por Prof.<sup>a</sup> Doutora Aida Isabel Tavares e Prof. Doutor Vítor Manuel dos Reis Raposo e apresentada à Faculdade de Economia da Universidade de Coimbra para obtenção do grau de Mestre*

Setembro de 2022





FACULDADE DE ECONOMIA  
UNIVERSIDADE DE  
**COIMBRA**

## **PRÓTESES ORTOPÉDICAS E O CICLO DE VIDA CIRCULAR**

### **Ficha Técnica**

<b>Tipo de trabalho</b>	<b>Dissertação</b>
<b>Título</b>	<b>Próteses ortopédicas e o ciclo de vida circular</b>
<b>Autor/a</b>	Maria Antonieta Simões Smith Lima Mateus
<b>Orientador/a(s)</b>	Prof. <sup>a</sup> Doutora Aida Isabel Tavares Prof. Doutor Vítor Manuel dos Reis Raposo
<b>Identificação do Curso</b>	<b>2º Ciclo em Gestão e Economia de Saúde</b>
<b>Mês</b>	<b>Setembro</b>
<b>Ano</b>	<b>2022</b>

Coimbra, Setembro de 2022





# AGRADECIMENTOS

Primeiramente quero agradecer a Deus, que me ajudou a superar os obstáculos, me dando forças para concluir essa dissertação de mestrado que tanto me ajudou a evoluir.

À Professora Aida Isabel Tavares, orientadora deste trabalho agradeço o apoio, disponibilidade constante, conselhos, pelo incentivo que sempre me concedeu e o acompanhamento ao longo desta dissertação, bem como as ideias e sugestões para levar todo este trabalho a um bom porto.

Ao professor Vítor Manuel Reis Raposo, orientador deste trabalho, o meu reconhecimento e agradecimento pelo voto de confiança e incentivo permanente depositado em mim, por ter aceitado orientar este trabalho, pelos constantes ensinamentos que me proporcionou, e principalmente pela imposição da minha autonomia e iniciativa colocando-se disponível para sanar dúvidas e auxiliar com ideias.

Um agradecimento especialmente ao meu cônjuge Balduino Mateus que prestou suporte, acompanhando em toda a trajetória de elaboração desta dissertação, pela ajuda preciosa na compreensão das evoluções deste trabalho pelo incentivo, força, conselhos e apoio nas dificuldades encontradas no decorrer deste trabalho.

Aos meus Filhos e a minha Mãe por confiar em mim e por ter ajudado a manter presente a memória do meu Pai, pois é deles este trabalho, será sempre deles, e por eles, qualquer um dos meus sucessos.

As minhas irmãs a Gisela e a Vânia, agradeço do fundo do coração todo o apoio, carinho e incentivo que me transmitiram todos os valores e sempre me deram total apoio em todas as decisões.

A todos os meus amigos, especialmente a Daniela Carneira pela disponibilidade que sempre demonstrou em ajudar para concluir este trabalho.

A todos o meu sincero obrigado!



## RESUMO

Os acidentes e algumas doenças, não transmissíveis, têm sido o principal motivo de patologias que levam à necessidade de intervenções cirúrgicas que obrigam à utilização de próteses ortopédicas. Paralelamente a esta problemática e o aumento da sua procura ao longo do tempo, surge a necessidade de criar uma estratégia para a reutilização das próteses ortopédicas.

O principal objetivo deste trabalho era identificar as boas práticas internacionais relacionadas com o ciclo de vida circular das próteses ortopédicas e refletir sobre o caso de Portugal. Para este fim, recorreu-se ao método de literatura cinzenta. Foram encontrados 1250 documentos ou sites e após a aplicação de critérios de inclusão e exclusão, selecionamos treze documentos que permitem responder à questão sobre as boas práticas de reutilização de próteses ortopédicas. A reutilização de próteses tem várias vantagens, como por exemplo, recuperação de metais para outras indústrias, doação a países subdesenvolvidos, em guerra, e/ou a campos de refugiados.

Para tal, é necessário criar meios e internacionalmente verificamos que existem diversos países sob a iniciativa de diversas organizações sem fins lucrativos como a *Penta Medical Recycling*, a *Standing With Hope*, a *Prosthetics for Foreign Donation Inc.*, a *Legs4Africa*, e a *Limbs for Life Foundation* que fazem recolhas dos membros protéticos doados com o propósito do seu reaproveitamento.

Os resultados indicam que todas estas organizações se orientam para um dos mesmo objetivo que é a minimização dos desperdícios e a ajuda aos amputados nos países subdesenvolvidos que necessitam de um membro artificial. Na globalidade, as boas práticas identificadas nestas organizações são algumas das práticas com potencialidade de aplicação em Portugal, tendo em conta que esta realidade ainda não se identifica em Portugal.

Uma das principais limitações deste trabalho está associada ao método de revisão de análise documental de literatura cinzenta, por exemplo, os *links* podem não estar ativos para a próxima consulta. Outra limitação, decorre da ausência de qualquer quantificação associada aos ganhos (e perdas) que decorrem da economia circular ou dos 3Rs em próteses ortopédicas.

Um dos principais contributos deste trabalho foi identificar as boas práticas internacionais no âmbito da aplicação dos princípios da economia circular às próteses de membros inferiores e refletir sobre a possível aplicação destas boas práticas em Portugal.

**Palavras-chave:** economia circular, reutilização, reciclagem, próteses ortopédicas



## ABSTRACT

Accidents and some non-communicable diseases are the main cause of pathologies that lead to surgical interventions requiring orthopaedic prostheses. In parallel with this problem and the increasing demand over time, there is a need to develop a strategy for reusing orthopaedic prostheses.

The main objective of this work was to identify international best practices related to the circular life cycle of orthopaedic prostheses and to consider the case of Portugal. For this purpose, the grey literature method was used. We found 1250 documents or websites. After applying inclusion and exclusion criteria, we selected thirteen documents that allow us to answer the question of best practices for reusing orthopaedic prostheses. Reusing prostheses has several benefits, such as recovering metals for other industries, donating to underdeveloped countries, and in war and/or refugee camps.

For this, it is necessary to create funds. At the international level, we found several countries where various non-profit organisations such as Penta Medical Recycling, Standing With Hope, Prosthetics for Foreign Donation Inc, Legs4Africa, and Limbs for Life Foundation collect donated prostheses for reuse.

The results show that these organisations share the same goal of reducing waste and supporting amputees in underdeveloped countries who need an artificial limb. Overall, the good practices identified in these organisations are some of the practices with potential application in Portugal, considering that this reality is not yet known in Portugal.

One of the main limitations of this work is related to the document analysis method and grey literature review; for example, the links may not be active in the next consultation. Another limitation stems from the lack of quantification related to the gains (and losses) resulting from the circular economy or 3Rs in orthopaedic prostheses.

One of the main contributions of this work was to identify international best practices in applying circular economy principles to lower limb prostheses and to reflect on the possible application of these best practices in Portugal.

**Keywords:** circular economy, reuse, recycling, orthopaedic prostheses.



# LISTAS DE ABREVIATURAS

ACSS - Administração Central do Sistema de Saúde, IP

AMI - Amputação dos Membros Inferiores

AMIM- Modelo de Atestado Médico de Incapacidade Multiuso

ANAMP- Associação Nacional de Amputados

ANDAMUS- Associação Portuguesa De Amputados

DGE - Direção-Geral de Educação

EC- Economia Circular

EL-Economia Linear

EUA- Estados Unidos da América

GEE- Gases De Efeito De Estufa

IEFP - Instituto do Emprego e Formação Profissional, I.P.

ISO-International Organization For Standardization

ISS - Instituto da Segurança Social, I.P.

MI -Membro Inferior

NU- Nações Unidas

ODS- Objetivos de Desenvolvimento Sustentável

OMS – Organização Mundial de Saúde

ONGs- Organização Não-Governamental

PAEC- Plano de Ação para a Economia Circular

PFFD Inc - *Prosthetics For Foreign Donation Inc*

SAPA -BDR- Base de Dados de Registo do SAPA

SAPA- Sistema de Atribuição de Produtos de Apoio

SNS-Sistema Nacional De Saúde

SPMS – Serviços Partilhados do Ministério da Saúde

TT- Transtibial

UE-União Europeia



## ÍNDICE DE TABELAS

<b>Tabela 1:</b> Referências selecionadas e ONG's identificadas .....	30
<b>Tabela 2:</b> Resultados de interesse obtidos nas Fontes /ONGs analisados. ....	31
<b>Tabela 3:</b> Lista homologadas das próteses do membro inferior que poderão ser financiados através do SAPA .....	44
<b>Tabela 4:</b> Valores de referência, participações e regras específicas para o regime livre das Próteses dos membros Inferiores.....	45
<b>Tabela 5:</b> Interesses e interessados nos 3RS.....	49

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1-</b> Mão de ferro, século XVI .....	8
<b>Figura 2 -</b> Segunda mão de ferro .....	8
<b>Figura 3 -</b> A prótese mais antiga.....	9
<b>Figura 4 -</b> Prótese Exoesqueléticas .....	10
<b>Figura 5 -</b> Prótese Endoesqueléticas para amputações transfemorais .....	11
<b>Figura 6 –</b> Constituição da perna protética.....	12
<b>Figura 7 -</b> Objetivos do Desenvolvimento Sustentável baseado em Nações Unidas .....	16
<b>Figura 8 -</b> Modelo de Economia Linear .....	17
<b>Figura 9 –</b> Economia Linear e Economia Circular .....	23
<b>Figura 10 -</b> Ciclo de vida Circular .....	25
<b>Figura 11 -</b> Diagrama de fluxo dos resultados da pesquisa.....	29
<b>Figura 12</b> Amputações total no período de: 2000 a 2015.....	40
<b>Figura 13 -</b> Número de empresas na fabricação do material ortopédicos e próteses .....	41
<b>Figura 14 -</b> Número de pessoas ao serviço na fabricação do material ortopédicos e próteses .....	41
<b>Figura 15 -</b> Vendas e serviços prestados na fabricação do material ortopédicos e próteses.....	42



# ÍNDICE

1. INTRODUÇÃO.....	1
2. PRÓTESES ORTOPÉDICAS .....	7
2.1. História das Próteses .....	7
2.2. Classificação das próteses ortopédicas.....	10
2.3. Fabrico e Materiais de Próteses Ortopédica.....	11
3. ECONOMIA CIRCULAR, SUSTENTABILIDADE AMBIENTAL E OS 3Rs.....	15
3.1. Economia circular e a sustentabilidade ambiental.....	15
3.2. Da economia linear à economia circular.....	16
3.3. Os 3 Rs – reduzir, reutilizar e reciclar.....	24
4. REVISÃO DA LITERATURA - BOAS PRÁTICAS DE 3 R's NAS PRÓTESES ORTOPÉDICAS, CASOS INTERNACIONAIS .....	27
4.1. Critérios de seleção da análise documental .....	27
4.2. Resultados.....	28
4.3. Boas práticas internacionais .....	31
4.3.1. <i>Penta Medical Recycling</i> .....	33
4.3.2. <i>Standing With Hope</i> .....	34
4.3.3. <i>Prosthetics for Foreign Donation Inc.</i> .....	35
4.3.4. <i>Legs4Africa</i> .....	36
4.3.5. <i>Limbs for Life Foundation</i> .....	37
5. O CASO PORTUGUÊS.....	39
5.1. Atualidade das próteses ortopédicas e ciclo de vida em Portugal.....	39
5.1.1. <i>Amputações e procura de próteses ortopédicas</i> .....	39
5.1.2. <i>Mercado e empresas de próteses ortopédicas</i> .....	40
5.1.3. <i>Apoios públicos à aquisição de próteses ortopédicas</i> .....	42
5.2. Interessados e interesses nos 3R.....	48
6 CONCLUSÃO.....	51
6.1 Dificuldades encontradas .....	52
6.2 Limitações do trabalho.....	53
6.3 Contributos deste trabalho.....	53

<b>6.4</b>	<b>Trabalhos Futuros.....</b>	<b>54</b>
	<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>55</b>



# 1. INTRODUÇÃO

A abordagem à sustentabilidade tem sido o sinónimo de diminuir impactos ambientais negativos, reduzir as pegadas ecológicas, neutralizar as emissões de gases de efeito de estufas (GEE) e aumentar a eficiência na aplicação dos recursos (Dyllick & Hockerts, 2002; Leitão, 2015). A sustentabilidade é a capacidade que o consumidor ou as empresas têm de se manterem inseridos num determinado ambiente sem que as suas ações afetem o meio ambiente e as gerações vindouras. É para isso necessário desenvolver estratégias para que no futuro haja recursos disponíveis para todas as gerações. Ao refletir sobre as inúmeras preocupações, as Nações Unidas (NU) promulgaram os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) sendo constituídos por 17 metas, a serem atingidas até 2030 (Silva, 2014). Segundo Brennan et al. (2015) as práticas de sustentabilidade são como a Economia Circular (EC).

A EC estimula novas práticas de gestão, abre novas oportunidades e cria valor às organizações em harmonia com o meio ambiente, pois o conceito de EC está associado ao uso dos materiais no final de vida (Stahel, 1986, 2010). O que antes era considerado resíduo deve ser considerado como matéria-prima de outro processo, tal que o fluxo de materiais possa ser mantido continuamente num ciclo industrial fechado (Braungart & McDonough, 2002, 2013; Braungart et al., 2007).

Neste contexto, há uma preocupação crescente em recuperar as próteses em fim de vida, pois o caso das amputações, principalmente, dos membros inferiores (MI) tem tendências a aumentar (Lovegreen et al., 2021). Hijmans et al. (2020) referem que a amputação do membro inferior (AMI) é um evento que muda a vida e requer maior utilização dos serviços de saúde, englobando a cirurgia de amputação, pós-operatório imediato, reabilitação, colocação de prótese e acompanhamento com outros serviços após a alta na comunidade. Um menor tempo entre a cirurgia de amputação e a aplicação de uma prótese ajuda na satisfação e a aceitação do uso do dispositivo.

Uma prótese é um dispositivo artificial que substitui partes do corpo humano, como mãos, pernas, joelho, tornozelo, quadril, cotovelo, entre outras partes do corpo (Renub Research, 2020). Prótese de membro inferior refere-se a uma prótese que substitui qualquer parte do MI para restaurar a finalidade funcional e/ou estética do MI. Isso pode incluir componentes artificiais que substituem o quadril, coxa, joelho, tornozelo e pé (PM&R Knowledge Now, 2017). Com a prótese, especialmente a dos MI, os amputados podem voltar a ter a oportunidade de conviverem na sociedade, isto é, ajuda a inclusão dos amputados na sociedade. Mas, para

alcançar a inclusão total na sociedade e dependendo do indivíduo, são necessárias muitas intervenções diferentes, intervenções essas que fazem parte do *continuum* dos cuidados de saúde, o que ajudará a prevenir malformações secundárias (World Health Organization, 2017).

Os serviços de próteses fazem parte dos cuidados de saúde e muitas vezes são incluídos nos serviços de reabilitação com o objetivo de compensar a perda de um membro por amputação. No caso dos MI, estimula a mobilidade e faz com que a pessoa atinja algumas autonomias como a independência nas atividades das vidas diárias e, por sua vez, a inclusão na sociedade (Bilodeau et al., 2000).

Tal como os demais serviços da área de saúde, os serviços de próteses são compostos por profissionais especializados (protéticos e / ou ortopédicos), auxiliares e em colaboração com uma equipa de saúde, reabilitação e administrativos, eles fornecem tratamento protético e ortopédico. Mas, o sucesso de uma política de utilizadores requer que todos os envolventes no serviço recebam formação adequada para o seu propósito e o uso. O envolvimento dos utilizadores de próteses, dos seus familiares, dos seus cuidadores e das organizações no desenvolvimento de políticas, planeamento, implementação, monitorização e avaliação de serviços é essencial (World Health Organization, 2017). É importante realçar também, a importância de uma formação contínua e de qualidade dos profissionais e dos envolventes (Lovegreen et al., 2021), devido ao aumento da procura no mercado e (Me et al. , 2012) com estas procuras o membro protético está atualmente a sofrer mudanças a muitos níveis, pois alguns amputados preocupam-se com a escolha dos materiais utilizados no desenvolvimento da laminação do soquete ou de todas as partes da prótese, temendo o desconforto que podem ter durante o uso.

É imprescindível um dispositivo protético ser leve e flexível, portanto, a maioria das partes são feitas de plástico. Segundo Infinite Technologies Orthotics and Prosthetics (2017) a prótese consiste num soquete feito sob medida, o forro, o pilão e o pé. Às vezes, a prótese pode consistir numa manga ou outro arnês, dependendo do sistema de suspensão utilizado para cada amputado. A seleção do material desempenha um papel importante no atendimento aos requisitos das peças protéticas, a fim de torná-las efetivamente funcionais. O custo do material selecionado deve ser relevante (ou seja, económico e acessível para amputados com pouco recurso, por exemplo) para ser fabricado em produções em massa, uma vez que o custo do material em si contribui muito no custo total de fabricação de cada peça (Pitkin, 2010). O soquete normalmente é feito de termoplástico, o pilão este é feito de fibra de carbono para o tornar leve e o pé eram tradicionalmente feitas de madeira e borracha (Me et al., 2012).

Mas, existem novos materiais, tais como plástico avançado e compósitos de fibra de carbono no fabrico das próteses que os torna muito mais caros, complicando assim a vida dos amputados nos países em desenvolvimento, pois nem todos os amputados têm condições para comprar uma prótese. Como há um registo enorme de novos casos de AMI e conseqüentemente haverá desperdícios (Holman et al., 2012; Lopez-de-Andres et al. , 2015), seria interessante adotarmos o sistema de reutilização e reciclagem das próteses para estes países mais necessitados, especialmente próteses dos MI.

Embora até à data não exista uma base de dados capaz de quantificar o número de amputados em Portugal, é de referir um estudo recente de Matos et al. (2018) que publicou dados sobre o número de amputações efetivas entre 2000 e 2015 em Portugal Continental. Baseado neste estudo foram registadas 76.314 amputações, das quais 45.446 (59,5%) foram amputações de MI. Em 2015, de acordo com este estudo, registaram-se 5.012 amputações, das quais 4.390 (87,5%) foram amputações de MI; cerca de 1.250 por diabetes, dados estes confirmados pela Sociedade Portuguesa de Diabetes 2015 ( Matos, 2015; Sociedade Portuguesa de Diabetologia, 2015; Matos et al., 2018) .

O Decreto-Lei n.º 93/2009, de 16 de abril, em conjunto com o Despacho n.º 5212/2014, de 28 de março, criou o Sistema de Atribuição de Produtos de Apoio (SAPA) que regulamenta a atribuição de Produtos de Apoio/Ajudas Técnicas, para pessoas com deficiência em Portugal e estabelece que as verbas destinadas ao financiamento das ajudas técnicas são atribuídas às entidades hospitalares através da Administração Central do Sistema de Saúde, I.P. (ACSS) (Centeno et al., 2019).

Em Portugal o montante das verbas destinadas ao financiamento das próteses e outros produtos de apoio é fixado, anualmente, por despacho conjunto dos membros do governo responsáveis pelas áreas das finanças, da segurança social, da saúde e da educação. A comparticipação dos produtos de apoio é a 100%. Nas unidades hospitalares e noutras entidades prescritoras da área da saúde, os produtos de apoio são diretamente fornecidos aos utentes, não havendo lugar a reembolso (Serviços Partilhados do Ministério da Saúde, 2020).

No entanto, segundo Baumann et al. (2020), em muitos países a aplicação similar da lei portuguesa não se verifica e os pacientes amputados, por vezes, nem conseguem receber uma boa assistência, pois, isto deve-se ao acesso limitado devido aos elevados custos da nova tecnologia protética combinada com o aumento dos custos nos cuidados de saúde e dos sistemas em geral.

Segundo Liu et al. (2017) para aumentar a quantidade de pessoas que consigam receber assistência, em ambientes mais precários, são necessários produtos, métodos novos e acessíveis, com produção em massa de componentes de baixo custo, com controlo de qualidade e adequados ao contexto. Embora a pesquisa e o desenvolvimento tenham levado a avanços técnicos importantes a disponibilidade de produtos não aumentou significativamente para a maioria das pessoas em desenvolvimento. De acordo com Moreno et al. (2020) nesses países que necessitam de próteses, como por exemplo o Vietname onde a guerra civil deixou muitos amputados, não há apoio económico para a sua aquisição. Mas, isto não se aplica aos países desenvolvidos, uma vez que a vida nestes países é facilitada pela tecnologia avançada e pelo desenvolvimento, que permitem não só a comunicação e a quebra de barreiras globais, mas também um bom sistema de saúde e uma vida confortável. Não sendo, neste caso, tão difícil melhorar a qualidade de vida de uma pessoa que necessite de uma prótese ortopédica.

Apesar do acesso a serviços de próteses não ser equitativo em muitos países, segundo Renu Research (2010), ultimamente o avanço tecnológico na área de dispositivos médicos, sobretudo em próteses ortopédicas, é um dos fatores de crescimento desse mercado. Além disso, o aumento das lesões ligadas ao desporto e doenças relacionadas com estilos de vida como a diabetes impulsionam o mercado de próteses ortopédicas em todo o mundo. Em termos regionais, os países da América do Norte são um dos principais mercados. Ainda segundo os mesmos autores, os países da Europa e da Ásia-Pacífico estão a ganhar participação de mercado durante o período de previsão de 2020-2025.

