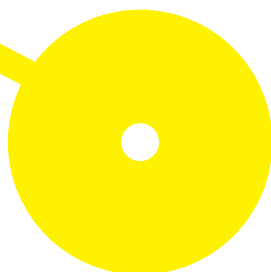




Riscos ambientais e ocupacionais na gestão de resíduos: uma análise bibliométrica e revisão sistemática da literatura

Mariana Sofia Ribeiro Sousa

09/2023





Riscos ambientais e ocupacionais na gestão de resíduos: uma análise bibliométrica e revisão sistemática da literatura

Autor

Mariana Sofia Ribeiro Sousa

Orientador(es)

Professora Doutora Matilde Rodrigues/ Escola Superior de Saúde, Instituto Politécnico do Porto

Professor Doutor Edgar Pinto/ Escola Superior de Saúde, Instituto Politécnico do Porto

Professora Doutora Piedade Barros/ Escola Superior de Saúde, Instituto Politécnico do Porto

Dissertação apresentada(o) para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em **Higiene e Segurança nas Organizações** pela Escola Superior de Saúde do Instituto Politécnico do Porto.

Agradecimentos

Gostaria de expressar minha sincera gratidão a todos os que tornaram possível a realização desta dissertação.

Em primeiro lugar, agradeço aos meus pais pelo amor e apoio incondicional durante toda a minha jornada acadêmica.

Agradecer à Professora Matilde Rodrigues pela sua orientação constante, apoio e paciência. Agradecer também ao Professor Edgar Pinto pelas sugestões e orientação para melhoria do trabalho.

Agradecer à Márcia e Tânia por toda a paciência e por terem ouvido todos os meus desabafos e frustrações.

Por fim, agradecer ao CISA, em especial ao Professor Agostinho Cruz e à Professora Piedade Barros, pela oportunidade de, enquanto bolseira, adquirir conhecimentos sem os quais não teria conseguido levar esta dissertação até ao final.

Obrigada!

Resumo:

A gestão de resíduos é uma atividade essencial para a sociedade. Esta compreende diversos processos com potencial para causar danos no ambiente, na saúde da população e na segurança e saúde dos trabalhadores. Assim, é importante conhecer e sistematizar os principais fatores de risco associados às diferentes atividades do setor de gestão de resíduos, bem como os potenciais efeitos na saúde. O presente trabalho pretendeu sistematizar os fatores de risco decorrentes dos processos de gestão de resíduos, para o ambiente, saúde da população e segurança e saúde dos trabalhadores. Além disso, teve como propósito identificar lacunas de conhecimento, para as quais será importante preparar pesquisas futuras.

Foi realizada uma análise bibliométrica e uma revisão sistemática orientada pela metodologia PRISMA 2020. Para complementar, os artigos foram avaliados quanto à sua qualidade através de uma lista de verificação.

Através da análise bibliométrica foi possível verificar que o número de estudos neste âmbito tem vindo a aumentar, com especial ênfase nos últimos 5 anos. Com esta análise foi ainda possível identificar que países como os Estados Unidos da América têm uma contribuição notável através da publicação de um maior número de estudos neste tema. Na revisão sistemática foram analisados 30 estudos, 22 dos quais observacionais. A partir destes foi possível identificar e categorizar fatores de risco físicos, químicos, biológicos, mecânicos, psicossociais e organizacionais. Foi ainda relevante destacar que os fatores sociodemográficos dos trabalhadores do setor da gestão de resíduos têm uma grande influência na perceção dos riscos e, conseqüentemente, nos potenciais danos que podem decorrer dos mesmos. Adicionalmente, denotou-se o impacto dos fatores de risco químico no ambiente e saúde da população. Os resultados obtidos são consistentes com estudos efetuados noutros setores da sociedade relativamente aos riscos identificados e ainda às características bibliométricas destacadas.

O presente trabalho permitiu identificar e sistematizar os fatores de risco e riscos associados ao setor da gestão de resíduos de modo a constituir uma ferramenta base para orientar os diversos *stakeholders* na elaboração de guias para a gestão de riscos do setor. Assim, foi possível identificar os pontos nos quais o setor da gestão de resíduos precisa implementar medidas eficazes para minimizar os riscos que decorrem da realização dos seus processos.

Palavras-chave: Impactes; resíduos; riscos; perigos; trabalhadores; sustentabilidade.

Abstract:

Waste management is an essential activity for society, encompassing various processes with the potential to cause harm to the environment, public health and the safety and health of workers. It is a sector aimed at managing the treatment of materials discarded by all other sectors of society, thus being associated with a vast array of risk factors, owing to the complexity of its operations. This study aims to systematize the risk factors arising from waste management processes, affecting the environment, public health, and the safety and health of workers. Additionally, it aims to identify knowledge gaps, which will be essential for guiding future research.

This study conducted a bibliometric analysis and a systematic review guided by the PRISMA methodology. In addition to this, articles were assessed for their quality using a checklist.

Through the bibliometric analysis, it was possible to observe that the number of studies in this field has been increasing, particularly in recent years. This analysis also revealed that countries such as the United States of America have made notable contributions by publishing a higher number of studies in this area. In the systematic review, 30 studies were analyzed, 22 of which were observational. From these studies, it was possible to identify and categorize physical, chemical, biological, mechanical, psychosocial, and organizational. It is also important to highlight that the sociodemographic factors of workers in the waste management sector have a significant influence on risk perception and, consequently, on the potential harm that may result from them. The results obtained are consistent with studies conducted in other sectors of society regarding the identified risks and the highlighted bibliometric characteristics.

This study has enabled the identification and systematization of risks associated with the waste management sector, serving as a foundational tool for guiding various stakeholders in the development of risk management guides for the sector. Thus, it is possible to discern the specific areas in which the waste management sector needs to implement effective measures to minimize the risks arising from its processes. This study contributes to a profound understanding of the risk factors associated with the operations performed in waste management.

Keywords: Hazards; impacts; risks; sustainability; waste; workers.

Índice

1.	Introdução.....	1
1.1.	Objetivos	3
1.2.	Estrutura da Dissertação.....	3
2.	Resíduos.....	4
2.1.	Tipologias de Resíduos	4
2.1.1.	Resíduos Urbanos	6
2.1.2.	Resíduos Não Urbanos.....	7
2.2.	Legislação e Regulamento Geral da Gestão de Resíduos	9
2.3.	Atividades de Gestão de Resíduos	10
2.4.	Riscos ocupacionais e ambientais.....	12
2.5.	Legislação – Segurança e Saúde no Trabalho	15
3.	Metodologia	17
3.1.	Análise Bibliométrica	17
3.2.	Revisão Sistemática.....	18
3.2.1.	Estratégia de pesquisa	18
3.2.2.	Critérios de Inclusão/Exclusão.....	19
3.2.3.	Screening criteria	19
3.2.4.	Avaliação do Risco de Viés	20
4.	Resultados.....	21
4.1.	Análise Bibliométrica	21
4.1