Quando os pacientes necessitam de cuidados contínuos que progridem ao longo das suas vidas, as próteses devem ser reparadas, ajustadas, modificadas e substituídas em intervalos que dependem de fatores ambientais, atividade do utilizador e alterações fisiológicas. Por exemplo uma criança de 10 anos cujo MI foi amputado, possivelmente vai necessitar de 25-30 próteses ao longo de sua vida (The International Society for Prosthetics and Orthotics, 2006). Neste sentido, seria interessante pensar num ciclo circular para as próteses ortopédicas, especialmente para os países subdesenvolvidos.

Garcia & Helliker (2020) referem que há uma estimativa que 300.000 membros protéticos por ano são descartados no continente americano, pois não existe um mercado secundário onde transacionar ou armazenar próteses usadas e dar-lhes, assim, uma nova vida. Este desperdício também se aplica em Portugal, uma vez que o país ainda não tem um sistema de organização para a reutilização das próteses ortopédicas ou dos materiais protéticos. Mas,

internacionalmente já existem algumas organizações não-governamentais (ONGs) que adotaram o sistema de reutilização das próteses ortopédicas, próteses estas doadas por todos os que fazem o seu uso e já não utilizam.

O objetivo deste trabalho é identificar as boas práticas internacionais relacionadas com o ciclo de vida circular das próteses ortopédicas dos MI e refletir sobre o caso português tendo em conta as boas práticas identificadas e o contexto atual da não-reciclagem dos membros protéticos em Portugal. Desta forma, é importante identificar e compreender qual a possibilidade de aplicar os princípios da EC às próteses ortopédicas do MI e quais as boas práticas internacionais com este fim. O método de recolha informação deste trabalho foi o método qualitativo, a base de dados por artigos de revistas por pares, que incluiu também a análise documental de materiais de natureza diversa que ainda não receberam um tratamento analítico e científico, também designados de literatura cinzenta como descrito por Kripka et al. (2015). Para o efeito foi realizada uma pesquisa bibliográfica nos motores pesquisa Google Scholar, PubMed e Scopus, de informações publicadas entre 2010 e 2022 que correspondem a documentos focados nos princípios da EC, próteses ortopédicas e formas de reciclagem destas. O foco principal desta dissertação são as próteses para o MI, pois são os casos mais comuns de amputações. Em geral, as AMIs são causadas por doenças vasculares periféricas, diabetes ou acidentes. A AMI é um incidente marcante que afeta a vida de uma pessoa tanto física, quanto mental. Uma prótese de MI pode restaurar a mobilidade funcional e a independência, o que pode diminuir os custos noutras áreas devido à melhoria geral da saúde física e mental (Miller et al., 2021). Pois, a saúde é um valor perdurável e a boa saúde mental e física é uma pré-condição para o trabalho e uma medida do desenvolvimento sustentável (Rocha, 2017).

Este trabalho foi estruturado da seguinte forma:

- O ponto 2 (Próteses Ortopédicas), apresenta a história das próteses, classificação das próteses ortopédicas e as possíveis matérias que as compõem.
- O ponto 3 (Economia Circular, Sustentabilidade Ambiental e os 3R), apresenta os conceitos relacionados com a sustentabilidade, a economia linear (EL) e a EC necessários para se perceber a passagem da EL à EC e 3R (Reduzir, Reutilizar e Reciclar). Neste ponto é também apresentado o ciclo de vida circular das próteses ortopédicas.

- O ponto 4 (Boas Práticas de 3R nas próteses ortopédicas, casos internacionais), recorre a uma revisão da literatura para ajudar a identificar as boas práticas já utilizadas noutros países que focam a passagem da EL para a EC e 3R.
- O ponto 5 (O caso Português), procura caracterizar as próteses ortopédicas e o seu ciclo de vida em Portugal, e as entidades financiadoras que participam na aquisição das próteses do membro inferior. Procuramos também descrever os interessados e as possíveis empresas interessadas nos sistemas 3Rs das próteses ortopédicas e os interessados na inovação dos 3Rs nas próteses ortopédicas.
- Por último, é apresentada a discussão e a conclusão.

## 2. PRÓTESES ORTOPÉDICAS

Neste ponto, para efeitos de enquadramento sobre o tema, são apresentados diversos conceitos relacionados com as próteses ortopédicas. Em primeiro lugar, é apresentada uma breve história das próteses (2.1). De seguida, falamos da classificação das próteses ortopédicas onde abordados os tipos de próteses ortopédicas (2.2). Por último, são apresentados os principais materiais utilizados no fabrico das próteses (2.3) que ajudam a explicar a importância da utilização de princípios da EC e dos 3R.

### 2.1. História das Próteses

Na área da medicina, uma prótese é um dispositivo artificial que substitui partes do corpo humano, como mãos, pernas, joelho, tornozelo, quadril, cotovelo, entre outros. A prótese ajuda as pessoas a retomarem as suas funções normais com o uso de membros artificiais. Uma prótese adequada é aquela que é uma combinação única de materiais, *design*, alinhamento e construção apropriados para atender às necessidades funcionais do indivíduo (Renub Research, 2020).

A história das próteses e da cirurgia de amputação teve início na medicina humana e nas três grandes civilizações ocidentais do Egito, Grécia e Roma, onde foram feitos os primeiros verdadeiros auxiliares de reabilitação reconhecidos como próteses. O uso inicial de próteses remonta pelo menos à quinta dinastia egípcia, que reinou entre 2750 e 2625 a.c. Contudo a referência escrita mais antiga conhecida a um membro artificial foi feita por volta de 500 a.c. (Bellis, 2006).

O membro artificial mais antigo conhecido, era uma perna de cobre e madeira desenterrada em Capri, na Itália em 1958 que foi estimada como pertencente a cerca de 300 a.c., infelizmente foi destruída durante um bombardeamento na Segunda Guerra Mundial (Rocha, 2019).

De acordo com Thurston (2007) a era moderna das próteses se deu principalmente nos anos das guerras e trabalhos que utilizam armas. Cada grande guerra teve um papel fulcral no estímulo da melhoria das técnicas cirúrgicas de amputação e por conseguinte no desenvolvimento das próteses, sendo este notório sobretudo após a Segunda Guerra Mundial.

Em 1529, o cirurgião francês Ambroise Paré (1510-1590) inseriu a amputação como uma medida salva-vidas na medicina. Logo depois, Paré começou a desenvolver próteses de membros de maneira científica. Neste mesmo século, ele fez avanços significativos tanto na cirurgia de amputação quanto no desenvolvimento de próteses de membros. Ele foi o primeiro a apresentar uma prótese de mão articulada e uma perna com uma articulação de joelho travada.

Esses avanços, assim como suas técnicas inovadoras de fixação dos membros, infelizmente ainda são muito comuns nas próteses moderna (Sachs et al., 1999).

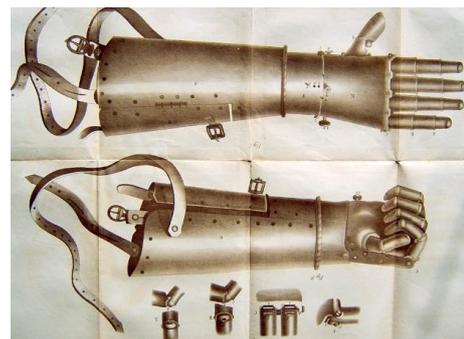
Segundo Thurston (2007) durante o Renascimento, a prática de amputações era incivil, sem anestesia e com elevado risco de morte por hemorragia ou infecção avassaladora, ou ambas. Dos que sobreviveram, somente os ricos conseguiam pagar para ter uma prótese. Um exemplo foi o mercenário alemão da era renascentista Gottfried “Götz” von Berlichingen o cavaleiro alemão que perdeu o braço direito na guerra, então mandou fazer duas mecânicas de próteses de ferro, em que a primeira mão de ferro era um dispositivo mais simples, alegadamente feito por um ferreiro local e um fabricante de selas (Figura 1). Mas, a segunda mão protética, já era mais sofisticada, uma vez que era capaz de segurar objetos desde um escudo ou rédeas, até uma pena (Figura 2) (Ashmore et al., 2019).

**Figura 1-** Mão de ferro, século XVI



Fonte: Morton (2015)

**Figura 2 -**Segunda mão de ferro



Fonte: Ashmore et al. (2019)

A Renascença surgiu mais tarde e revitalizou o desenvolvimento científico iniciado pelos antigos. Aperfeiçoamentos posteriores na medicina, cirurgia e ciência protética melhoraram grandemente a cirurgia de amputação e a função das próteses. No século XV, não havia muitas alternativas protéticas disponíveis para o amputado, exceto pernas de pino e ganchos de mão básicos. Só os ricos se podiam dar ao luxo de ter próteses (Strait, 2006).

Já no século XVII, a finalidade era extinguir com a prótese tipo pilão, pois aumentaram, nas bases clássicas, de uma peça da articulação do joelho, uma da coxa, um encaixe do membro lesionado e um pé. E com o passar do século, surgiram vários sistemas mais engenhosos, até a data atual (Bender, 2015).

Segundo Laferrier & Gailey, (2010) em 1863, Dubois D. Parmelee, da cidade de Nova York, fez uma melhoria significativa na fixação de membros artificiais, usava pressão atmosférica

para suspender os soquetes de AMI e amputação dos membros superiores. Em 1898, um médico chamado Vanghetti apresentou um membro artificial que podia mover-se durante a contração muscular. Mas, o seu trabalho com ventosas foi abandonado alguns anos depois, porém a fabricação de membros artificiais melhores e mais funcionais começou.

Ali (2009) as próteses de MI da época habitualmente eram feitas de placas de bronze com núcleo de madeira e tiras de couro, como exemplo existe a prótese do dedo do pé (Figura 3) da egípcia (uma múmia no Museu do Cairo) que foi encontrada com 3000 anos de idade (950 a.c.) feita em grande parte de madeira moldada e os seus componentes eram unidos com um fio de couro. Mas hoje, o fisioterapeuta tem uma gama muito maior disponível, incluindo plásticos avançados e fibra de carbono, que são muito mais fortes, leves e duráveis.

**Figura 3** - A prótese mais antiga



Fonte: Ferreira (2011)

Em 1946, um grande avanço foi feito na fixação de MI. Uma meia de sucção para a prótese acima do joelho foi criada na Universidade da Califórnia em Berkeley. Em 1975, a invenção de uma prótese abaixo do joelho de Ysidro M. Martinez evitou alguns dos problemas associados aos membros artificiais convencionais (Jweeg & Jaffar, 2017).

Novos avanços envolvem o uso gradual da impressão 3D, que possibilitou a fabricação rápida e precisa de membros artificiais que tradicionalmente eram feitos à mão. Atualmente este tipo de tecnologia é um momento marcante na história das próteses. É um período em que grandes avanços estão a ser feitos simultaneamente nas frentes de estética e a nível funcional, graças às novas tecnologias e ao ritmo de inovação nunca antes visto. Materiais modernos como a fibra de carbono estão a tornar as próteses mais leves e mais fortes. Avanços como impressão 3D e biometria melhoraram a vida de amputados (Bender, 2015).

O 3D oferece vantagens em termos de personalização, otimização de topologia, modificações de projeto, criação de complexidade e modelos de negócios (Ford & Despeisse, 2016). Porém,

se uma tecnologia menos complexa for usada sem alterar a qualidade, muitos amputados de poucos recursos podem ser beneficiados com a chegada de próteses de baixo custo, mas cosmeticamente atraentes.

## 2.2. Classificação das próteses ortopédicas

Com o aparecimento de uma gama de tipos de próteses, segundo Rocha (2010) estas passaram a ser divididas em dois grupos com as suas próprias características. São expressas hoje como próteses Exoesqueléticas (Figura 4) e Endoesqueléticas (Figura 5):

- **Prótese exoesquelética:** Uma prótese que pode ser oca por dentro ou não, com uma superfície externa dura para suportar o peso. São aquelas que necessitam de cirurgia para serem aplicadas (Standing With Hope, 2022). As paredes das próteses fazem a conexão entre o encaixe e o pé, respetivamente. As próteses exoesqueléticas podem ser utilizadas para vários tipos de amputações, porém para alguns níveis é preferível a colocação de componentes modulares, como por exemplo, em pacientes com amputação transfemorais, desarticulados de quadril e de joelho. Pode ser citada como vantagem desse sistema, a durabilidade, a resistência e a pouca manutenção das próteses, porém encontra-se como desvantagem uma estética pouco agradável, menor número de opções de componentes, dificuldade para realinhamentos e impossibilidade de intercâmbio rápido entre componentes (Rocha, 2010). Também chamadas de próteses convencionais, segundo Blohmke & Departments (1993), são fabricadas em material plástico ou madeira, ou seja, resina termoplásticas, policloreto de vinilo (PVC), polímeros sintéticos de plástico, fibra de carbono ou polipropileno.

**Figura 4** - Prótese Exoesqueléticas



Fonte: Franco ortopedia (2002)

- **Prótese endoesquelética:** uma prótese construída mais como um esqueleto humano com suporte e componentes por dentro e uma cobertura cosmética por fora. Este tipo de encaixe permite fácil manutenção, ajuste e substituição de pés. Também conhecida como modular, são considerados dispositivos ortopédicos, pois podem ser retirados à vontade do paciente. Podem ser feitas em alumínio, aço, titânio ou fibra de carbono (Standing With Hope, 2022). Também podem ser chamadas de próteses modulares, segundo (Blohmke & Departments, 1993), constituem um sistema de tubos que faz a sustentação, e como acabamento utiliza-se uma espuma cosmética. Conforme afirma Rocha (2010), os tubos e componentes modulares fazem a conexão entre o encaixe e o pé protético. Esses tipos de próteses podem ser utilizados para vários níveis de amputação, apenas nas amputações parciais de pé e de tornozelo este tipo de sistema não é utilizado.

**Figura 5** - Prótese Endoesqueléticas para amputações transfemorais



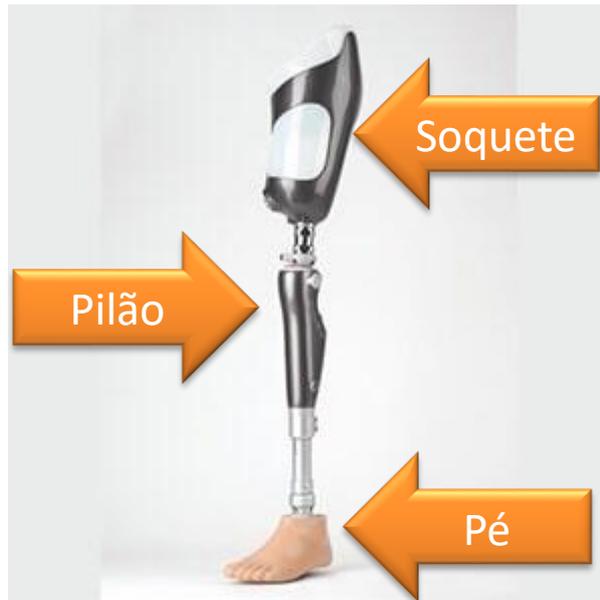
Fonte: Ortopedia Marques & Gonçalves Lda. (2018)

### 2.3. Fabrico e Materiais de Próteses Ortopédica

Aravinthan et al. (2010) refere que a criação de uma prótese é um negócio complexo, pois a adaptação de cada membro artificial são feitos sob medida dos seus utilizadores para atender às suas necessidades específicas. Uma vez que não há duas próteses iguais, visto que os utilizadores variam em tamanho, peso, estilo de vida e amputação, logo não existe um material ou desenho que atenda a todas as necessidades. Mas, a escolha do material ao criar um dispositivo ortopédico é importante para o seu sucesso (Vaish & Vaish, 2018).

As pernas protéticas consistem num **soquete**, num **pilão** e num **pé** (Figura 6) que constituem as partes principais (Me et al., 2012). Uma vez que estas peças têm diferentes normas e requisitos com base na sua utilização, tais como a força, estética, flexibilidade, são feitas de diferentes materiais sintéticos ou de base biológica e Vaish & Vaish (2018) as suas propriedades físicas incluem também a elasticidade, dureza, densidade, resposta à temperatura, durabilidade, compressibilidade e resiliência.

**Figura 6** – Constituição da perna protética



Fonte: Elaboração própria

Devido ao aumento da procura no mercado (Me et al. , 2012), o membro protético está atualmente a sofrer mudanças a muitos níveis, alguns preocupam-se com a escolha dos materiais utilizados no desenvolvimento da laminação do soquete ou de todas as partes e componentes no total. Um dispositivo protético deve ser leve, e, portanto, muito dele é feito de plástico.

O **soquete** normalmente é feito de termoplástico ou polipropileno resistente a muitos solventes químicos, bases e ácidos. Inicialmente, os soquetes protéticos eram fabricados com materiais que, entre outros, envolviam couro, madeira, látex e metal antes da introdução de resinas, tais como compósitos e termoplásticos. Durante séculos, certos tipos de madeira ou couro foram esculpidas, embebidas, esticadas e costuradas em formas protéticas, que depois de secas, seladas ou lacadas, provaram ser muito duráveis (Me et al., 2012).

Quanto ao **pilão** este é feito de fibra de carbono para o tornar leve. O compósito polimérico reforçado com fibra de carbono no fabrico estrutural do membro artificial permitiu ao amputado

participar no desporto profissional, em grande parte devido à sua força superior ao peso. Tradicionalmente, os metais leves, como o titânio e o alumínio, substituíram grande parte do aço no pilão. Além disso, as ligas destes metais são os materiais mais frequentemente utilizados ( Marks & Michael , 2001; Me et al., 2012).

Relativamente ao membro, certas partes (por exemplo, o **pé da prótese**) eram tradicionalmente feitas de madeira (por exemplo, bordo, tília de nogueira, salgueiro, choupo e tília) e borracha. Atualmente, Aherwar et al. (2013) acrescenta que, o pé da prótese é feito de espuma de uretano, com o interior de madeira e construção da quilha. Mas devido a efeitos antieconómicos e perigosos para o ambiente, a utilização de couro ou madeira, por exemplo, foi substituída por materiais à base de polipropileno, tais como polietileno, polipropileno, acrílicos e poliuretano.

De acordo com Scholz et al. (2011) geralmente, também se utilizam para o fabrico das próteses os polímeros tais como polietileno, polietileno de alta densidade, acrílicos, polipropileno e o poliuretano.

É de realçar ainda que, compostos de carbono e fibra de vidro, com aplicação de resinas acrílicas, são largamente utilizados devido às suas propriedades superiores. No entanto, estas são dispendiosas e irão criar gases nocivos no seu fabrico. Embora a fibra de vidro/polietileno de alta densidade e os compósitos plásticos de polipropileno oferecem próteses mais baratas (Nurhanisah et al., 2017).

É de salientar que, a presença dos novos materiais, tais como plástico avançado e compósitos de fibra de carbono tornaram a prótese mais leve, mais forte e mais realista (Nurhanisah et al., 2017).

Contudo, nos países em desenvolvimento, onde há desproporção do número de amputados que necessitam de próteses, as próteses com os materiais acima mencionados, especialmente compósitos de polímeros reforçados com fibra de carbono, são considerados muito caros e nem sempre são fiáveis (Scholz et al., 2011).

É importante referir que, os materiais e os componentes protéticos antes de entrarem no mercado passam por um teste estrutural baseado na norma ISO 10328 (2016). O teste estrutural de componentes e materiais protéticos é realizado num ambiente de laboratório de acordo com as especificações ISO, como a ISO 10328, que lista os procedimentos para testar a resistência estática e cíclica de próteses de membros inferiores.



### **3. ECONOMIA CIRCULAR, SUSTENTABILIDADE AMBIENTAL E OS 3Rs**

Neste ponto, (3.1) aborda-se a EC e a sustentabilidade ambiental. No ponto (3.2) apresentam-se conceitos relacionados com a EC e economia linear, nomeadamente uma breve história a sua definição, as suas desvantagens, e a transição do linear para circular. Por último, é apresentado o conceito dos 3R (3.3).

#### **3.1. Economia circular e a sustentabilidade ambiental**

Como refere Business Council for Sustainable Development (2021), a sustentabilidade é a capacidade de satisfazer as nossas necessidades atuais sem pôr em causa a capacidade das gerações futuras satisfazerem as suas necessidades. Tradicionalmente, este conceito está relacionado com a luta pela justiça social, ao conservacionismo, ao internacionalismo e aos outros movimentos do passado, no final do séc. XX, estas ideias levaram ao surgimento do “Desenvolvimento Sustentável”. Desenvolvimento sustentável tem vindo a ser assumido por várias ONGs e governamentais, bem como por empresas públicas e privadas.

Em 2015, as NU, definiram ODS (Figura 7) sendo constituídos por 17 metas, a serem atingidas até 2030. Apresentam 150 objetivos desejáveis que norteiam uma mudança sistémica, que exige o envolvimento de múltiplos grupos de interesse. Trata-se de um esforço mundial entre países desenvolvidos e em desenvolvimento, com o objetivo de erradicar a pobreza, atenuar as alterações climáticas e combater as desigualdades. Prosseguir uma EC contribui para muitos destes objetivos, sobretudo no ODS 12 – Produção e Consumo Responsável. No entanto, a promoção da regeneração de capital natural, o impacto no ambiente construído, na redução de emissões, na redução de plástico e os efeitos económicos, de inovação e emprego produzem também efeitos noutros ODS (República Portuguesa Ambiente, 2017).

**Figura 7** - Objetivos do Desenvolvimento Sustentável baseado em Nações Unidas



Fonte: Ellen MacArthur (2015)

A relação estabelecida entre EC e os ODS definidos pelas NU indica que a EC pode ser utilizada para explorar e promover os objetivos que englobam mais do que uma vertente, que não só a ambiental (Opferkuch et al., 2021). No que diz respeito às diferentes vertentes da sustentabilidade mencionadas nos relatórios, estas referem-se à vertente ambiental, social e económica. A vertente ambiental é predominante, representando cerca de 50%, seguida da vertente económica com 30% (Stewart & Niero, 2018).

Segundo Brennan et al. (2015) as práticas de sustentabilidade são como a EC. O conceito de EC, ultimamente ganhou relevância nas agendas dos formuladores de políticas, como apresentado mais à frente.

### **3.2. Da economia linear à economia circular**

Segundo Júnior (2019) com a revolução industrial nasceu o modelo linear que perdurou por muitos anos, inclusive durante a sociedade pós-industrial

Nos dias de hoje o sistema socioeconómico é baseado numa Economia Linear (EL), na qual as empresas fazem os produtos e os consumidores usam e descartam (Ellen MacArthur, 2015). Quando descartada, segundo Micheline et al. (2017), a matéria-prima utilizada também perde o seu valor, já que não será reaproveitada, esse resultado denomina-se de EL no qual os recursos

da Terra estão gradualmente a ser usados à medida que se produz, consome e descartamos as mercadorias a uma taxa cada vez mais rápida até que os recursos necessários sejam esgotados, ou seja, um modelo insustentável.

Sariatli (2017) define a EL como uma forma de organização da sociedade baseada na extração crescente dos recursos naturais e os produtos feitos a partir desses recursos são utilizados até serem descartados como resíduos. Segundo Sinistore (2017) a forma atual de pensar sobre os ciclos de vida dos produtos fundamentalmente linear porque há uma fase de extração de matéria-prima, uma fase de produção, uma fase de uso e uma fase de final de vida (Figura 8).

**Figura 8** - Modelo de Economia Linear



Fonte: Allen (2018)

Neste modelo de economia o material da prótese ortopédica não tem outra vida a não ser o descarte. A EL trabalha com base no processo de “extrair – produzir – descartar”, dentro desse modelo de produção todos os produtos possuem um determinado tempo de vida e, ao fim desse tempo, são descartados em aterros sanitários (Potting, Hekkert, et al., 2017).

O modelo de produção através de um sistema linear, pouco evoluiu e a sua adoção em larga escala levou a uma crescente escassez de recursos e conseqüente volatilidade dos preços das matérias-primas. Esta postura, para além de se revelar arriscada para as empresas, tem conseqüências irreversíveis e a adoção de um modelo que seja uma alternativa viável torna-se urgente (Costa, 2021).

Segundo Ellen MacArthur Foundation (2017) o modelo Linear atual está dentro dos seus limites físicos, portanto está sujeita a muitos materiais de baixo custo e de fácil acesso, além de energia. Efetivamente a quantidade de recursos que estão disponíveis para uso vai diminuir de forma constante ao longo dos próximos anos e décadas tornando-se rara para o uso futuro, isso deve-se ao uso indiscriminado que deles tem sido feito ano a ano e sem previsão de diminuição.

De acordo com a página ECO (2022) os humanos usam 74% mais recursos naturais do que o ecossistema da Terra pode regenerar, o que equivale a "1,7 planetas Terras". A pegada ecológica de Portugal é de 2,75 planetas. Foi precisamente em 2019 que o Dia da Sobrecarga da Terra chegou, a 29 de julho. Em 2020, foram necessários mais dias (235) para gastar o saldo anual que o planeta nos dá, devido às medidas de confinamento e à redução de atividades económicas

provocada pela pandemia COVID-19, que ajudaram a travar as emissões poluentes a nível global.

A EL, em parceria com o aumento populacional, tem provocado uma procura crescente por matérias-primas, muitas delas escassas e finitas – a extração e a utilização destas matérias-primas aumentam o consumo de energia e as emissões de CO<sub>2</sub>, com um grande impacto no ambiente, podendo ser vista como uma das suas desvantagens (RSOpt, 2014).

As principais desvantagens da EL podem ser enunciadas da seguinte forma, como propôs Sariatlo (2017).

- **Grande impacto no ambiente:** isto porque a extração e a utilização destas matérias-primas aumentam o consumo de energia e as emissões de CO<sub>2</sub>;
- **Volatilidade dos preços:** a flutuação nos preços das *commodities* (produtos de base em estado bruto) aumenta significativamente os preços médios. Isso causa problemas não só para os produtores e compradores de matérias-primas, mas também aumenta os riscos no mercado, tornando os investimentos no fornecimento de materiais menos atraentes. Isso pode garantir um aumento de longo prazo nos preços das matérias-primas. Mas, devido aos processos de ciclo fechado, a economia cresce menos exposta às flutuações dos preços dos materiais e a curva de custo achatada acaba resultando num uso mais eficiente dos recursos em termos de valor e volume;
- **Limitação de suprimento:** numa EL, a dúvida sobre a disponibilidade de recursos para a manutenção do sistema está a aumentar, dadas a existência de limites planetários e aumento da população;
- **Materiais críticos:** a indústria metalúrgica, a indústria de computadores e eletrónicos, a indústria de equipamentos elétricos e a indústria automotiva e de transporte, usam materiais críticos para sua produção. A dependência de materiais críticos faz com que as empresas fiquem sujeitas a flutuações nos preços dos materiais, não sendo capazes de fazer previsões, tornando-se, portanto, menos competitivas do que os concorrentes menos dependentes de material;
- **Dependência dos países para as matérias-primas necessárias / Interdependência:** devido ao aumento das atividades comerciais, a interdependência dos produtos tornou-se cada vez mais forte. Devido a essa interdependência, a escassez de uma matéria-prima teria um impacto generalizado sobre os preços e a disponibilidade de mais bens;
- **Aumento de externalidades:** externalidades são os efeitos sociais, económicos e ambientais indiretamente causados pela venda de um produto ou serviço. As

externalidades nascem na economia e podem ser negativas ou positivas para a sociedade. As negativas incluem danos aos ecossistemas, redução na vida útil do produto e o desajuste com a procura de produtos responsáveis, o modelo linear leva à criação de resíduos. Durante os processos de produção e por causa do descarte de produtos são gerados grandes fluxos de materiais que não são usados, mas queimados ou deixados num depósito de lixo. Gera-se, desta forma, um excesso de materiais inutilizáveis o que leva a um ecossistema subcarregado. Externalidades estão associadas ao uso e fluxo de material, menor consumo de material evidentemente diminui a exposição a externalidades.

- **Desajuste com o consumo sustentável:** tanto para os políticos quanto para os consumidores, a consciencialização sobre os efeitos negativos da indústria e a procura por responsabilidade das empresas está a aumentar. O vestígio ecológico de uma empresa pode reduzir a credibilidade de uma marca quando os consumidores evitam práticas insustentáveis. Além disso, os decisores de política darão prioridade aos negócios sustentáveis quando os efeitos negativos da economia linear forem perceptíveis.
- **Sustentabilidade por meio da eco eficácia ou ecoeficiência:** numa EL, a sustentabilidade é aprimorada pelo foco na ecoeficiência. Isso implica maximizar o ganho económico que pode ser realizado com um impacto ambiental minimizado. Este impacto negativo por ganho económico é minimizado, a fim de adiar o momento em que o sistema será sobrecarregado (Legnaioli, 2021).

Esta forma de economia, maximiza o valor dos produtos, isto deve-se à maior quantidade de extração e produção e este tipo de economia é considerado uma forma de organização económica inviável pois, a longo prazo, os recursos existentes no planeta serão insuficientes para a manutenção deste modelo económico (Sariatli, 2017).

Atualmente as empresas têm tido a preocupação com as suas atividades económicas face à ecologia ambiental, visto que há uma sensibilização universal sobre as novas práticas ecológicas, não somente pelo impacto ambiental, mas também pelo custo gerado. Tem sido um grande desafio as empresas fazerem funcionar esta nova prática e responderem positivamente a benefícios no que diz respeito à satisfação dos clientes e parcerias com os fornecedores. Esse é um novo modelo económico com forte tendência a ser uma solução para, em última instância, dissociar o desenvolvimento económico global do consumo de recursos finitos (Júnior, 2019).

Este novo modelo é visto como a EC, uma vez que ela é uma reviravolta face aos desperdícios originados pela extração excessiva de matérias-primas, os processos tecnológicos existentes

para a sua transformação, o consumo acelerado dos produtos assim obtidos e a enormidade de resíduos resultantes (RSOpt, 2014).

A EC é um modelo de produção e consumo baseado no princípio de “redução, reutilização, recuperação e reciclagem” de produtos, materiais e recursos. Reduz ao mínimo os recursos gastos de um produto e permite uma melhor gestão dos novos produtos e serviços economicamente viáveis quando seus materiais podem ser usados dentro da economia, sempre que possível, é reutilizado repetidamente para criar mais valor (Magrinho et al., 2020).

Lemos (2018) o marco elementar no progresso da EC foi dado, em 2010, com a criação, no Reino Unido, da Fundação Ellen MacArthur que tem como principal objetivo a divulgação e a promoção deste conceito. Esta Fundação tem feito um papel fundamental nesta área conseguindo envolver grandes empresas e governos em iniciativas relativas à EC. Colaborou com a Comissão Europeia na elaboração do pacote relativo à EC apresentado em dezembro de 2015.

Na Europa o novo Plano para a EC é um dos pilares do Pacto Ecológico Europeu, indicador para o desenvolvimento sustentável, isto pretende diminuir o impacto ecológico do consumo, aumentar a taxa de utilização de materiais circulares ao longo da próxima década e, em simultâneo, estimular o crescimento económico (RSOpt, 2014).

O enquadramento da EC em Portugal é realizado por intermédio do Plano de Ação para a EC em Portugal (PAEC), aprovado através Resolução do Conselho de Ministros.º n.º 190-A/2017, de 23 de novembro, que define uma estratégia nacional de EC com aprovação na produção e eliminação de resíduos e no conceito de reutilização de materiais e energia (Fernandes et al., 2021). Em Portugal PAEC define uma estratégia nacional para a EC e um conjunto de ações a desenvolver. Estas ações estão alinhadas com as políticas europeias, nomeadamente o PAEC da UE, e concorrem para o cumprimento dos compromissos que Portugal adotou a nível internacional, sobretudo o Acordo de Paris e os ODS, da Agenda 2030 da Organização das Nações Unidas, impacta o uso eficiente e eficaz dos recursos e ajuda com a redução de GEE (Magrinho et al., 2020).

Ainda segundo Magrinho et al., (2020) o Plano de Ação Nacional apresenta três níveis de ações, nomeadamente:

- Ações de cariz transversal e de âmbito nacional (ações macro);
- Agendas setoriais, sobretudo para setores mais intensivos no uso de recursos e de cariz exportador (ações meso);

- Agendas regionais, a serem adaptadas às especificidades socioeconômicas de cada região (ações micro).

Baseada em novos conceitos sobre a forma de criar bens e inserir no mercado, a EC tem três princípios (Ellen MacArthur Foundation, 2010) a seguir enunciados :

- **Princípio 1:** *Preservar e aprimorar o capital natural controlando stocks finitos e equilibrar os fluxos de recursos renováveis:* Isso começa com a desmaterialização dos produtos e serviços com sua entrega virtual, sempre que isso for o ideal. Quando há necessidade de recursos, o sistema circular seleciona-os com algum critério e, sempre que possível, opta por tecnologias e processos que utilizam recursos renováveis ou que apresentam melhor desempenho. Uma EC também aprimora o capital natural estimulando fluxos de nutrientes dentro do sistema e gera as condições necessárias para a regeneração, por exemplo, do solo.
- **Princípio 2:** *Otimizar o rendimento de recursos fazendo circular produtos, componentes e materiais no mais alto nível de utilidade o tempo todo, tanto no ciclo técnico quanto no biológico:* Isso significa projetar para o fabrico, a renovação e a reciclagem, de modo que componentes e materiais técnicos continuem a circular e neste caso contribuir para a economia. Sistemas circulares usam os menores circuitos internos (por exemplo: manutenção, em vez de reciclagem) sempre que possível, preserva, assim, mais energia e outros tipos de valores incutidos nos materiais e componentes.
- **Princípio 3:** *Estimular a efetividade do sistema revelando e excluindo as externalidades negativas desde o princípio:* Isso inclui a redução de danos a sistemas e áreas como alimentos, mobilidade, habitação, educação, saúde e entretenimento, e a gestão de externalidades, como uso da terra, ar, água e poluição sonora e da liberação de substâncias tóxicas.

Os benefícios e potenciais impactos de uma EC segundo Brennan et al. (2015) são a seguir descritos:

- **Ajuda no combate às alterações climáticas:** pois a EC complementa o que é necessário para enfrentar na crise climática, oferece uma abordagem que não é apenas alimentada pela energia renovável, mas também transforma a forma como os produtos são projetados e utilizados;
- **Diminui as emissões de carbono:** esse modelo corta as emissões GEE em toda a economia por meio de estratégias que reduzem emissões nas cadeias de suprimentos, retêm energia incorporada aos produtos e tiram carbono do solo e dos produtos.

- **Conserva o capital natural:** os sistemas naturais são regenerados, a energia vem de fontes renováveis, os materiais são seguros e provenientes cada vez mais de fontes renováveis e o resíduo é evitado por meio do design superior de materiais, produtos e modelos de negócios;
- **Cria empregos, oportunidades e modelos de negócio, produtos e serviços:** uma EC oferece uma forma positiva de redefinir a criação de valor para focar nos benefícios para toda a sociedade. Ela aborda as deficiências do sistema atual ao criar novas oportunidades para negócios e para a sociedade;
- **Promove a eco inovação:** cria cidades com maior qualidade de vida, distribuir valor de modo mais amplo na economia e estimular a inovação. Esses atributos tornam a EC uma contribuição poderosa para atingir a prosperidade de zero carbono. Seus princípios oferecem aos negócios muitas oportunidades de inovação que reduzem os custos de material, aumentam o uso de ativos e respondem à procura dinâmica dos clientes (Ellen MacArthur Foundation, 2019).
- **Reduz o consumo/dependência dos combustíveis fósseis:** Por exemplo, novos processos industriais de baixas emissões contribuirão para a redução de emissões ao alterar fundamentalmente os processos de produção e as matérias-primas subjacentes. O objetivo é eliminar os combustíveis fósseis desde o início e substituí-los por fontes renováveis, como eletricidade descarbonizada, hidrogénio e biomassa (Ellen MacArthur Foundation, 2019).
- **Minimiza a produção de resíduos:** ao propor o aumento das taxas de reciclagem e sugerir alterar todos os possíveis constrangimentos devido à substituição de matérias-primas virgens por resíduos, resíduos que deixaram de ser resíduos e subprodutos (Pássaro, 2017). Reforçar a prevenção da produção de resíduos e fomentar a sua reutilização e reciclagem com vista a prolongar o seu uso na economia antes de os devolver em condições adequadas ao meio natural (Direção-Geral das Atividades Económicas., 2020).

A EC tem se mostrado um substituto eficiente para EL e grande parte das economias desenvolvidas e em desenvolvimento estão a demonstrar interesse no seu desenvolvimento (Mathews & Tan, 2011).

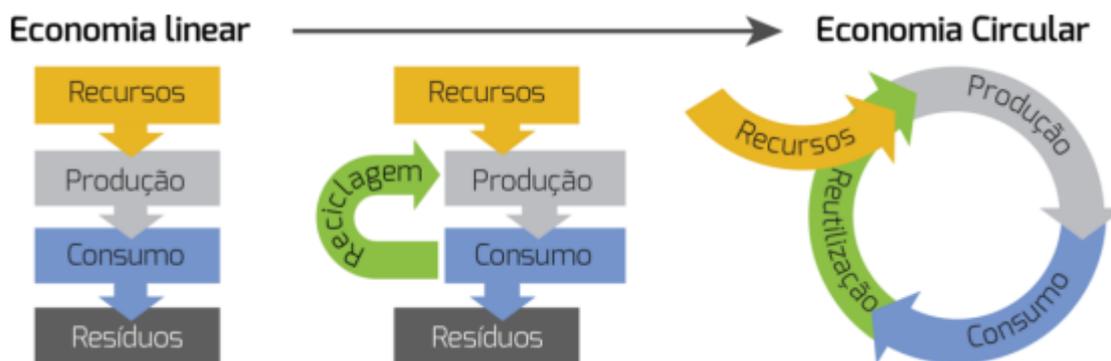
Uma EC distingue-se de uma EL, numa EL extraem-se matérias-primas que são processadas num produto descartado logo depois de usado e numa EC fecham-se os ciclos de todas as matérias-primas que exige muito mais do que apenas reciclar, uma vez que muda a forma como

o valor é criado e preservado, como a produção se torna mais sustentável e quais os modelos de negócios são utilizados. Em contraposição à EL, uma EC é baseada nos seguintes princípios: produtos, materiais e recursos. A EC permite uma melhor gestão de novos produtos e serviços mais eficientes e mais sustentáveis (Figura 9) (Magrinho et al., 2020).

De acordo com Nestorovic & Radicevic (2019) a transição da sociedade para a EC fortalece e acelera a construção do desenvolvimento económico sustentável, reforça a competitividade global e cria novos empregos.

Esse é um novo modelo económico com forte tendência a ser uma solução para, em última instância, dissociar o desenvolvimento económico global do consumo de recursos finitos (Júnior, 2019).

**Figura 9** – Economia Linear e Economia Circular



Fonte : De Assunção (2019)

O requisito de transição de EL para EC foi realizado porque a EL não era adequado para o ambiente, e era uma ameaça de longo prazo para os humanos e outras criaturas mortas na Terra (Bassi & Dias, 2020). Por outro lado, a crescente procura por recursos não pode ser atendida com o modelo EL (Buchmann-Duck & Beazley, 2020).

Os principais efeitos absorvidos com a transição para a EC dizem respeito à segurança do fornecimento de recursos (especialmente de matérias-primas críticas) e a eficiência de recursos (sobretudo de matérias-primas), que resulta na diminuição das quantidades absolutas de fluxos de recursos (Potting, Nierhoff, et al., 2017).

A Comissão Europeia enfatizou um estudo de dois fatores-chave (empresas e consumidores) que desempenham um papel crucial na transição para a EC (Barreiro-Gen & Lozano, 2020). Especificamente, em um novo negócio, a transição para o EC enfrenta vários desafios, como gestão de mão de obra, gestão financeira, gestão de partes interessadas, tratamento de questões com aceitação do consumidor e outras barreiras da organização (Stewart & Niero, 2018).

### 3.3. Os 3 Rs – reduzir, reutilizar e reciclar

Para manter o máximo possível de material fora do aterro, é relevante que cada um tenha a consciência dos possíveis danos que estas matérias-primas possam causar no meio ambiente. Uma das maneiras de colocar esse plano em ação é por meio dos 3 R's da gestão de resíduos - Reduzir, Reutilizar, Reciclar (Rosa et al., 2021):

- **Reduzir** – significa reduzir a quantidade de lixo que geramos. Para que isto aconteça, é necessário produzir menos lixo, pois reduzir é prevenir os resíduos antes de serem produzidos. Neste sentido, se reduzir os desperdícios evita-se a produção e conseqüentemente menos lixo para reciclar e tratar. Como exemplo pode reparar-se os objetos usados/danificados em vez de os deitar fora, preferir produtos reutilizáveis e recarregáveis aos descartáveis, emprestar e partilhar artigos que não usa com frequência, vender ou doar em vez de deitar fora.
- **Reutilizar** – significa encontrar novas maneiras de usar coisas que, de outra forma, seriam descartadas. É voltar a usar os produtos antes de os deitar fora. Isto acontece quando se utiliza um dos materiais das próteses ortopédicas como (o titânio) para reutilizar no fabrico do carro. A reutilização reduz a curto prazo a quantidade de resíduos domésticos adiando a sua rejeição e conseqüente eliminação.
- **Reciclar** – significa transformar algo velho e inútil em algo novo e útil. É renovar aquilo que não pode ser reduzido nem reutilizado. Ao reciclar faz-se com que os materiais entrem de novo no ciclo de produção diminuindo a quantidade de resíduos a depositar.

Nos 3 R's (Reduzir, Reutilizar, Reciclar) a reciclagem é o terceiro R. No entanto, se tivermos em conta a legislação existente e o discurso técnico e político sobre resíduos, um observador externo ficará com a ideia de que a reciclagem estaria no topo da hierarquia. A reciclagem é encarada como uma solução de fim de linha tentando limitar os impactos do modelo linear (extração, produção, consumo e eliminação) (Lemos, 2018).

Segundo Oliver-Solà (2010), em 2008 a Comissão para o Desenvolvimento Sustentável do Reino, durante a presidência Japonesa dos G8, adotou, em Kobe, o Plano de Ação para os 3 R's (Reduzir, Reutilizar e Reciclar).

Este Plano estimulava os membros do G8 a aplicarem ações para realizar os três objetivos (Oliver-Solà, 2010):

- Dar primazia às políticas de promoção dos 3 R's e aperfeiçoar a produtividade dos recursos;

- Instituir uma sociedade internacional segura em termos do ciclo de materiais;
- Ajudar o desenvolvimento de políticas 3 R's nos países em desenvolvimento.

Embora os impactos ambientais sejam relevantes, há dois outros aspetos essenciais para a sustentabilidade. A integração dos benefícios sociais e económicos com os encargos ambientais resulta numa verdadeira avaliação de sustentabilidade do ciclo de vida.

Foi nos anos 70 que se iniciou o processo de depleção dos recursos naturais disponíveis, ultrapassando a capacidade de regeneração dos ecossistemas, a população mundial e as suas necessidades continuam a crescer. Para reverter este processo tem de se mudar o paradigma da economia mundial para um sistema assente na reposição do valor natural através da redução, reutilização, recuperação e reciclagem dos recursos usados (materiais e energia). Com isto prolonga o tempo de vida dos materiais no sistema, e também minimiza o impacto do ciclo de vida dos produtos e serviços gerados (Figura 10), dentro do conceito de sustentabilidade, ou seja, para uma EC (Vilela, 2018).

**Figura 10** - Ciclo de vida Circular



Fonte: Vilela (2018)

O Japão aprovou uma Lei de Bases, em 2000, tendo em vista instituir uma sociedade com um ciclo de materiais sustentáveis. De seguida, publicou um pacote legislativo que incluía todas as áreas de produção bem como um plano estratégico para alcançar os objetivos definidos. Posto isto, a abordagem do Japão é muito centrada na gestão de resíduos em especial no conceito dos 3 R's (Lemos, 2018).

Este modelo é o mais apropriado para o presente estudo, uma vez que um plano de ação da EC concentra-se em fechar o ciclo dos ciclos de vida lineares dos produtos para que todos os resíduos produzidos sejam transformados em algo que possa ser usado novamente. Aqui podemos estudar uma forma para dar um novo destino às próteses ortopédicas. Podem ser doadas para reajustamento e reaproveitamento em países de rendimento baixo ou campos de refugiados; podem ser reaproveitadas ou recicladas para outros fins como o da extração dos metais utilizados na sua produção. Esta ideia não se limita apenas em reutilizar os membros protéticos para as pessoas, pois para dar uma vida útil e evitar mais poluição e lixo poder-se-ia reciclar também os materiais protéticos para uso nas fábricas e afins. Visto que, a EC se concentra no uso de menos matérias-primas e na redução de resíduos para aterros. Isso significa reciclar todos os materiais adequados, aumentando a vida útil dos produtos e reutilizando os produtos (European Federation of Foundation Contractors, 2021).

Neste sentido, queremos demonstrar que pode ser dada uma vida útil às próteses ortopédicas e aos seus materiais. Por isso, são identificadas as possíveis boas práticas internacionais relacionadas com o ciclo de vida circular das próteses, pois é a que achamos mais conveniente para este objetivo, uma vez que o material protético ortopédico contém muitos produtos que podem servir para outros fins, caso não se consiga reutilizar a prótese por completo em outras pessoas.

## **4. REVISÃO DA LITERATURA - BOAS PRÁTICAS DE 3 R's NAS PRÓTESES ORTOPÉDICAS, CASOS INTERNACIONAIS**

Este capítulo começa por apresentar os princípios analíticos da análise documental. Aqui vamos abordar o processo e os critérios utilizados para o desenvolvimento deste trabalho de análise documental (4.1). De seguida, apresentam-se os principais resultados encontrados bem como algumas empresas e organizações que se adaptaram aos 3 R's no que concerne às próteses ortopédicas (4.2). Por último, resumem-se as boas práticas internacionais dos 3 R's das próteses ortopédicas identificadas (4.3).

### **4.1. Critérios de seleção da análise documental**

O método de recolha informação deste trabalho foi o método qualitativo, a base de dados por artigos de revistas por pares, que incluiu também a de análise documental de materiais de natureza diversa que ainda não receberam um tratamento analítico e científico, também designados de literatura cinzenta como descrito por Kripka et al. (2015). Em particular, fez-se a análise de documentos de origens variadas relativos à reciclagem de prótese ortopédica dos membros inferiores.

A análise documental levada a cabo consubstanciou-se numa forma de revisão sistemática da literatura cinzenta. Foram utilizadas as plataformas e motores de pesquisa seguintes: Google, PubMed, SciELO, Web of Science, Scopus, e o Google Scholar. E foram utilizadas as línguas portuguesa e inglesa nesta pesquisa online. A pesquisa e recolha de documentos decorreram entre fevereiro e dezembro de 2021 e atualizada entre abril e maio de 2022.

Nas bases de pesquisa citadas foram pesquisados todos os trabalhos, com base nas palavras-chaves seguintes (em português e inglês):

- “Prótese ortopédica + reutilização ou reciclagem”,
- “Prótese do membro inferior + reutilização ou reciclagem”
- “Amputado +membro inferior”,
- “Amputação + membro inferior”;
- “Economia Circular +Sustentabilidade ambiental.”
- "Orthopedic prosthesis + reuse or recycling"
- - "Lower limb prosthesis + reuse or recycling", "Amputee + lower limb

- - "Amputated + lower limb"
- - "Amputation + lower limb."
- - "Circular Economy +Environmental sustainability",

A estratégia de pesquisa seguida foi mantida ampla para minimizar a probabilidade de exclusão de documentos relevantes, incluídos diversos tipos de documentos como teses de doutoramento, dissertações, relatórios de empresa, relatórios de instituições, artigos da revista científica, entre outros documentos significativos.

Para melhor estruturar a seleção dos temas para a análise documental aplicaram-se os seguintes critérios de inclusão:

- Referentes apenas as próteses ortopédicas ou próteses dos membros inferiores;
- Reutilização e reciclagem das próteses dos membros inferiores;
- Amputados dos membros inferiores.

Por outro lado, critérios de exclusão foram os seguintes:

- Próteses dos membros superiores,
- Todos os outros tipos de próteses que não a dos MI
- Os implantes protéticos ortopédicos

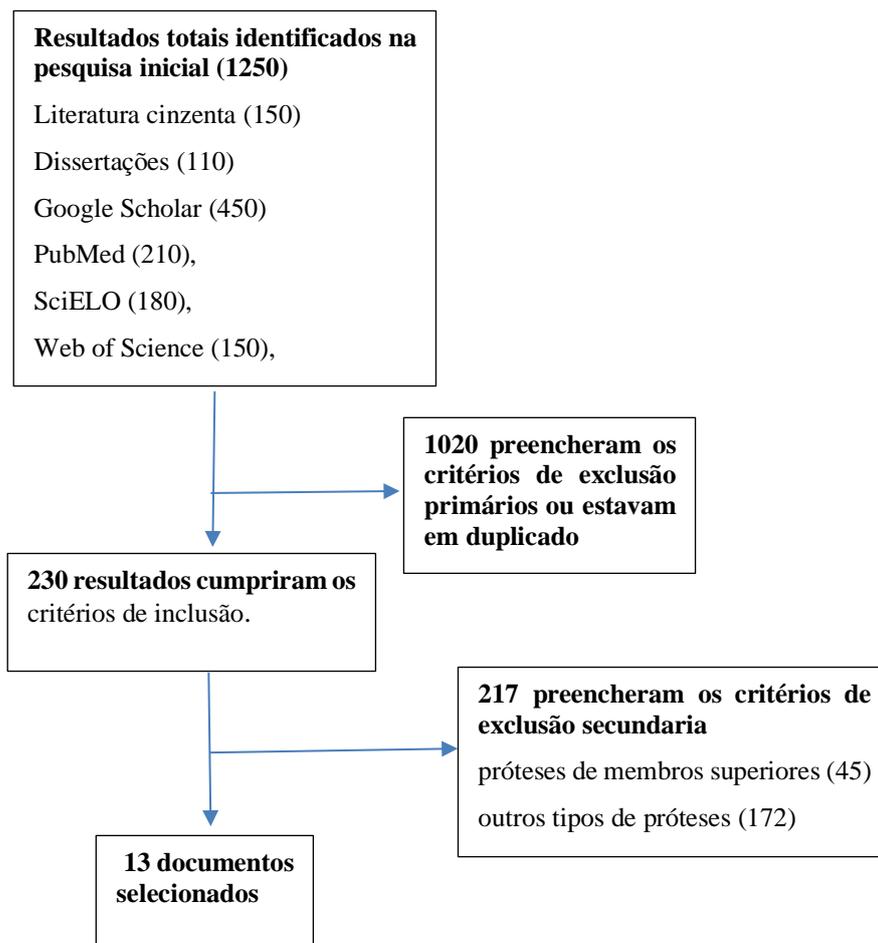
## **4.2. Resultados**

A prótese ortopédica em muitos países é um produto caro e muitas vezes sem participação do sistema de saúde, tornando difícil aos amputados adquirirem este tipo de produto, embora em Portugal não seja este o caso. Sendo um produto com inúmeras vantagens para os amputados, pois o retomo à mobilidade leva à recuperação dos seus estilos de vida anteriores, atividades e socialização, pelo que o andar novamente é uma transição importante para este grupo em concreto. A capacidade de andar torna-se numa melhoria de bem-estar para o amputado.

Foram selecionados inicialmente 1.250 documentos e sites online dos quais treze preencheram os critérios de inclusão para esta revisão (Figura 11). A pesquisa do tema foi desafiadora, pois nem todos os motores de busca apresentavam resultados sobre o tema em específico. No entanto, na literatura cinzenta conseguimos encontrar algumas informações que respondem ao nosso objetivo de busca, ou seja, procura de informação sobre a reciclagem de próteses dos membros inferiores.

A maioria dos documentos foram excluídos por serem irrelevantes, pois eram documentos de pesquisa que envolviam outros tipos de próteses e implantes protéticos ortopédicos e/ou que não refeririam aspetos relativos as próteses do membro inferior, reciclagem ou reutilização das próteses de membros inferiores. Após aplicação dos critérios de exclusão, no final ficaram 13 documentos para serem submetidos a análise. Aplicando os critérios de pesquisa obtiveram-se os seguintes resultados:

**Figura 11** - Diagrama de fluxo dos resultados da pesquisa



Fonte: Elaboração própria

A Tabela 1 mostra as informações dos documentos selecionados para o desenvolvimento deste trabalho. Neste contexto, os resultados apresentados neste capítulo tiveram por base a análise das cinco organizações internacionais não-governamentais selecionadas, não tendo tido acesso a resultados de estudos efetuados em Portugal. Saliente-se ainda o facto de todos os documentos se reportarem a um espaço temporal recente, pois todos se encontram publicados entre 2014 e 2022 como se pode constatar na (tabela 1).

**Tabela 1:** Referências selecionadas e ONG's identificadas

Ano	Autor	Título	País	Organizações/Instituições
2020	Garcia & Helliker	Waste that Costs an Arm and a Leg	EUA	<i>Penta Medical Recycling</i>
2020	Greenwalt	Medical Recycler Provides Repurposed Prosthetics to Developing Countries	EUA	<i>Penta Medical Recycling</i>
2021	Penta	Penta Medical Recyclin	EUA	<i>Penta Medical Recycling</i>
2014	Swain	What happens to prosthetics and implants after you die?	EUA	<i>Standing With Hope</i>
2022	Standing With Hope	Recycle Limbs - Standing With Hope	EUA	<i>Standing With Hope</i>
2018	Stackelberg	10-year-old reaches out to other prosthetic users around the world by repurposing used artificial limbs   CBC News	Canadá	<i>Prosthetics for Foreign Donation Inc.</i>
2018	Radio-Canadá	Amasser des prothèses d'occasion pour des amputés partout dans le monde	Canadá	<i>Prosthetics for Foreign Donation Inc.</i>
2022	Prosthetics For Foreign Donation,	PFFD - Prosthetics For Foreign Donation   My WordPress Blog	Canadá	<i>Prosthetics for Foreign Donation Inc.</i>
2017	Legs4Africa	Legs4Africa   Charity - Getting Africa walking again	Reino Unido	<i>Legs4Africa</i>
2019	Royal Melbourne Hospita	Legs4Africa: recycling prosthetic limbs for a good cause	Australia	<i>Legs4Africa</i>
2022	Tesia Ria	Charity travels 950 miles to pick up 600 discarded prosthetic legs	Reino Unido	<i>Legs4Africa</i>
2022	Oklahoma City Community Foundation	Fundação Limbs for Life   Fundação Comunitária de Oklahoma City	EUA	<i>Limbs for Life Foundation</i>
2022	Limbs for Life	Limbs for life	EUA	<i>Limbs for Life Foundation</i>

Fonte: Elaboração própria

Todas as fontes ou as ONG's analisadas apresentam os seus interesses de forma clara e estruturada, melhorando a compreensão dos mesmos. Os principais resultados obtidos em cada umas das ONG's analisados são evidenciados na (tabela 2).

**Tabela 2:** Resultados de interesse obtidos nas Fontes /ONGs analisados.

<b>Fontes /ONGs</b>	<b>Resultados dos interesses principais</b>
<b><i>Penta Medical Recycling</i></b>	As próteses ortopédicas usadas são coletadas dos EUA e reaproveitadas para os amputados mais necessitados em 18 países de todos os continentes. Conta com várias parcerias locais e internacionais para a recolha e envio das próteses. Forneceu mais de 260 conjuntos de membros para os amputados vietnamitas e também mais de 1.300 dispositivos para amputados na América Central e no sul da Ásia.
<b><i>Standing With Hope</i></b>	Recicla membros protéticos usados que são doados de todo o país., incluindo as dos membros inferiores, indesejadas para o mundo em desenvolvimento. Vários reclusos da penitenciária de Nashville desmontam os membros usados doados de todo o país, a fim de reciclarem todas as partes utilizáveis (pés, postes, joelhos, conectores). Conta com a colaboração da <i>prison workshop</i> para enviar as pernas desmontadas para Gana.
<b><i>Prosthetics for Foreign Donation Inc.</i></b>	Recolhe próteses ortopédicas para ajudar os amputados a terem a mobilidade completa, independentemente da localização geográfica. Começou a fazer as suas doações na Jamaica e trabalha com outras organizações na Nigéria, Tanzânia e Mumbai. Tem também parceria com <i>Bhagwan Mahaveer Viklang Sahayata Samiti. e Legs4Africa</i> . Iahnijah Opaleke iniciou um “ <i>Mobility Movement</i> ” onde doou pessoalmente suas próteses do membro inferior e auxiliares de mobilidade para crianças em países em desenvolvimento.
<b><i>Legs4Africa</i></b>	É a caridade que ajuda as pessoas amputadas na África Subsaariana a adquirirem a sua independência, por meio do reaproveitamento de pernas protéticas O objetivo final do projeto é que possam angariar milhares de pernas do Canadá para 15 países da África. Já receberam cerca de 200 pernas. E atingiram os objetivos ao reciclarem cerca de 10.000 pernas protéticas.
<b><i>Limbs for Life Foundation</i></b>	Oferece cuidados protéticos para os amputados de baixos rendimentos nos EUA e internacionalmente e aumenta a conscientização sobre os desafios enfrentados pelos amputados. Forneceu milhares de novos membros protéticos para os amputados nos EUA. Outros amputados são ajudados com a distribuição de peças e componentes protéticos usados compartilhados por meio de parcerias e missões internacionais, capacitando amputados em 5 continentes.

Fonte: Elaboração própria

### 4.3. Boas práticas internacionais

Segundo Hijmans et al. (2020) a AMI é um incidente que muda a vida dos que passam por isso. Desta forma, um menor tempo entre a cirurgia de amputação e a receção de uma prótese melhora o uso e a satisfação com o dispositivo.

Segundo Garcia & Helliker (2020), estima-se que cerca de 185 mil AMI são realizadas todos os anos nos EUA, em média fazem-se 507 amputações por dia nos EUA e os amputados que adquirem as suas próteses pela primeira vez tendem a mudar-lhas no primeiro ano. Enquanto algumas pessoas têm recursos para obter cuidados protéticos, muitas outras não possuem esses recursos devido aos custos associados. A consulta da página da Limbs for Life (2022), mostra que os dispositivos protéticos podem restaurar habilidades básicas e independência, mas não estão disponíveis para todos os amputados. Quando uma pessoa perde um membro, depara-se com mudanças impressionantes no estilo de vida emocional e financeiro.

A Organização Mundial da Saúde (OMS) estima que existam 60-100 milhões de pessoas que necessitam de equipamentos protéticos e ortópticos em todo o mundo, mas apenas aproximadamente 10% podem ter acesso a esses equipamentos ou obterem os cuidados necessários. Ao mesmo tempo, mais de 300 mil dispositivos protéticos são substituídos todos os anos nos EUA, impossibilitados de serem revendidos ou reutilizados, devido a questões regulatórias, burocráticas, e de responsabilidade, uma vez que nos EUA existem também as leis que regulem a reutilização de determinados componentes protéticos. Esses dispositivos descartados, a maioria em boas condições, acabam em sótãos, nos armazéns de fabricantes ou em aterros sanitários e a troca de próteses ou os reajustes associados aumentam a possibilidade das pessoas que as utilizam a acumularem um stock de desperdício (Swain, 2014; Limbs for Life, 2022; Greenwalt, 2020).

Tal como nos EUA, no Canadá também não se pode reutilizar as próteses, visto que os regulamentos de saúde impedem as pessoas de usarem uma prótese reciclada (Stackelberg, 2018). Em Portugal, até o momento, também não se reutilizam nem se reciclam próteses e tão pouco materiais protéticos. Uma das causas pode ser apontada pela World Health Organization (2017), segundo a qual a reutilização de componentes protéticos deve ser monitorizada adequadamente para evitar o uso de itens de baixa qualidade, usados em excesso ou com defeito, que podem resultar em acidentes e ferimentos. Existe regulamentação criada por uma autoridade designada ou grupo de especialistas que visam proteger e garantir a segurança dos utilizadores.

Segundo Zhang (2014), todos os anos, milhões de próteses ortopédicas duram mais que os corpos para os quais foram projetados. Mas esses dispositivos médicos poderiam passar a ter uma segunda vida, por exemplo em uma variedade de equipamentos públicos, com sinais de trânsito, postes de iluminação, barreiras de segurança, em carros, turbinas eólicas e até mesmo noutras pessoas, uma vez que, na sua composição existem muitos metais valiosos como titânio

ou liga de cobalto. Uma vez que, em todo o mundo existem pessoas que são afetadas com os problemas ortopédicos devido ao aumento da idade, doenças como osteoporose, diabetes, doenças vasculares periféricas ou mesmo trauma acidental (Beveridge & Howard, 2004; Feinberg, 2013).

Apesar disto, existem nesses países algumas organizações internacionais não-governamentais (ONGs) como a *Penta Medical Recycling*, a *Standing With Hope*, a *Prosthetics for Foreign Donation*, a *Legs4Africa*, e a *Llimbs for Life Foundation*, que se baseiam na política dos 3 R's dando um novo sentido às próteses ortopédicas, ajudando neste sentido muitos países e os amputados nos países subdesenvolvidos de todos os continentes. Assim, nos pontos seguintes vamos apresentar uma breve descrição de cada uma delas.

#### **4.3.1. *Penta Medical Recycling***

A *Penta Medical Recycling* foi fundada em 2018, com o objetivo de solucionar os problemas de enormes desperdícios de próteses ortopédicas nos EUA. Assim, trabalha para dar mobilidade aos amputados que precisam desesperadamente de próteses ortopédicas levando cuidados protéticos de alta qualidade e baixo custo em 18 países em todos os continentes (Penta, 2021).

A *Penta* foi iniciada por estudantes universitários (Iseman, Victor Wang, de Yale, e Trang Duong) que discutiram ideias para dar início a um empreendimento sem fins lucrativos. Duong falou sobre o grande número de amputados sem próteses na sua terra natal (Vietname) devido a guerra do séc. passado, pois 90% das vítimas não têm meios para pagar o custo de US\$ 2.000 a US\$ 10.000 de um membro protético. Esta ideia despertou a atenção dos outros fundadores que pesquisaram sobre o assunto e descobriram que os dispositivos protéticos usados nos EUA são descartados. Com isto decidiram dar seguimento ao projeto, criaram a sede em Nova York, e conta com o apoio das universidades de *Yale e Brown*, *McKinsey*, *JPMorgan*, *Ford Foundation*, *Bloomberg Philanthropies* e *Clinton Global Initiative* para cumprir com o objetivo que é recolher e reaproveitar próteses usadas doados pelos amputados, clínicas e fabricantes que lidam com esses produtos nos EUA e transformar em equipamento protético viável (Garcia & Helliker, 2020; Greenwalt, 2020). Reaproveitam principalmente os componentes de *hardware* das pernas protéticas, como pés, pilares e joelhos, porque, verificaram que as próteses de MI são as mais necessárias nesses países (Penta, 2021).

A *Penta Medical Recycling* opera como um modelo sustentável, trabalha também com as organizações no Vietname, Tailândia, Sri Lanka, Paquistão, Guatemala e o Equador. Depois

de procurar médicos qualificados para encaixar os dispositivos em amputados no Vietname, *Penta* firmou uma parceria com a, *Vietnameese Ministry of Health's Young Physicians Association* que não tinha escassez de potenciais beneficiários para o uso das próteses ortopédicas. Desde o seu início, *Penta* forneceu mais de 260 conjuntos de membros para amputados vietnamitas, incluindo Nguyen Thang. Forneceram também mais de 1.300 dispositivos para os amputados na América Central e no sul da Ásia. Os fundadores estão determinados a expandir geograficamente os seus serviços, nisso enfrentam barreiras financeiras e logísticas, pois recolher e enviar dispositivos protéticos é dispendioso (Garcia & Helliker, 2020).

Desde o ano de 2020 que a *Penta Medical Recycling* conta com a parceria de 10 organizações internacionais (*Rage of Motion Project, FOOT Foundation Florida O & P Outreach Team, Fundacion Prótesis para Bolivia Centro de Miembros Artificiales, Colombo Outer Lions Club, Colombo Friend in Need Society, Jaffna Jaipur Centre Disability Rehabilitation, Not to be Ministered Unto But to Minister, Pakistan Institute of Prosthetic and Orthotic Sciences, Mahidol University e Suc KhóeViét Nam.*) que ajudam a fornecer próteses e equipamentos para o Vietname, Tailândia, Sri Lanka, Índia, Paquistão, Guatemala, Bolívia e Equador (Penta, 2021).

Apesar de ser dispendioso a recolha e o envio dos dispositivos protéticos, alguns grupos médicos nos EUA viajam para lugares como a Guatemala e o Equador para encaixar as próteses usadas em amputados, que a *Penta* forneceu. Mas, neste projeto a principal ideia é procurar prestadores de serviços médicos em países como Vietname, Tailândia, Sri Lanka e Paquistão, visto que um dos membros do *Penta* desenvolveu relações com um hospital do governo no Paquistão e com o *Prosthetics and Orthotics Institute* (Instituto de Próteses e Ortosos) daquele país (Garcia & Helliker, 2020).

### **4.3.2. *Standing With Hope***

A *Standing With Hope* é uma organização cristã sem fins lucrativos dos EUA com sede em Nashville que trabalha com duas áreas de programas: o *Prosthetic Limb Ministry in West Africa* e o *Ministry to Family Caregivers*. Desses programas, interessa-nos o *Prosthetic Limb Ministry in West Africa* o programa de reciclagem de membros protéticos (Standing With Hope, 2022).

O programa de membros protéticos da *Standing With Hope* baseia-se na jornada da fundadora, Gracie Rosenberger amputada no membro inferior, e como muitos amputados, juntou ao longo dos anos muitas próteses o que a fez pensar no projeto de reciclagem dos membros protéticos

para os países em desenvolvimento especialmente para o Gana onde os membros e os serviços protéticos eram inacessíveis para a maioria (Swain, 2014; Standing With Hope 2022). Recolhem próteses nos EUA e recebem doações de todos os países para oferecer aos amputados na África Ocidental, pois o objetivo era continuar a inspirar e fortalecer os outros amputados. O projeto teve início primeiramente no Gana e esta ideia foi sugerida por sua parceira e amiga Joni Eareckson-Tada, fundadora do *the World*, uma organização que ajuda às pessoas afetadas pela deficiência (Standing With Hope , 2022). De acordo com Swain (2014) *Standing With Hope* tem uma parceria com o *prison workshop* , o *Core-Civic* e *The World*.

Conta também com a colaboração dos reclusos da prisão do Tennessee que se voluntariam para desmontar as pernas protésicas da doação da *Standing With Hope*. Os reclusos reciclam os pés, pilões, joelhos, conectores, adaptadores, meias protéticas, cintos, sapatos e até os parafusos (Standing With Hope , 2022). As pernas desmontadas ganharão uma segunda vida, pois são enviadas para o Gana, onde os médicos treinados localmente as reconstruirão para que se adaptem aos amputados. É de salientar que, os reclusos antes de contribuírem, são qualificados por um programa exclusivo organizado por o *Core-Civic*, com sede no Brentwood, Tennessee, uma empresa que possui e administra prisões privadas nos EUA (Swain, 2014).

Após o trabalho dos voluntariados, a *Standing With Hope* ensina a equipa de trabalhadores locais do *Ghana Ministry of Health* para construir e manter as próteses dos membros para as suas populações assim como de países vizinhos. Normalmente a *Standing With Hope* patrocina o membro protético aos amputados que não podem pagar o copagamentos cobrado pela clínica (Standing With Hope, 2022).

### **4.3.3. *Prosthetics for Foreign Donation Inc.***

A *Prosthetics for Foreign Donation Inc.* (PFFD Inc) é uma organização fundada por Iahnijah Opaleke e a sua mãe com o objetivo de dar uma nova vida a próteses do MI ajudando as pessoas a terem a mobilidade completa, independentemente da localização geográfica, isto é, pretendem fornecer igualdade de acesso e oportunidades que contribuam para o bem-estar e melhoria da comunidade (Stackelberg, 2018).

Iahnijah Opaleke nasceu com uma deficiência chamada Deficiência Femoral Focal Proximal (*Proximal Femoral Focal Deficiency (PFFD)*) levando-o a usar prótese na perna direita. Uma vez que, a cada 6 a 9 meses muda de próteses, pensou na possibilidade de reciclar/doar os seus membros usados, mas não encontrava uma entidade canadiana para o fazer. Assim, em conjunto com a sua mãe criaram os seus próprios meios ao fundarem a PFFD Inc. Neste contexto, iniciou

um “*Mobility Movement*” onde doou pessoalmente as suas próteses e auxiliares de mobilidade para crianças amputadas nos países em desenvolvimento, onde esses itens são difíceis de se adquirir. A sua organização teve o início na Jamaica, onde fizeram a doação de quatro caixas de equipamentos protéticos a 3 orfanatos por intermédio da ONGs *CHANCES*. Desde então, tem trabalhado com outras organizações noutros países como na Nigéria, Tanzânia, Mumbai India ( *Bhagwan Mahaveer Viklang Sahayata Samiti*) e Oklahoma City (*Legs4Africa*) para levar próteses e auxiliares médicos poucos utilizados as pessoas necessitadas (Radio-Canada , 2018)

Stackelberg (2018) referem que, desde o início da organização já coletaram dezenas de próteses de pernas usadas e as caixas de membros artificiais usados e enviaram para Tanzânia e Trinidad.

#### **4.3.4. *Legs4Africa***

A *Legs4Africa* é uma organização sem fins lucrativos com sede no Reino Unido que visa melhorar a qualidade de vida das pessoas amputadas na África Subsaariana. Esta instituição ajuda os amputados a adquirirem a mobilidade e a independência, por meio do reaproveitamento de pernas protéticas que, de outra forma, acabariam em aterros sanitários. O objetivo final do projeto é angariar milhares de pernas protéticas de todos os países, especialmente do Canadá para a África (*Legs4Africa*, 2017).

Para atingirem os objetivos contam com a colaboração de doadores individuais e centros de membros em todo o Reino Unido, França, Canadá, Austrália e EUA (*Royal Melbourne Hospital*, 2019).

Normalmente as pernas protéticas que recebem no Reino Unido são entregues e desmontadas nos seus componentes por grupos de pessoas aposentados por meio de uma parceria com a *Rotary Clubs* e o *Warmley Men's Shed* (uma instituição de caridade internacional que cria espaços comunitários). Mas, as doações vindas do Canadá são entregues em Newfoundland ao Dr. Scott Mackenzie em Corner Brook, NL - onde fica o escritório canadense da *Legs4Africa*. De seguida, as pernas são enviadas para a sede da instituição de caridade *Legs4Africa* em Bristol, no Reino Unido, onde são divididas em partes, embaladas e então enviadas aos hospitais parceiros ou centros de adaptação de próteses de membros aprovados em países da África subsaariana. Assim, os componentes que o *Warmley Mens Shed* desmontou e os do Canadá são entregues na Gâmbia, Senegal, Gana, Nigéria, Uganda e Quênia, onde foram usados para construir novas pernas para amputados que de outra forma não teriam acesso a uma perna protética (*legs4africa*, 2017). Posto isto, para conseguirem chegar até as áreas mais remotas das

comunidades mais marginalizadas, as caixas de peças de próteses de pernas e outros materiais, como meias de coto, são entregues por serviços de correio porta-a-porta. Por conseguinte, a *Legs4Africa* para garantir o uso das peças enviadas, dão formação a cada centro, a fim de terem a experiência e os recursos necessários para utilizarem as peças (Legs4Africa, 2017).

É de salientar que, normalmente os fundadores da *Legs4Africa* (2017) preferem que as pernas sejam desmontadas antes de serem enviadas para os centros de mobilidade dos parceiros nos hospitais da África Subsaariana por três razões principais:

- Facilita o envio de mais pernas em cada remessa, pois pernas inteiras ocupam muito espaço;
- Permite verificar e fazer a manutenção de cada peça individual para garantir que sejam seguras para reutilização; e
- Permite enviar as peças específicas que os centros precisam.

Realça-se ainda que, para além das ajudas individuais já referidas, a *Legs4Africa* tem também colaboração e parcerias com diversas entidades internacionais como a *Melbourne Health* (um dos principais provedores de saúde pública da Austrália), o *The Amputee Self Help Network* (ASNU) em Kampala, Uganda, com a organização do Gâmbia *Disabled Persons Organisations* (DPOs) e o *The Gambia Amputee Association* (GAA), criada em 2016 (Legs4Africa, 2017).

Após o sucesso no Reino Unido *Legs4Africa* abriu uma filial na Austrália (Royal Melbourne Hospital, 2019). Como uns dos sucessos os fundadores do projeto refere que conseguiram atingir os objetivos iniciais pois, desde 2014 que já conseguiram reciclar e fornecer cerca de 10.000 pernas protéticas (Tesia, 2022).

#### **4.3.5. *Limbs for Life Foundation***

A história da *Limbs for Life Foundation* começou com o protesista John A. Sabolich. Esta conta que sentiu a necessidade de ajudar os amputados e esta paixão estava profundamente enraizada na história de sua família, quando o seu pai abriu uma clínica de próteses em Oklahoma City em 1947. Assim, surgiu *Limbs for Life Foundation*, uma organização global sem fins lucrativos composta por clínicas e parceiros, fundada em 1995 e localizada em Oklahoma City (Limbs for Life, 2022). Esta organização tem como objetivo oferecer cuidados protéticos totalmente funcionais para os amputados de baixos rendimentos nos EUA e noutros países em desenvolvimento dos cinco continente (Oklahoma City Community Foundation, 2022).

Uma vez que não se pode reciclar membros protéticos nos EUA, a *Limbs for Life* (2022) fornece a assistência financeira para cuidados protéticos, por meio de parceiros profissionais locais a candidatos qualificados e aprovados, sem nenhum custo para o amputado. Desde a sua criação, já forneceram milhares de membros protéticos novos para os amputados nos EUA. As partes protéticas doadas que não podem ser reutilizadas localmente são compartilhadas noutros países internacionais por meio de parcerias e missões internacionais que ajudam a capacitar os amputados, uma vez que, um dos objetivos relevante do programa é fornecer componentes protéticos usados para países em desenvolvimento dos cinco continentes.

A ajuda desta organização consiste em fazer parceria com os profissionais de prótese que concordam em doar o seu tempo, perícia e capacidades e também redistribuir componentes protéticos doados. Para cumprirem com os seus objetivos, a organização aceita membros usados de qualquer lugar nos EUA, pois estes membros protéticos são inestimáveis para a *Limbs for Life*, uma vez que utilizam muitos dos seus componentes para o reparo e substituição de outros possíveis membros protéticos. A cada semana a *Limbs for Life* recebe membros protéticos usados. Os membros por sua vez, são desmontados e divididos em componentes. De seguida são disponibilizados para organizações humanitárias mundiais liderados por fundações, grupos e pessoas indivíduos.

Para um bom funcionamento do projeto da *Limbs for Life* contam com a parceria de clínicas e várias agências sem fins lucrativos em todo os continentes e para coletarem os membros e componentes protéticos doados contam com a colaboração de veteranos americanos deficientes (*Limbs for Life*, 2022).

As parcerias internacionais em curso incluem: *Human Engineers Inc* (Filipinas), *Thomas L. and Linda J. McCormack Foundation* (Panamá), *Protesis Imbabura* (Equador), *2feet Prosthetics* (República Dominicana, México, Filipinas e em Tonga), *Legs 4 Africa* (África). Também fazem parceria com médicos que viajam para o exterior a fim de fazer o trabalho de missionário internacionalmente. Assim, fornecem componentes doados, conforme disponíveis, e os médicos podem solicitar peças usadas para reparo ou substituição em membros existentes. Os fundadores referem que em 2019, já distribuíram peças para ajudar mais 100 nos seguintes países: Brasil, República Dominicana, Equador, Guatemala, Haiti, Iraque, Jamaica, Quênia, México, Mongólia, Nigéria, Panamá, Peru, Filipinas, Tanzânia, Tonga, Trindade (*Limbs for Life*, 2022).

## **5. O CASO PORTUGUÊS**

Neste ponto, iremos abordar sobre o caso português. Primeiramente começaremos por falar das pesquisas das próteses ortopédicas em Portugal incluindo os apoios que públicos que os amputados em Portugal beneficiam (5.1). No ponto (5.2) demonstramos num quadro as possíveis entidades, países e pessoas interessadas em participar no projeto da reciclagem das próteses ortopédicas.

### **5.1. Atualidade das próteses ortopédicas e ciclo de vida em Portugal**

#### **5.1.1. Amputações e procura de próteses ortopédicas**

Segundo Mota (2017) dispositivos protéticos estão a tornar-se cada vez mais comuns nos campos da medicina e da engenharia, e agora quase todas as partes do corpo podem ser substituídas por uma prótese.

De acordo com o Centro Europeu de Ortopedia (2017) em Portugal, todos os anos mais de 1700 pessoas sofrem a perda de um membro por várias causas (traumas ou lesões permanentes, diabetes, doenças vasculares periféricas, ou cancro). Para ultrapassar estas dificuldades é imprescindível o uso de uma prótese que substitui um membro ou uma parte do organismo (prótese de mão, prótese de membro inferior).

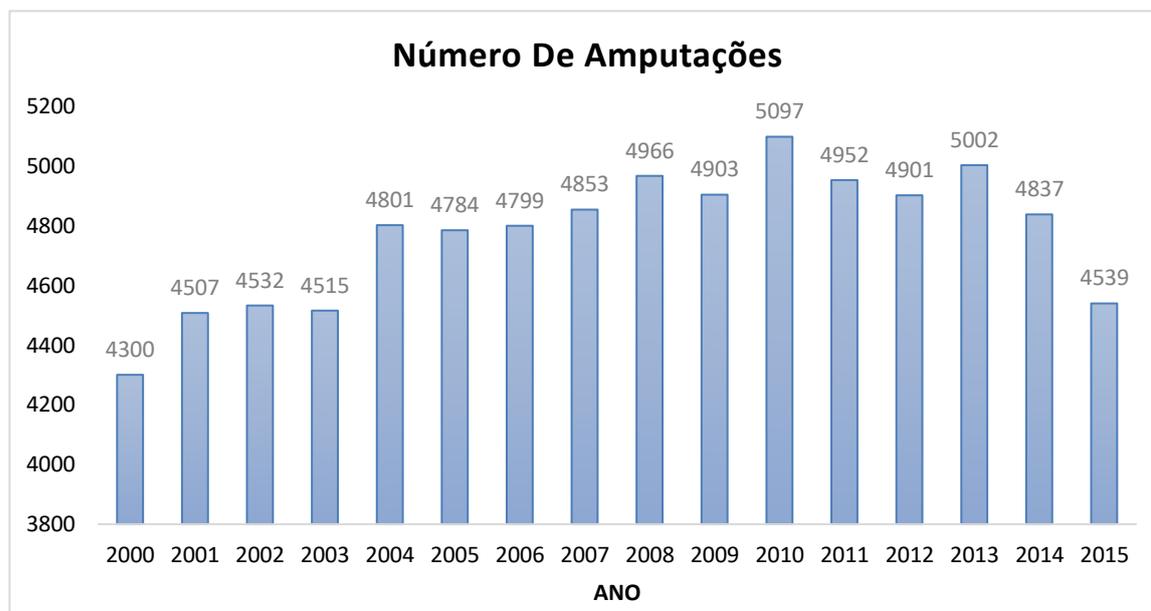
Segundo Correia et al. (2014) uma das maiores causas de AMI dos portugueses com idades compreendidas entre 20 e 79 é a diabetes.

A AMI torna-se um grande desafio para ultrapassar. Apesar de não existirem bases de dados capazes de quantificar o número de amputados existentes em Portugal, tão pouco registos ortopédicos para poderem ser analisados Completo et al. (2005) é importante mencionar estudos realizados por (Matos et al., 2018) para o período 2000 a 2015 (inclusive).

Segundo este estudo, registaram-se 7.6314 admissões hospitalares com potencial de amputação no total dos anos 2000 a 2015. Destes, apenas 26 não resultaram em amputação: 1 caso em 2007, 3 em 2010, 2 em 2011, 1 em 2012, 6 em 2013, 2 em 2014 e 11 em 2015. O número de amputações efetivas em Portugal Continental entre 2000 e 2015 terá sido na ordem das 76.288 amputações. O maior número verificou-se em 2010 como se pode verificar na (Figura 12). Do total de amputações deste ano, cerca de 45.446 foram amputações de MI. Segundo o mesmo estudo, somente em 2015, foram realizadas 5.012 amputações, das quais 4.390 foram amputações de MI. Neste estudo, observou-se também que as áreas geográficas com maiores

taxas de amputações foram Lisboa e Porto. Na região de Lisboa em 2014 registaram-se cerca de 1.138 amputações, e no Porto, em 2008, cerca de 766 amputação. No mesmo estudo observou-se que aproximadamente 66,5% das amputações ocorreram em homens e 33,5% em mulheres (Matos et al. ,2018).

**Figura 12** Amputações total no período de: 2000 a 2015



Fonte: Elaboração Própria com base em (Matos et al. , 2018)

### **5.1.2. Mercado e empresas de próteses ortopédicas**

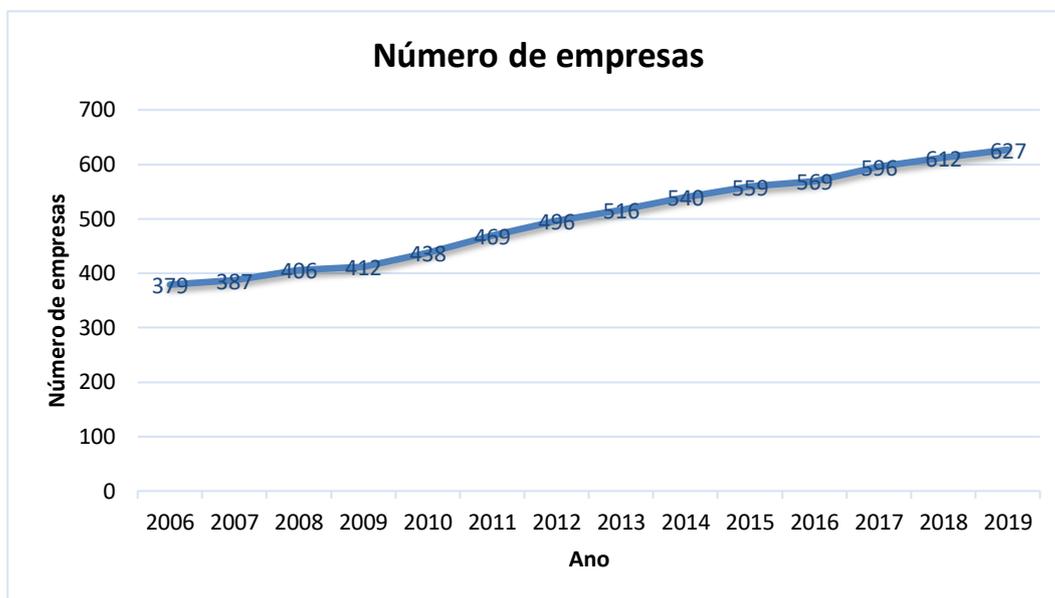
Quanto à produção e ao mercado das próteses ortopédicas nacional, as pesquisas e análises do quadro do setor da página do *dashboard* do Banco de Portugal que mostram um conjunto alargado de informação estatística das empresas portuguesas. Os dados são compilados nesta base de dados desde 2006.

Apresentamos agora alguns conceitos a ter em conta na interpretação do *dashboard* do banco de Portugal (Banco de Portugal, sem data).

- **Número de empresas**- número de empresas incluídas no agregado (combinação entre o setor de atividade económica e a classe de dimensão).
- **Vendas e serviços prestados**- são os rendimentos obtidos a partir das vendas e serviços prestados pelas empresas, constituindo os rendimentos mais diretamente ligados às atividades de exploração.

De acordo com a (Figura 13), baseado no *dashboard* do banco de Portugal, verificou-se que no período 2006 a 2019 há um crescimento acentuado das empresas, não se registando nenhum período de variação negativa.

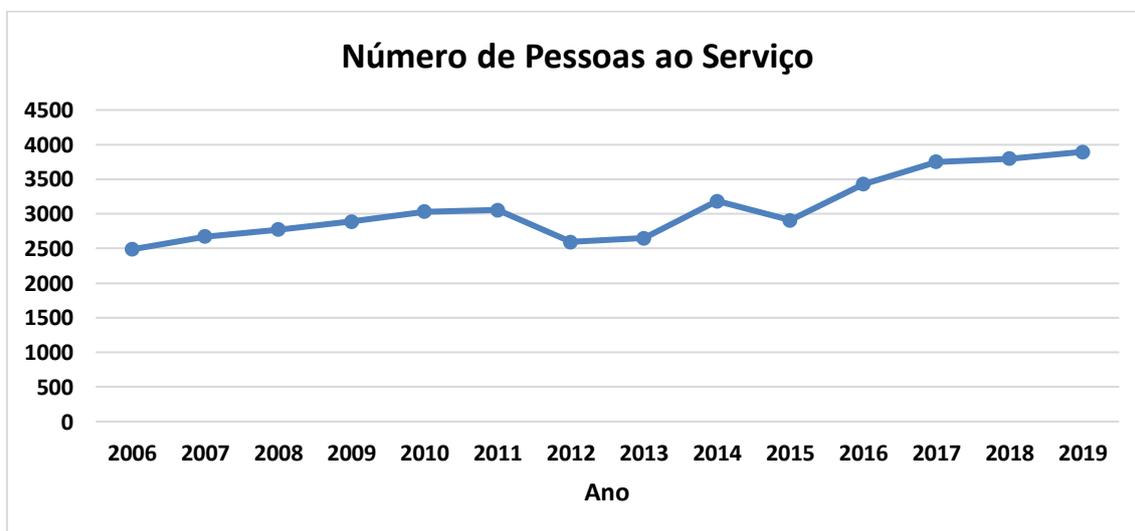
**Figura 13** - Número de empresas na fabricação do material ortopédicos e próteses



Fonte:(Elaboração Própria com base em (Banco de Portugal, sem data)

A (Figura 14) apresenta o número de pessoas ao serviço na produção de material ortopédico e próteses. O gráfico mostra algumas oscilações, mas é de salientar um aumento desde 2015.

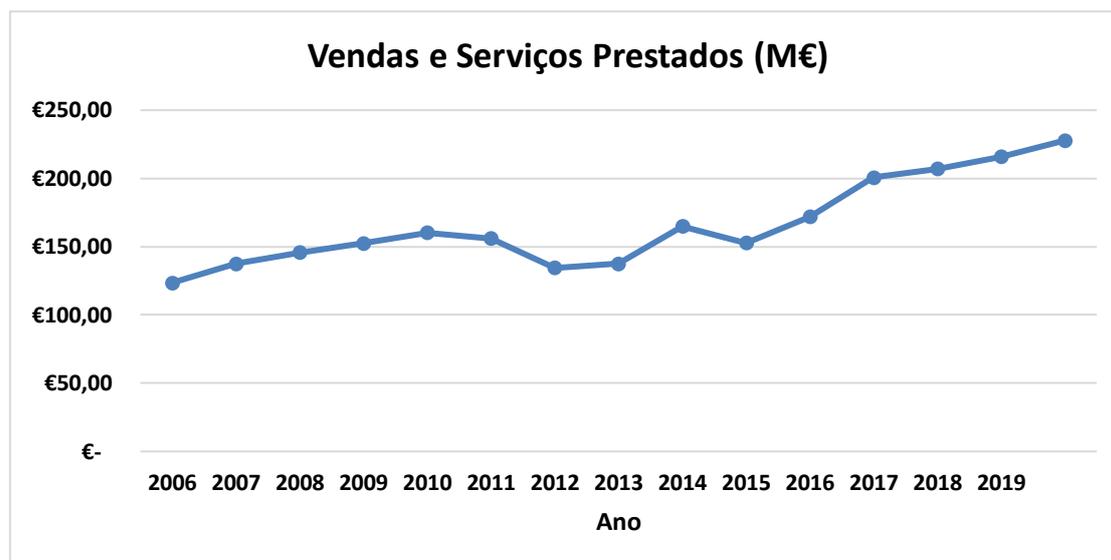
**Figura 14** - Número de pessoas ao serviço na fabricação do material ortopédicos e próteses



Fonte: Elaboração Própria com base em(Banco de Portugal, sem data)

A (Figura 15) apresenta as vendas e serviços prestados. À semelhança do gráfico anterior verificam-se algumas oscilações, com valores crescentes desde 2015.

**Figura 15** - Vendas e serviços prestados na fabricação do material ortopédicos e próteses



Fonte: Elaboração própria com base em (Banco de Portugal, sem data)

### **5.1.3. Apoios públicos à aquisição de próteses ortopédicas**

Em Portugal os amputados do membro inferior podem usufruir dos benefícios para adquirir as próteses ortopédicas com comparticipação a 100 % do custo da prótese. Mas para beneficiar deste direito consagrado na legislação nacional, é obrigatório ter o comprovativo adquirido através do Atestado Médico de Incapacidade Multiuso (AMIM). Este atestado é requerido pelo médico do Centro de Saúde da área de residência que faz um relatório onde refere o grau da incapacidade e os meios auxiliares de diagnósticos complementares. Após isso, o AMIM será emitido por junta médica e caso seja a primeira vez que se solicite, o custo da junta médica será de 12,5 € (Instituto Nacional para a Reabilitação, 2020).

De seguida, os amputados são encaminhados pelo Sistema de Atribuição de Produtos de Apoio (SAPA) para as entidades que financiam as próteses do membro inferior. O SAPA foi fundado pelo Decreto-Lei n.º 93/2009, de 16 de abril, ao qual todas as pessoas com deficiência e pessoas com incapacidades temporárias podem recorrer para obterem ajudas técnicas dos produtos de apoio.

De acordo com Instituto Nacional para a Reabilitação (2021) as entidades financiadoras que participam na aquisição das próteses do membro inferior são:

- Administração Central do Sistema de Saúde, I.P. (ACSS, I.P.) – Ministério da Saúde;
- Direção-Geral de Educação (DGE) – Ministério da Educação;

- Instituto do Emprego e Formação Profissional, I.P. (IEFP, I.P.) – Ministério do Trabalho, Solidariedade e Segurança Social;
- Instituto da Segurança Social, I.P. (ISS, I.P.) - Ministério do Trabalho, Solidariedade e Segurança Social.

Segundo o Instituto Nacional para a Reabilitação (2021) , quando se comprove que, para efeitos de aceder, manter o emprego, progredir na carreira ou, ainda, para aceder e frequentar a formação, a pessoa com deficiência e incapacidade que necessitar de um produto de apoio (ajuda técnica), o IEFP, IP pode compartilhar o seu custo até 100%. O Decreto-Lei n.º 93/2009, de 16 de abril, conjugado com o Despacho n.º 5212/2014, de 28 de março, regulamenta a atribuição de Produtos de Apoio – Ajudas Técnicas, para pessoas com deficiência e estabelece que as verbas destinadas ao financiamento das ajudas técnicas são atribuídas às entidades hospitalares através da ACSS.

De acordo com Centeno et al. (2019) o montante destinado ao financiamento dos produtos de apoio é fixado anualmente por um Despacho Conjunto dos membros do Governo responsáveis pelas áreas das finanças do Ministério das Finanças, da Educação e do Trabalho, Solidariedade e Segurança Social e da Saúde, que definem a verba global para o financiamento das próteses do MI. Assim, no Despacho n.º 11936-A/2019 de 13 de dezembro, e ao abrigo do disposto no n.º 2 do artigo 11.º do Decreto -Lei n.º 93/2009, de 16 de abril, com as alterações introduzidas pelo Decreto -Lei n.º 42/2011, de 23 de março, e pela Lei n.º 71/2018, de 31 de dezembro, afeta ao financiamento dos produtos de apoio (inclui próteses do MI), durante o ano 2019, a verba global de EUR 15.360.000,00 disponibilizada pelos Ministérios da Educação, do Trabalho, Solidariedade e Segurança Social e da Saúde.

De acordo com o referido Decreto-Lei, “produtos de apoio” são qualquer produto, instrumento, equipamento ou sistema técnico usado por uma pessoa com deficiência, especialmente produzido ou disponível que previne, compensa, atenua ou neutraliza a limitação funcional ou de participação. Ou seja, para efeitos do presente despacho, são considerados produtos de apoio os produtos, dispositivos, equipamentos ou sistemas técnicos de produção especializada ou disponível no mercado destinados a prevenir, compensar, atenuar ou neutralizar limitações na atividade ou as restrições na participação das pessoas com deficiência.

Com vista ao financiamento dos produtos de apoio, as entidades intervenientes no SAPA devem obrigatoriamente que preencher uma ficha de prescrição através do sistema informático centralizado, no âmbito da Base de Dados de Registo do SAPA (SAPA- BDR). De acordo com Centeno et al. (2019) com a Portaria n.º 192/2014, de 26 de setembro, foi criada a SAPA —

BDR que importa proceder à fixação do montante das verbas destinadas ao financiamento dos produtos de apoio.

Mas, apenas podem ser objeto de financiamento no âmbito do SAPA as próteses do membro inferior constantes na lista homologada publicada no Despacho 7197/2016, de 1 de junho (tabela 3) (Simões & Rodrigues, 2017).

**Tabela 3:** Lista homologadas das próteses do membro inferior que poderão ser financiados através do SAPA

<b>Códigos ISO</b>	<b>Categorias</b>	<b>Prescrição equipa Multidisciplinar</b>	<b>Prescrição médica obrigatória</b>
<b>06</b>	<b>Próteses</b>	Equipa Multidisciplinar com Ortopedista ou Fisiatra	Fisiatra
<b>06 24</b>	Sistemas de próteses para o membro inferior	Equipa Multidisciplinar com Ortopedista ou Fisiatra	Fisiatra
<b>06 24 03</b>	Prótese Parciais para o pé	Equipa Multidisciplinar com Ortopedista ou Fisiatra	Fisiatra
<b>06 24 06</b>	Próteses para desarticulação do tornozelo	Equipa Multidisciplinar com Ortopedista ou Fisiatra	Fisiatra
<b>06 24 09</b>	Próteses transtibiais (abaixo do joelho)	Equipa Multidisciplinar com Ortopedista ou Fisiatra	Fisiatra
<b>06 24 12</b>	Próteses para desarticulação do joelho	Equipa Multidisciplinar com Ortopedista ou Fisiatra	Fisiatra
<b>06 24 15</b>	Próteses transfemorais (acima do joelho)	Equipa Multidisciplinar com Ortopedista ou Fisiatra	Fisiatra
<b>06 24 18</b>	Próteses para desarticulação da anca	Equipa Multidisciplinar com Ortopedista ou Fisiatra	Fisiatra
<b>06 24 21</b>	Próteses transpélvicas	Equipa Multidisciplinar com Ortopedista ou Fisiatra	Fisiatra
<b>06 24 24</b>	Próteses para hemicorporectomia	Equipa Multidisciplinar com Ortopedista ou Fisiatra	Fisiatra
<b>06 24 27</b>	Dispositivos para tornozelo e pé (pé protésico)	Equipa Multidisciplinar com Ortopedista ou Fisiatra	Fisiatra

Fonte: Elaboração própria com base no (Diário da República, 2.ª série ,2016)

No caso de o utente amputado recorrer aos serviços de saúde privados, por impedimento comprovado de atendimento nos serviços oficiais de saúde, assume-se o seu custo, com o direito a reembolso no montante previsto nas tabelas em vigor. As despesas com os cuidados de saúde

que tenham sido objeto de comparticipação por entidades privadas (por exemplo, seguros) são reembolsadas pelo Instituto Público de Gestão Participada (ADSE) apenas relativamente aos montantes não comparticipados por aquelas entidades (Serviços Partilhados do Ministério da Saúde, 2020). A comparticipação em regime livre (constitui uma modalidade que permite aos beneficiários aceder a cuidados de saúde fora do âmbito da rede ADSE) é 50% variável do valor de referência (tabela 4). Mas para obter a comparticipação devem entregar a prescrição médica em recibo original. O prazo de entrega dos pedidos de reembolso é obrigatório estar de acordo com a data aposta no recibo, isto é, o utente tem um prazo de 90 dias para solicitar aos Serviços Sociais da Câmara Municipal o pedido de reembolso (Serviços Sociais, 2018) .

**Tabela 4:** Valores de referência, comparticipações e regras específicas para o regime livre das Próteses dos membros Inferiores

<b>Designação</b>	<b>Quantidade</b>	<b>Prz</b>	<b>Valor ref<sup>a</sup></b>	<b>50%</b>
<b>Prótese amputação parte pé/dedos</b>	2	3	580,00 €	290,00 €
<b>Prótese amputação pelo tornozelo</b>	2	3	750,00 €	375,00 €
<b>Prótese amputação abaixo do joelho</b>	2	3	900,00 €	450,00 €
<b>Prótese amputação acima do joelho</b>	2	3	1200, 00 €	600,00 €
<b>Prótese amputação pela anca</b>	2	3	1500,00 €	750,00 €

Fonte: Elaboração própria com base em (Serviços Sociais , 2018)

Para além das entidades financiadoras existem também as entidades que prescrevem. As entidades prescritoras são definidas por despacho do membro do Governo que tutela cada uma das entidades financiadoras. É de realçar que, os produtos de apoio são prescritos por uma equipa multidisciplinar, a funcionar junto da entidade prescritora constituída, no mínimo, por

dois técnicos. No caso de prescrição médica obrigatória, os produtos de apoio são prescritos apenas por um médico (Instituto Nacional para a Reabilitação, 2020).

Entidades prescritoras são as seguintes (Segurança Social, 2015):

- **Próteses do membro inferior financiados pela Administração Central dos Serviços de Saúde, I.P.:** são prescritas pelas unidades hospitalares, indicadas pelas Administrações Regionais de Saúde (ARS), financiam os produtos de apoio prescritos nessas entidades após avaliação médico funcional e sócio familiar;
- **Próteses do membro inferior financiados pela Direção-Geral da Educação:** (são próteses indispensáveis ao acesso e à frequência do sistema educativo no âmbito da educação pré-escolar e do ensino básico e secundário) são prescritas em Centros de Recursos TIC para a Educação Especial;
- **Próteses do membro inferior financiados pelo Instituto do Emprego e Formação Profissional:** (próteses indispensáveis ao acesso e frequência da formação profissional e/ou para o acesso, manutenção ou progressão) são prescritos por entidades credenciadas como os serviços de emprego e centros de recursos da rede do IEFP, I.P
- **Prótese do membro inferior financiados pelo Instituto da Segurança Social, I.P.:** quando as próteses são prescritas pelos centros de saúde e pelos centros especializados a documentação deverá ser entregue nos serviços locais ou nos centros distritais da segurança social da área de residência das pessoas com deficiência a quem se destinam. No caso de o requerente residir no concelho de Lisboa, a entrega da referida documentação deverá ser efetuada na Santa Casa da Misericórdia de Lisboa.

Nas unidades hospitalares e noutras entidades prescritoras da área da saúde, os produtos de apoio são diretamente fornecidos aos utentes ( Serviço Nacional de Saúde & Administração Central do Sistema de Saúde, 2022).

Tendo em conta a necessidade de simplificar o ato de prescrição de Produtos de Apoio bem como facilitar o acesso dos utentes aos mesmos produtos de apoio, a partir de dia 1 de fevereiro a prescrição deste tipo de produtos passará a fazer-se exclusivamente através da Prescrição Eletrónica Médica (PEM), terminando com a necessidade de utilização do SAPA. Para isso, o seu registo, numa primeira fase foi efetuado em texto livre, passando essa prescrição a ser progressivamente estruturada de acordo com as regras definidas pela DGS. Para que estas prescrições possam ser objeto de reembolso ou de comparticipação pelo SNS, o prescritor deve, no ato de prescrição, proceder à emissão através do TAB – SAPA da PEM e selecionar os códigos de prescrição previstos no Despacho nº 7197/2016 do Diário da República, 2.ª série —

N.º 105 de 1 de junho de 2016 conforme redação atual e conforme o texto abaixo : são de prescrição obrigatória as próteses listadas na Circular Normativa Conjunta n.º 2/2017 ACSS/SPMS, republicado a 23 de fevereiro de 2017 ISO 9999:2007 na lista homologada o Sistemas de próteses para o membro inferior como próteses parciais para o pé, próteses para desarticulação do tornozelo, próteses transtibiais (abaixo do joelho), próteses para desarticulação do joelho, próteses transfemorais (acima do joelho), próteses para desarticulação da anca, próteses transpélvicas , próteses para hemiorporectomia , dispositivos para tornozelo e pé (pé protésico), entre outros, têm que ter a prescrição médica obrigatória de um Fisiatra (Temido & Rodrigues, 2017).

As consultas, tratamentos e colocação de prótese, efetuados por especialistas reconhecidos para o efeito, são comparticipadas de acordo com as tabelas em vigor. As próteses e outras ajudas técnicas para pessoas com deficiência, receitas nos Centros de Saúde ou nas consultas externas hospitalares, e que visam assegurar ou contribuir para a autonomia e participação social do doente, serão reembolsadas, em parte, pelo Centro Regional de Segurança Social da área de residência. Compete ao centro de saúde preencher uma ficha de avaliação, que o utente deverá entregar no respetivo Centro Regional (Serviços Sociais, 2018).

Apesar dos amputados em Portugal beneficiarem do direito de comparticipação a 100 % do produto das próteses ortopédicas, existe países em que esses benefícios não são aplicados Para evitar que este produto tão precioso para os amputados seja desperdiçado seria importante adotar um sistema de reutilização das próteses ortopédicas, como por exemplo criar associações que seriam o ponto de entrega e de distribuição das próteses ortopédicas para os países com necessidades mais elevadas como faz as associações dos EUA e em Canadá.

Em Portugal, o ciclo de vida das próteses ortopédicas termina com frequência nos aterros sanitários. Mas a diferença entre os EUA e Portugal é que os amputados dos EUA criaram soluções para o desperdício, criando associações com ponto de entrega para distribuição em países subdesenvolvidos. Em Portugal existem muitas associações que podem demonstrar interesse de contribuir ara esta nova política de sustentabilidade, que é dar uma nova vida aos membros protéticos e contribuir para o ambiente. Poder-se-iam criar alternativas com menor pegada ecológica e compatíveis com um ciclo de vida circular. Pode não ser possível dar uma nova vida a um membro protético por completo e ser integrado em outros amputados devido aos custos associados com o envio de um ortopédico ao local para fazerem o ajustamento e o encaixe nos amputados. Mas, neste caso podia-se criar uma outra estratégia como reciclar os componentes ortopédicos para as empresas e fabricas de materiais protésicos em Portugal e

assim contribuir para o ambiente. Neste caso em Portugal tem uma fábrica que é a Ortopedia Marques & Gonçalves Lda., sediada no Porto. Por exemplo pode-se entregar esses membros em algumas fábricas que usam metais para fazerem placas de trânsito, postes de iluminação e barreiras de segurança. Podia-se pensar em Portugal fazer ou contribuir para o reaproveitamento dos membros protéticos para exterior ou apenas dos componentes desse material.

## **5.2. Interessados e interesses nos 3R**

Na (tabela 5) demosmos as possíveis entidades, países e pessoas interessadas em participar no projeto da reciclagem das próteses ortopédicas em Portugal. Esta reflexão foi baseada nas ideias das organizações internacionais e na sustentabilidade ambientais, a fim de diminuir desperdícios e preservar o ambiente e contribuir para melhorar a vida dos outros amputados com poucos recursos económicos nos países subdesenvolvidos.

Esta tabela permite observar que há *stakeholders* com o interesse significativo na reciclagem de próteses como os amputados, associações de amputados e as universidades. Qualquer um destes *stakeholders* tem interesse em desenvolver ações e intervenções no âmbito dos 3R.

**Tabela 5:** Interesses e interessados nos 3RS

Interessado	Interesse	Posição no ciclo	Reduzir	3Rs			Somatório	Casos internacionais
				Reutilizar	Reciclar			
<b>Amputados</b>	Receber /doar	Consumir (usar e terminar uso)	1	1	1	3	Redução dos desperdícios; reaproveitar próteses, fornecendo as usadas para países em desenvolvimento; aumentar as práticas sustentáveis;	
<b>Indústria</b>	Colocar no Mercado, vender, desmontar as próteses em componentes	Venda	1	1	0	2	Redução dos desperdícios; reaproveitar próteses, fornecendo as usadas para países em desenvolvimento; aumentar as práticas sustentáveis;	
<b>Refugiados ou amputados em países Países sub.</b>	Receber	Consumir	0	1	1	2	Redução dos desperdícios; reaproveitar próteses usadas; aumentar as práticas sustentáveis;	
<b>Médicos</b>	Passam atestados	Apoiar	0	0	0	0	Encaixar amputados com próteses usadas; Reconstruir Próteses usadas para acomodar os pacientes; ajudar as pessoas ao redor do mundo que precisam desesperadamente de próteses; aumentar as práticas sustentáveis;	
<b>Associação dos amputados (Anamp, Andamus)</b>	Inclusão dos amputados; acesso às próteses; substituição e descarte, doar as próteses	Apoiar e manter informado, ajudar, motivar, encaminhar	1	1	1	3	Redução dos desperdícios; ajudar as pessoas ao redor do mundo que precisam desesperadamente de próteses; reaproveitar próteses, fornecendo as usadas para países em desenvolvimento; recicla próteses indesejadas para o mundo em desenvolvimento; criar um grupo para dar uma nova vida á próteses ou dar a sua própria perna algum amputado que precisa;	
<b>Clínicas</b>	Colocar no amputado,	Apoiar	0	0	0	0	Encaixar amputados com próteses usadas; Reconstruir Próteses usadas para acomodar os pacientes; ajudar as pessoas ao redor do mundo que	

								precisam desesperadamente de próteses; aumentar as práticas sustentáveis;
<b>Laboratórios</b>	Testar a Qualidade	Apoiar	0	0	0	0	0	Encaixar amputados com próteses usadas; Reconstruir Próteses usadas para acomodar os pacientes; ajudar as pessoas ao redor do mundo que precisam desesperadamente de próteses; aumentar as práticas sustentáveis;
<b>Ortopedistas</b>	Diagnosticam e Tratam dos amputados,	Apoiar	0	0	0	0	0	Encaixar amputados com próteses usadas; Reconstruir Próteses usadas para acomodar os pacientes; aumentar as práticas sustentáveis;
<b>Universidades</b>	Colaborar na recolha das doações	Apoiar	1	1	1	3	3	Colaborar na recolha das doações, aumentar as práticas sustentáveis; criar um grupo para dar uma nova vida á próteses ou dar a sua própria perna algum amputado que precisa

Fonte: Elaboração própria, com base nas ONGs internacionais

## 6 CONCLUSÃO

O tema escolhido apresenta-se relevante, tendo em conta a grande necessidade de preservar o meio ambiente, pois a deterioração do ambiente, as alterações climáticas, o consumo e a produção tornaram-se insustentáveis e levaram à aceleração da transição para uma EC. O conceito da EC visa promover o desenvolvimento sustentável, pois a sua aplicação incentiva melhorias na qualidade ambiental, econômica e equidade social em benefício das gerações futuras. A transição para a EC é parte integrante da Agenda dos 17 ODS, das NU, a serem atingidas até 2030 (Fernandes et al., 2021).

Ainda segundo a autora a EC envolve também uma transformação das atividades de produção, distribuição e o consumo a nível micro (produtos, empresas, consumidores), a nível meso (nas atividades dos vários sectores da indústria) e a nível macro (cidade, região e país), uma vez que, desafia o modelo da EL por substituir o conceito de "fim de vida" dos materiais ao longo do seu ciclo de vida por 3Rs.

Deste modo, pode-se dizer que esta forma de pensar e consumir pode trazer benefícios para a indústrias dos membros protéticos na medida em que pode representar uma oportunidade de redução de custos especialmente com as compras de novas matérias-primas destinadas ao fabrico de um novo membro protético. Mas os benefícios são sobretudo para o ambiente, porque ao manter os produtos em circulação, aproveitando ao máximo o seu valor e utilidade diminuimos a produção de excesso de lixo, potencialmente nocivos ao meio ambiente. Desta forma, a EC contribui para a diminuição dos desperdícios, na medida em que uma produção reciclável procura não desperdiçar a sua matéria-prima.

Tendo em conta a tendência crescente da procura de próteses dos membros, sobretudo as dos MI, não só devido às guerras (tanto do século passado como as atuais), como também às doenças não transmissíveis como a diabetes, as doenças vasculares periféricas e, ainda, os acidentes rodoviários e de trabalho, há necessidade de refletir sobre o uso e o fabrico das próteses. Neste caso seria interessante aplicar e adotar a ideia dos 3Rs nas próteses ortopédicas. As próteses ortopédicas são um dispositivo médico essencial para os amputados, visto que traz inúmeros benefícios, desde benefícios psicológicos, fisiológicos e até mesmo emocionais. Daqui a importância de viabilizar o acesso a estas a todos os amputados e prevenir o desperdício que geram ou o seu abandono e esquecimento em lixeiras ou armários de casa.

O presente estudo teve como objetivo identificar as boas práticas internacionais relacionadas com o ciclo de vida circular das próteses ortopédicas dos MI e refletir sobre o caso português,

baseando-se nas ideias internacionais para se aplicar em Portugal. Para o desenvolvimento do trabalho usámos o método qualitativo, a base de dados por artigos de revistas por pares, que incluiu também a análise documental de materiais diversos que ainda não receberam um tratamento analítico e científico, como descrito por Kripka et al. (2015).

Os objetivos a que nos propusemos foram alcançados, na medida em que se conclui que com a preocupação da sustentabilidade surge o ponto focal que é o reaproveitamento da prótese. Internacionalmente verificamos que esta ideia é já posta em prática em diversos países sob a iniciativa de diversas organizações. Estas organizações são normalmente organizações internacionais sem fins lucrativos como sejam a *Penta Medical Recycling*, a *Standing With Hope*, a *Prosthetics for Foreign Donation Inc.*, a *Legs4Africa*, e a *Limbs for Life Foundation* que fazem recolhas dos membros protéticos doados com o propósito do seu reaproveitamento.

Após a análise documental, os principais resultados indicam que todas estas ONGs se orientam para um mesmo objetivo que é a prática de sustentabilidade, a minimização dos desperdícios e ainda a ajuda aos amputados nos países subdesenvolvidos que necessitam de um membro artificial, mas não têm os meios suficientes para os adquirir.

As boas práticas identificadas nestas ONG são algumas das práticas com potencialidade de aplicação em Portugal e difusão dos princípios da EC às próteses ortopédicas nos MI. E estas organizações internacionais criam várias parcerias locais e internacionais para a recolha e o envio das próteses dos membros protéticos doados. A colaboração também vem do grupo de pessoas aposentados (Legs4Africa, 2017) e dos reclusos da penitenciária, para desmontam as próteses doadas a fim de reciclarem todas as partes utilizáveis (pés, postes, joelhos, conectores) (Standing With Hope, 2022). Visto que, as próteses desmontadas ocupam menos espaços e facilitam o envio de mais materiais (Legs4Africa, 2017). Assim é possível realizar o ciclo circular das próteses ortopédicas com a ajuda de todos os interessados coletar os membros em Portugal e reaproveitar para os amputados mais necessitados em países em vias de desenvolvimento de todos os continentes. Uma vez que as matérias-primas para a confeção de uma nova prótese são na sua maioria recicláveis e para evitar os desperdícios propomos dar uma nova vida às próteses ortopédicas tendo em conta também o bem do ambiente, pois os materiais que as constituem não são rápidos na biodegradação.

## 6.1 Dificuldades encontradas

A primeira dificuldade está relacionada com o próprio tema e com a ausência de literatura científica sobre este tema.

A segunda dificuldade resultou do método adotado de recolha de documentos relacionados com o tema da EC aplicada às próteses de MI. Relativamente a Portugal, as próprias instituições, como por exemplo o INFARMED, não dispõem de informação sobre o tema.

## **6.2 Limitações do trabalho**

A principal limitação deste trabalho está associada a um dos métodos utilizados que é o método de literatura cinzenta. Este tipo de literatura tende a ser efémera ou transitória. Por exemplo, os *links* podem deixar de estar ativos para uma próxima consulta. Outra limitação deste trabalho, decorrente da incipiente análise científica existente no âmbito deste tema, é a ausência de qualquer quantificação associada aos ganhos (e perdas) que decorrem da EC ou dos 3R em próteses ortopédicas.

## **6.3 Contributos deste trabalho**

Apesar das dificuldades e limitações mencionadas, acreditamos seguramente que este trabalho contribui para a discussão do tema da EC e dos 3R de próteses ortopédicas. Outros possíveis contributos são:

- A criação de ideias para a reciclagem das próteses ortopédicas em Portugal baseando nos exemplos das ONGs internacionais. Um dos principais contributos deste trabalho foi identificar as boas práticas internacionais no âmbito da aplicação dos princípios da EC às próteses de MI e refletir sobre a possível aplicação destas boas práticas em Portugal.
- Apontar para a diminuição dos custos das empresas/indústrias nas compras dos materiais para a confeção de um novo membro protético, transparecendo os seus interesses e melhorar a participação destes na colaboração deste trabalho futuro, nomeadamente através da colaboração para desmontar os componentes protéticos e assim facilitar no futuro envio para o exterior.
- Conhecer a importância da prática dos 3Rs nas próteses ortopédicas, não só para o meio ambiente como também para os amputados com poucos recursos e as empresas /industrias. Apesar de ser um tema difícil de abordar devido as dificuldades e limitações

que possa apresentar e as correções que normalmente o trabalho terá de sofrer, pensamos que este tema no futuro será valorizado com a discussão que ela possa vir ganhar.

## 6.4 Trabalhos Futuros

Tendo em conta o objetivo deste trabalho, verificou-se que em Portugal não há evidências da reutilização ou reciclagem das próteses ortopédicas ou dos seus materiais. No entanto, as próteses usadas podem ser úteis para as pessoas em outras partes do mundo e conseqüentemente contribuir para a redução dos desperdícios. Sendo que há pouca pesquisa ligada à pegada ambiental das próteses, num trabalho futuro, como complemento de análise, propõem-se fazer:

- Análise estratégica de um projeto de investimento para a reutilização e recuperação de próteses;
- Análise custo-benefício da reutilização e recuperação de próteses;
- Estudo exploratório dos interesses dos *stakeholders* deste processo de aplicação dos 3R às próteses ortopédicas.

## REFERÊNCIAS

- Aherwar, A., Singh, A., & Patnaik, P. (2013). A review paper on rapid prototyping and rapid tooling techniques for fabrication of prosthetic socket. Em *High Value Manufacturing: Advanced Research in Virtual and Rapid Prototyping* (6.<sup>a</sup> ed., p. 660). CRC Press.
- Ali, M. (2009). *Chapter Two Literature Review History of prosthetics and amputation surgery*[UniversidadedeKerbala]. Obtido de [https://www.researchgate.net/publication/334453110\\_CHAPTER\\_TWO\\_LITERATURE\\_REVIEW\\_21\\_History\\_of\\_prosthetics\\_and\\_amputation\\_surgery](https://www.researchgate.net/publication/334453110_CHAPTER_TWO_LITERATURE_REVIEW_21_History_of_prosthetics_and_amputation_surgery)
- Allen, A. (2018). Economia Linear, Economia Circular e Blockchain. *A criação*. Obtido em Fevereiro, 22 , 2021 , de <http://www.acriacao.com/economia-linear-economia-circular-e-blockchain/>
- Aravinthan, P., GopalaKrishnan, N., Srinivas, P. A., & Vigneswaran, N. (2010). Design, development and implementation of neurologically controlled prosthetic limb capable of performing rotational movement. *INTERACT-2010*, 241–244. <https://doi.org/10.1109/INTERACT.2010.5706148>
- Ashmore, K., Cialdella, S., Giuffrida, A., Kon, E., Marcacci, M., & Di Matteo, B. (2019). ArtiFacts: Gottfried “Götz” von Berlichingen—The “Iron Hand” of the Renaissance. *Clinical Orthopaedics & Related Research*, 477(9), 2002–2004. <https://doi.org/10.1097/CORR.0000000000000917>
- Banco de Portugal. (sem data). *Quadros do Setor*. Banco de Portugal Eurosistema. Obtido em setembro, 22 , 2021 , de <https://www.bportugal.pt/QS/qsweb/Dashboards>
- Barreiro-Gen, M., & Lozano, R. (2020). How circular is the circular economy? Analysing the implementation of circular economy in organisations. *Business Strategy and the Environment*, 29(8), 3484–3494. <https://doi.org/10.1002/bse.2590>

- Bassi, F., & Dias, J. G. (2020). Sustainable development of small- and medium-sized enterprises in the European Union: A taxonomy of circular economy practices. *Business Strategy and the Environment*, 29(6), 2528–2541. <https://doi.org/10.1002/bse.2518>
- Baumann, M. F., Frank, D., Kulla, L.-C., & Stieglitz, T. (2020). Obstacles to Prosthetic Care—Legal and Ethical Aspects of Access to Upper and Lower Limb Prosthetics in Germany and the Improvement of Prosthetic Care from a Social Perspective. *Societies*, 10(1), 10. <https://doi.org/10.3390/soc10010010>
- Bellis, M. (2006). *The History of Prosthetics*. Obtido em abril, 22, 2022, de <http://theinventors.org/library/inventors/blprosthetic.htm?fbclid=IwAR3uOWoD3vd4o29tHInguUme1IDG1TEOjDI5yITfRfwQ6CdWenYMyXZhPOA>
- Bender, E. (2015). *A História das Próteses* [Informativa]. unyq. Obtido em abril, 22, 2021, de [https://unyq.com/the-history-of-prosthetics/?fbclid=IwAR0-6H6psqGbBH0gXMqcfy2gzRas1KnSxI\\_xjnwxxy4B4RGcyvcDXqnlEvSk](https://unyq.com/the-history-of-prosthetics/?fbclid=IwAR0-6H6psqGbBH0gXMqcfy2gzRas1KnSxI_xjnwxxy4B4RGcyvcDXqnlEvSk)
- Beveridge, M., & Howard, A. (2004). The burden of orthopaedic disease in developing countries. *The Journal of Bone and Joint Surgery. American Volume*, 86(8), 1819–1822. <https://doi.org/10.2106/00004623-200408000-00029>
- Bilodeau, S., Hébert, R., & Desrosiers, J. (2000). Lower limb prosthesis utilisation by elderly amputees. *Prosthetics & Orthotics International*, 24(2), 126–132. <https://doi.org/10.1080/03093640008726535>
- Blohmke, F., & Departments, O. B. S. (1993). *Otto Bock Prosthetic Compendium: Lower Extremity Prostheses* (M. Nader & H. G. Nader, Eds.; 2nd edition). Schiele & Schon.
- Braungart, M., & McDonough, W. (2002). *Cradle-to-cradle: remaking the way we make things*. New York: North Point Press.
- Braungart, M., & McDonough, W. (2013). *The upcycle: beyond sustainability designing for abundance*. New York: North Point Press.

- Braungart, M., McDonough, W., & Bollinger, A. (2007). Cradle-to-cradle design: creating healthy emissions: a strategy for eco-effective product and system design. *Journal of Cleaner Production*, 15(13-14), 1337-1348.
- Brennan, G., Tennant, M., & Blomsma, F. (2015). Business and production solutions: Closing loops and the circular economy. Em H. Kopnina & E. Shoreman-Ouimet (Eds.), *Sustainability: Key Issues* (pp. 219–239). Routledge: EarthScan. Obtido de <https://www.routledge.com/Sustainability-Key-Issues/Kopnina-Shoreman-Ouimet/p/book/9780415529860>
- Buchmann-Duck, J., & Beazley, K. F. (2020). An urgent call for circular economy advocates to acknowledge its limitations in conserving biodiversity. *Science of The Total Environment*, 727, 138602. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.138602>
- Business Council for Sustainable Development. (2021). *Sustentabilidade* [Informativa]. BCSD Portugal. Obtido em janeiro 26, 2021, de <https://bcspdportugal.org/sustentabilidade/>
- Carvalho, F., Kunz, C., Depieri, Z., & Cercelini, R. (2005). *Prevalência da amputação em membros inferiores de causa vascular: Análise de prontuários*. Arquivos Ciências Da Saúde UNIPAR.
- Centeno, M., Gues, T., Godinho, A., & Simões, M. (2019). *Finanças, Educação, Trabalho, Solidariedade e Segurança Social e Saúde*. Gabinetes do Ministro de Estado e das Finanças, do Ministro da Educação e das Ministras do Trabalho, Solidariedade e Segurança Social e da Saúde (Diário da República, 2.<sup>a</sup> série N. 240; Despacho n.º 11936-A/2019, p. 2). Obtido de <https://files.dre.pt/2s/2019/12/240000001/0000200003.pdf>
- Centro Europeu de Ortopedia. (2017). *Próteses / CEO*. Obtido em maio 30, 2022, de <http://ceo.com.pt/proteses/>

- Completo, A., Simões, J. A., & Fonseca, F. (2005). *Prótese do Joelho: Uma Revisão de Registos Ortopédicos*. 13, 30.
- Correia, L. G., Boavida, J. M., Almeida, F., Ayala, M., Cardoso, M., Dores, J., & Raposo, J. (2014). *Diabetes: Factos e Números 2014—Relatório Anual do Observatório Nacional de Diabetes* [Mestrado].
- Costa, M. P. e. (2021, maio 13). *Economia Linear—Uma Postura Insustentável para o nosso Planeta*. BeeCircular. Obtido em maio 30, 2021, de <https://www.beecircular.org/post/economia-linear>
- De Assunção, G. M. (2019). A gestão ambiental rumo à economia circular: Como o Brasil se apresenta nessa discussão. *Sistemas & Gestão*, 14(2), 223–231. <https://doi.org/10.20985/1980-5160.2019.v14n2.1543>
- Diário da República, 2.<sup>a</sup> série. (2016). *Trabalho Solidariedade e Segurança Social Despacho n.º 7197/2016 Lista de produtos de apoio*. Obtido de : [https://www.seg-social.pt/documents/10152/14905616/despacho\\_7197\\_2016/3f9b41e0-ddfd-4ae5-827f-53b8c0055e65](https://www.seg-social.pt/documents/10152/14905616/despacho_7197_2016/3f9b41e0-ddfd-4ae5-827f-53b8c0055e65)
- Direção-Geral das Atividades Económicas. (2020). *Regime Geral de Gestão de Resíduos*. Obtido 10 de maio de 2021, de <https://www.dgae.gov.pt/servicos/sustentabilidade-empresarial/economia-circular/residuos/sistemas-especificos-de-gestao-de-residuos.aspx>
- Dyllick, T., & Hockerts, K. (2002). Beyond the business case for corporate sustainability. *Business Strategy and the Environment*, 11(2), 130–141. <https://doi.org/10.1002/bse.323>
- ECO. (2022). *Recursos naturais da Terra esgotados em 2021. A partir de hoje vivemos em défice ecológico*. ECO. Obtido em dezembro 30, 2021, de

<https://eco.sapo.pt/2021/07/29/recursos-naturais-da-terra-esgotados-em-2021-a-partir-de-hoje-vivemos-em-defice-ecologico/>

Ellen MacArthur Foundation. (2010). *Rumo-à-economia-circular: O Racional de negócio para acelerar a transição*. Obtido em maio 30, 2021, de <https://www.coursehero.com/file/66664689/Rumo-%C3%A0-economia-circular-SumarioExecutivopdf/>

Ellen MacArthur. (2015). *How the circular economy can help us achieve the Global Goals* [Informativa]. World Economic Forum. Obtido em maio 30, 2021, de <https://www.weforum.org/agenda/2015/10/how-the-circular-economy-can-help-us-achieve-the-global-goals/>

Ellen MacArthur Foundation. (2017). *Economia Circular*. Obtido em maio 30, 2021, de <https://www.ellenmacarthurfoundation.org/pt/economia-circular-1/conceito>

Ellen MacArthur Foundation. (2019). *Completando a figura: Como a economia circular ajuda a enfrentar as mudanças climáticas* (p. 62). Obtido de : <https://archive.ellenmacarthurfoundation.org/assets/downloads/Completando-a-figura-Como-a-economia-circular-ajuda-a-enfrentar-as-mudanc%CC%A7as-clima%CC%81ticas.pdf>

European Federation of Foundation Contractors. (2021). *EFFC influences FIEC response to EU Circular Economy Action Plan*. *EFFC*. Obtido em maio 25, 2021, de <https://www.effc.org/news/effc-influences-fiec-response-to-eu-circular-economy-action-plan/>

Fernandes, A. M., Monteiro, R. T., Monteiro, R., Lourenço, A., Salgueiro, R. F. S., & Costa, J. (2021). *IPCB CAMPUS, revista do Instituto Politécnico de Castelo Branco*. 1, 86.

- Feinberg, A. (2013, abril 12). *Your Dead Relative's Metal Parts Are Being Turned Into Road Signs*. Gizmodo. Obtido em maio 30, 2022, de <https://gizmodo.com/your-dead-relatives-metal-parts-are-being-turned-into-r-5994534>
- Ferreira, L. (2011, fevereiro 15). *Dedão de múmia egípcia é a prótese mais antiga conhecida*. Antigo Egito. Obtido em maio 30, 2021, de <https://antigoegito.org/dedao-de-mumia-egipcia-e-a-protese-mais-antiga-conhecida/>
- Ford, S., & Despeisse, M. (2016). Additive manufacturing and sustainability: An exploratory study of the advantages and challenges. *Journal of Cleaner Production*, 137, 1573–1587. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.04.150>
- Franco ortopedia. (2002). *Próteses e Órteses*. Obtido em maio 30, 2022, de <http://www.geocities.ws/francoortopedia/proteseconvencionalacimadojoelho.html>
- Garcia, B., & Helliker, K. (2020, março 9). *Waste that Costs an Arm and a Leg*. 2. Obtido em maio 30, 2022, de [https://www.brunswickgroup.com/media/7102/brunswickreview\\_limbs.pdf](https://www.brunswickgroup.com/media/7102/brunswickreview_limbs.pdf)
- Greenwalt, M. (2020, março 9). *Medical Recycler Provides Repurposed Prosthetics to Developing Countries* [Informativa]. Waste360. Obtido em abril 25, 2022, de <https://www.waste360.com/medical-waste/medical-recycler-provides-repurposed-prosthetics-developing-countries>
- Hijmans, J. M., Dekker, R., & Geertzen, J. H. B. (2020). Pre-operative rehabilitation in lower-limb amputation patients and its effect on post-operative outcomes. *Medical Hypotheses*, 143, 110134. <https://doi.org/10.1016/j.mehy.2020.110134>
- Holman, N., Young, R. J., & Jeffcoate, W. J. (2012). *Variation in the recorded incidence of amputation of the lower limb in England*. *Diabetologia*, 55(7), 1919–1925. <https://doi.org/10.1007/s00125-012-2468-6>

- Infinite Technologies Orthotics and Prosthetics. (2017). Below Knee Leg Prosthetics. *Infinite Technologies Orthotics and Prosthetics*. Obtido em janeiro, 8, 2022, de <https://www.infinitetech.org/below-knee-leg-prosthetics/>
- Instituto Nacional para a Reabilitação. (2020, janeiro 31). *Atestado Médico de Incapacidade Multiuso*. Obtido em janeiro, 8, 2022, de [https://www.inr.pt/resultados-de-pesquisa-/journal\\_content/56/11309/282358?p\\_p\\_auth=Vy46u9PC](https://www.inr.pt/resultados-de-pesquisa-/journal_content/56/11309/282358?p_p_auth=Vy46u9PC)
- Instituto Nacional para a Reabilitação. (2021, maio 7). *Sistema de Atribuição de Produtos de Apoio (SAPA)*. [Informativa]. Instituto Nacional para a Reabilitação Ministério do trabalho, Solidariedade e Segurança Social. Obtido em fevereiro , 12, 2022, de <https://www.inr.pt/sistema-de-atribuicao-de-produtos-de-apoio>
- ISO 10328. (2016). *Prosthetics – Structural testing of lower-limb prostheses – Requirements and test methods*. ISO. Obtido de <https://www.iso.org/cms/render/live/en/sites/isoorg/contents/data/standard/07/02/70205.html>
- Júnior, F. (2019). *A Valorização de Resíduos no Âmbito da Economia Circular na União Europeia* [Universidade de Lisboa Faculdade de Direito]. Obtido de [https://repositorio.ul.pt/bitstream/10451/41840/1/ulfd140901\\_tese.pdf](https://repositorio.ul.pt/bitstream/10451/41840/1/ulfd140901_tese.pdf)
- Jweeg, M. J., & Jaffar, J. S. (2016). Vibration Analysis of Prosthesis for the through knee Amputation. *Al-Nahrain Journal for Engineering Sciences*, 19(1), 46–55. Obtido de <https://nahje.com/index.php/main/article/view/41>
- Kripka, R., Scheller, M., & Bonotto, D. (2015). *Pesquisa Qualitativa / Documentary Research: Consideration of concepts and features on Qualitative Research*. Scribd. Obtido de <https://pt.scribd.com/document/386285875/Kripka-Scheller-e-Bonotto-2015-Pesquisa-Documental>

- Laferrier, J. Z., & Gailey, R. (2010). Advances in Lower-limb Prosthetic Technology. *Physical Medicine and Rehabilitation Clinics of North America*, 21(1), 87–110.  
<https://doi.org/10.1016/j.pmr.2009.08.003>
- Legnaioli, S. (2021). *O que é economia linear?* eCycle. Obtido em maio 30, 2022, de <https://www.ecycle.com.br/7073-economia-linear.html>
- Legs4Africa. (2017). *Legs4Africa | Charity—Getting Africa walking again*. Legs4Africa. Obtido a 15 de Março de 2022, de: <https://www.legs4africa.org/>
- Leitão, A. (2015). Economia circular: Uma nova filosofia de gestão para o séc. XXI. . . *Vol, I*, 23.
- Lemos, P. (2018). *Economia Circular como fator de resiliência e competitividade na região de Lisboa e Vale do Tejo* (Comissão de Coordenação e Desenvolvimento Regional de Lisboa e Vale do Tejo Rua Alexandre Herculano, nº37, 1250-009 Lisboa Endereço Internet [www.ccdr-lvt.pt](http://www.ccdr-lvt.pt)).
- Limbs for Life. (2022). *Limbs for life*. Limbs for Life. Obtido em abril 25, 2022, de <https://www.limbsforlife.org/about>
- Liu, H., Chen, C., Hanson, M., Chaturvedi, R., Mattke, S., & Hillestad, R. (2017). *Economic Value of Advanced Transfemoral Prosthetics*. RAND Corporation.  
<https://doi.org/10.7249/RR2096>
- Lopez-de-Andres, A., Jiménez-García, R., Aragón-Sánchez, J., Jiménez-Trujillo, I., Hernández-Barrera, V., Méndez-Bailón, M., de Miguel-Yanes, J. M., Perez-Farinos, N., & Carrasco-Garrido, P. (2015). National trends in incidence and outcomes in lower extremity amputations in people with and without diabetes in Spain, 2001–2012. *Diabetes Research and Clinical Practice*, 108(3), 499–507.  
<https://doi.org/10.1016/j.diabres.2015.01.010>

- Lovegreen, W., Murphy, D. P., Stevens, P. M., Seo, Y. I., & Webster, J. B. (2021). 10-Lower Limb Amputation and Gait. Em D. X. Cifu (Ed.), *Braddom's Physical Medicine and Rehabilitation (Sixth Edition)* (pp. 174-208.e3). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-323-62539-5.00010-2>
- Magrinho, A., Grupo Economia Circular e Ambiente, Jorge, V., Ventura, M., Gil, C., Frazão, M., Iscal, Miranda, P., & Negas, M. (2020). *A Economia Circular*. 20.
- Marks, L. J., & Michael, J. W. (2001). *Science, medicine, and the future: Artificial limbs*. *BMJ*, 323(7315), 732–735. <https://doi.org/10.1136/bmj.323.7315.732>
- Mathews, J. A., & Tan, H. (2011). Progress Toward a Circular Economy in China: The Drivers (and Inhibitors) of Eco-industrial Initiative. *Journal of Industrial Ecology*, 15(3), 435–457. <https://doi.org/10.1111/j.1530-9290.2011.00332.x>
- Matos, J. P. (2015). *Validação do questionário “Prosthesis Evaluation Questionnaire—PEQ.”* [Escola Superior de Tecnologia da Saúde de Lisboa]. Obtido de [https://repositorio.ipl.pt/bitstream/10400.21/5658/1/Valida%20do%20question%20c%20a%20rio%20Prosthesis%20Evaluation%20Questionnaire\\_PEQ.pdf](https://repositorio.ipl.pt/bitstream/10400.21/5658/1/Valida%20do%20question%20c%20a%20rio%20Prosthesis%20Evaluation%20Questionnaire_PEQ.pdf)
- Matos, J. P. F., Carolino, E., & Ramos, R. (2018). *Dados Epidemiológicos sobre amputações realizadas em Portugal entre 2000 e 2015*. Obtido de <https://repositorio.ipl.pt/bitstream/10400.21/8818/1/Dados%20epidemiol%20C%20B3gic%20os%20sobre%20amputa%20C%20A7%20C%20B5es%20realizadas%20em%20Portugal%20entre%202000%20e%202015.pdf>
- Me, R. C., Ibrahim, R., & Tahir, P. (2012). *Natural based Biocomposite Material for prosthetic socket fabrication*. 5, 8.
- Michelini, G., Moraes, R. N., Cunha, R. N., Costa, J. M. H., & Ometto, A. R. (2017). From Linear to Circular Economy: PSS Conducting the Transition. *Procedia CIRP*, 64, 2–6. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2017.03.012>

- Miller, T. A., Paul, R., Forthofer, M., & Wurdeman, S. R. (2021). The Role of Earlier Receipt of a Lower Limb Prosthesis on Emergency Department Utilization. *PM&R*, 13(8), 819–826. <https://doi.org/10.1002/pmrj.12504>
- Moreno, B. Q., Nuño, M. A. S., & Sánchez, N. D. (2020). *Design and Development of Low Cost Prosthesis*. 9. Obtido de [:https://repositorio.comillas.edu/rest/bitstreams/295994/retrieve](https://repositorio.comillas.edu/rest/bitstreams/295994/retrieve)
- Morton, E. (2015). *Object of Intrigue: The Prosthetic Iron Hand of a 16th-Century Knight*. Atlas Obscura. Obtido de <http://www.atlasobscura.com/articles/object-of-intrigue-the-prosthetic-iron-hand-of-a-16thcentury-knight>
- Mota, A. (2017). *Materials of Prosthetic Limbs*. 7. Obtido de <https://scholarworks.calstate.edu/downloads/h128ng975>
- Nestorovic, M., & Radicevic, T. D. (2019). Transition to Circular Economy. Em *Economic and Social Development (Book of Proceedings), 41st International Scientific Conference on Economic and Social Development* (Online Edition, p. 402). Aleksandra Tosovic – Stevanovic, Dragana Trifunovic, Alexander Maloletko. Obtido de <https://www.researchgate.net/profile/Bojan->
- Nurhanisah, M. H., Saba, N., Jawaid, M., & Paridah, M. T. (2017). Design of Prosthetic Leg Socket from Kenaf Fibre Based Composites. Em M. Jawaid, M. S. Salit, & O. Y. Alothman (Eds.), *Green Biocomposites* (pp. 127–141). Springer International Publishing. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-49382-4\\_6](https://doi.org/10.1007/978-3-319-49382-4_6)
- Oklahoma City Community Foundation. (2022). *Fundação Limbs for Life | Fundação Comunitária de Oklahoma City*. Obtido em abril 25, 2022, de <https://www.occf.org/lflf/>
- Oliver-Solà, J. (2010). Prosperity without Growth? – The transition to a sustainable economy. *Journal of Cleaner Production*, 18(6), 596–597. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2009.07.001>

- Opferkuch, K., Caeiro, S., Salomone, R., & Ramos, T. B. (2021). Circular economy in corporate sustainability reporting: A review of organisational approaches. *Business Strategy and the Environment*, 30(8), 4015–4036. <https://doi.org/10.1002/bse.2854>
- Ortopedia Marques & Gonçalves Lda. (2018). *Próteses Membro Inferior*. mgortopedia. Obtido em abril 25, 2022, de <http://www.mgortopedia.pt/projects-3-10>
- Pássaro, D. (2017, setembro 1). *A Gestão de Resíduos e a Economia Circular—Alterações Legislativas* [Industria e Ambiente]. Revista de Informação Técnica e Científica. Obtido em maio 30, 2021, de <https://www.industriaeambiente.pt/noticias/residuos-dulce-passaro-IA104/>
- Penta. (2021). *Penta Medical Recyclin*. Penta. Obtido em maio 30, 2022 <https://pentaprosthetics.org>
- Pitkin, M. R. (2010). Lower Limb Prosthesis. Em M. R. Pitkin, *Biomechanics of Lower Limb Prosthetics* (pp. 1–27). Springer Berlin Heidelberg. [https://doi.org/10.1007/978-3-642-03016-1\\_1](https://doi.org/10.1007/978-3-642-03016-1_1)
- Potting, J., Hekkert, M. P., Worrell, E., & Hanemaaijer, A. (2017). *Circular economy: Measuring innovation in the product chain*. PBL Publishers.
- PM&R Knowledge Now. (2017, março 2). Lower Limb Prosthetics. *PM&R KnowledgeNow*. Obtido em junho, 21, 2022, de <https://now.aapmr.org/lower-limb-prosthetics/>
- Potting, J., Nierhoff, N., Montevecchi, F., Antikainen, R., Colgan, S., Hauser, A., Günther, J., Wuttke, J., Kjær, B. J., & Hanemaaijer, A. (2017). *European Network of the Heads of Environment Protection Agencies (EPA Network)—Interest group on Green and Circular Economy Input to the European Commission from European EPAs about monitoring progress of the transition towards a circular economy in the European Union*. Obtido de <https://www.pbl.nl/sites/default/files/downloads/PBL-2017-EPA->

network-discussion-paper-monitoring-progress-of-the-circular-economy-in-the-  
EU\_2772\_0.pdf

Prosthetics For Foreign Donation. (2022). *PFFD - Prosthetics For Foreign Donation | My WordPress Blog*. Obtido em junho, 21, 2022, de <https://pffdinc.com/>

Radio-Canada. (2018, dezembro 3). *Amasser des prothèses d'occasion pour des amputés partout dans le monde*. Radio-Canada.ca; Radio-Canada.ca. Obtido em maio , 21, 2022, de <https://ici.radio-canada.ca/nouvelle/1139494/iahnijah-opaleke-winnipeg-amputation-monde-amasser-envoyer>

Renub Research. (2020). *Orthopedic Prosthetic Market Global Forecast by Products & Technology*. Renub Research Sharing Knowledge. Obtido em abril, 21, 2022, de <https://www.renub.com/orthopaedic-prosthetics-market-p.php?fbclid=IwAR1cO5rPezbx2XyZxzAbkt-Lhfjx2uEaHAfA4DiulIj2lQz1TSDIRusn9w>

República Portuguesa Ambiente. (2017). Liderar a Transição [Plano de Ação para a Economia Circular em Portugal: 2017-2020]. *Resolução do Conselho de Ministros n.º 190-A / 2017*, 62.

Rocha, A. P. (2010). *Proposta de desenvolvimento de joelho mecânico hidráulico de baixo custo para próteses endoesqueléticas* [Trabalho de Conclusão de Curso, para obtenção do grau de Bacharel, Universidade do Extremo Sul Catarinense- UNESC]. Obtido de <http://repositorio.unesc.net/bitstream/1/128/1/Alisson%20Peruck%20Rocha.pdf>

Rocha, E. (2017). Saúde e objetivos de desenvolvimento sustentável. *Revista Factores de Risco*, 45, 8. Obtido de [https://repositorio.ul.pt/bitstream/10451/31353/1/Saude\\_e\\_objetivos.pdf](https://repositorio.ul.pt/bitstream/10451/31353/1/Saude_e_objetivos.pdf)

Rocha, J. (2019). *Percepção da Realidade versus Realidade Profissional em utentes com amputação unilateral do Membro Inferior Protetizados* [Dissertação para obtenção do

- Grau de Mestre, Escola Superior de Saúde do Porto (ESS)]. Obtido de [https://recipp.ipp.pt/bitstream/10400.22/15400/1/DM\\_JackelynRocha\\_2019\\_MGO.pdf](https://recipp.ipp.pt/bitstream/10400.22/15400/1/DM_JackelynRocha_2019_MGO.pdf)
- Rosa, M. C., Fonseca, C. M., Martins, J. A., Salgado, J. M., & Figueira, M. M. (2021). As práticas de Reduzir, Reutilizar e Reciclar no Instituto Politécnico da Guarda. *Egitania Scientia*, 1(28), 205–227. <https://doi.org/10.46691/es.v1i28436>
- Royal Melbourne Hospital. (2019, dezembro 13). *Legs4Africa: Recycling prosthetic limbs for a good cause*. Obtido em junho, 25, 2022, de <https://www.thermh.org.au/news/legs4africa-recycling-prosthetic-limbs-good-cause>
- RSOpt. (2014). *Economia Circular manter o valor dos produtos o maior tempo possível e excluir os resíduos*. RSOpt. Obtido em maio, 3, 2022 [https://www.iapmei.pt/getattachment/PRODUTOS-E-SERVICOS/Industria-e-Sustentabilidade/Sustentabilidade/Economia-Circular/FolhetoEC\\_012021.pdf.aspx](https://www.iapmei.pt/getattachment/PRODUTOS-E-SERVICOS/Industria-e-Sustentabilidade/Sustentabilidade/Economia-Circular/FolhetoEC_012021.pdf.aspx)
- Sachs, M., Bojunga, J., & Encke, A. (1999). Historical Evolution of Limb Amputation. *World Journal of Surgery*, 23(10), 1088–1093. <https://doi.org/10.1007/s002689900628>
- Sariatli, F. (2017). Linear Economy Versus Circular Economy: A Comparative and Analyzer Study for Optimization of Economy for Sustainability. *Visegrad Journal on Bioeconomy and Sustainable Development*, 6(1), 31–34. <https://doi.org/10.1515/vjbsd-2017-0005>
- Scholz, M.-S., Blanchfield, J. P., Bloom, L. D., Coburn, B. H., Elkington, M., Fuller, J. D., Gilbert, M. E., Muflahi, S. A., Pernice, M. F., Rae, S. I., Trevarthen, J. A., White, S. C., Weaver, P. M., & Bond, I. P. (2011). The use of composite materials in modern orthopaedic medicine and prosthetic devices: A review. *Composites Science and Technology*, 71(16), 1791–1803. <https://doi.org/10.1016/j.compscitech.2011.08.017>

- Serviços Partilhados do Ministério da Saúde. (2020). *O que é o Regime Livre – ADSE* [Página informativa]. adse Instituto Público de Gestão Participada. Obtido em maio, 3, 2022, de <https://www2.adse.pt/reembolsos/o-que-e-o-regime-livre/>
- Serviços Sociais. (2018). *Tabela de Comparticipações*. Obtido de [https://www.sscml.pt/wp/wp-content/uploads/2020/01/TABELA\\_COMPARTICIAIPACOES\\_2018.pdf](https://www.sscml.pt/wp/wp-content/uploads/2020/01/TABELA_COMPARTICIAIPACOES_2018.pdf)
- Silva, C. I. R. (2014). *Sustentabilidade à portuguesa: Hábitos de consumo* [Dissertações de Mestrado, Universidade Lusófona do Porto]. <https://recil.ensinulusofona.pt/handle/10437/5864>
- Simões, M., & Rodrigues, R. (2017). *Prescrição de Produtos de Apoio Circular Normativa Conjunta n.º2 ACSS/SPMS*. Obtido de [https://www.acss.min-saude.pt/wp-content/uploads/2016/09/Circular\\_Normativa\\_Conjunta\\_2\\_2017\\_ACSS\\_SPMS.pdf](https://www.acss.min-saude.pt/wp-content/uploads/2016/09/Circular_Normativa_Conjunta_2_2017_ACSS_SPMS.pdf)
- Sinistore, J. (2017, dezembro 13). *Romper com o pensamento linear: Avaliação do ciclo de vida e economia circular Cena verde*. <http://us.wsp-pb.com/blogs/green-scene/lca/breaking-free-from-linear-thinking-life-cycle-assessment-and-circular-economy/?fbclid=IwAR3KWZDMckx02vC7pfda6BASMmjgwCsjd6SYI9S1A78mz0w5kPPC1Jl5qMI>
- Sociedade Portuguesa de Diabetologia. (2015). *Diabetes: Factos e Números – O Ano de 2015 – Relatório Anual do Observatório Nacional da Diabetes (Ed. 2016)* (p. 68) [Relatório Anual]. Observatório Nacional da Diabetes. Obtido de [https://www.sns.gov.pt/wp-content/uploads/2017/03/OND-2017\\_Anexo2.pdf](https://www.sns.gov.pt/wp-content/uploads/2017/03/OND-2017_Anexo2.pdf)
- Serviço Nacional de Saúde & Administração Central do Sistema de Saúde. (2022). *Produtos de Apoio*. ACSS. Obtido em junho 30, 2021, de <https://www.acss.min-saude.pt/2016/09/15/ajudas-tecnicas/>

- Stackelberg, M. von. (2018, dezembro 3). *10-year-old reaches out to other prosthetic users around the world by repurposing used artificial limbs* / *CBC News*. CBC. Obtido em maio 30, 2021, de <https://www.cbc.ca/news/canada/manitoba/winnipeg-prosthetics-recycling-1.4928374>
- Stahel, W. (2010). *The Performance Economy* (2.<sup>a</sup> ed.). Springer. London: Palgrave MacMillan.
- Stahel, W. R. (1986, agosto 4). The Functional Economy: Cultural and Organizational Change. «*Hidden innovation*» em: *Science & Public Policy, London, 13*(4). Obtido de <http://product-life.org/en/archive/the-functional-economy-cultural-and-organizational-change>
- Standing With Hope. (2022). *Recycle Limbs—Standing With Hope*. Obtido em março 30, 2022, de <https://www.standingwithhope.com/recycle/>
- Stewart, R., & Niero, M. (2018). Circular economy in corporate sustainability strategies: A review of corporate sustainability reports in the fast-moving consumer goods sector. *Business Strategy and the Environment, 27*(7), 1005–1022. <https://doi.org/10.1002/bse.2048>
- Strait, E. (2006). *Prosthetics in Developing Countries*. 41. Obtido de <http://www.doc-developpement-durable.org/file/sante-hygiene-medecine/handicaps/Protheses-Propylene/DevelopingCountries.pdf>
- Swain, F. (2014, março 11). *What happens to prosthetics and implants after you die?* Obtido em maio 14, 2021, de <https://www.bbc.com/future/article/20140311-body-parts-that-live-after-death>
- Temido, M., & Rodrigues, R. (2017). *Circular Normativa Conjunta n.º2 ACSS/SPMS Prescrição de Produtos de Apoio*. ACSS e SPMS. Obtido de : [http://accsinternet-qua2.azurewebsites.net/wp-content/uploads/2016/09/Circular\\_Normativa\\_Conjunta\\_2\\_2017\\_ACSS\\_SPMS.pdf](http://accsinternet-qua2.azurewebsites.net/wp-content/uploads/2016/09/Circular_Normativa_Conjunta_2_2017_ACSS_SPMS.pdf)

- Tesia, R. (2022, março 9). *Charity travels 950 miles to pick up 600 discarded prosthetic legs*. HullLive. Obtido em outubro 14, 2021, de <https://www.bristolpost.co.uk/news/uk-world-news/charity-rescues-600-discarded-prosthetic-6777863>
- The International Society for Prosthetics and Orthotics. (2006). *Prosthetics and Orthotics Programme Guide*. 38. Obtido de <https://www.motivation.org.au/wp-content/uploads/2016/02/po-programme-guide-final-version.pdf>
- Thurston, A. J. (2007). Paré and prosthetics: The early history of artificial limbs. *ANZ Journal of Surgery*, 77(12), 1114–1119. <https://doi.org/10.1111/j.1445-2197.2007.04330.x>
- Vaish, A., & Vaish, R. (2018). 3D printing and its applications in Orthopedics. *Journal of Clinical Orthopaedics and Trauma*, 9, S74–S75. <https://doi.org/10.1016/j.jcot.2018.02.003>
- Vilela, C. (2018). *APCER - Sustentabilidade e a Economia Circular*. Obtido em março, 8, 2021, de <https://apcergroup.com/pt-br/newsroom/218/sustentabilidade-e-a-economia-circular>
- World Health Organization. (2017). *WHO standards for prosthetics and orthotics*. Geneva: World Health Organization. Licence: CC BY-NC-SA 3.0 IGO. ISBN 978-92-4-151248-0. Obtido em março, 8, 2021, de [https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/259209/9789241512480-part1-eng.pdf?fbclid=IwAR1a7D87ZvHtmoVQK-uKKg84CstwRnZ\\_90Gi8VK3TJ91unCnFcZ3DtvU\\_U](https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/259209/9789241512480-part1-eng.pdf?fbclid=IwAR1a7D87ZvHtmoVQK-uKKg84CstwRnZ_90Gi8VK3TJ91unCnFcZ3DtvU_U)
- Zhang, S. (2014, março 11). *How Implants and Prosthetic Limbs Get Recycled and Reused*. Gizmodo. Obtido em Fevereiro, 8, 2022, de <https://gizmodo.com/how-implants-and-prosthetic-limbs-get-recycled-and-reus-1541444523>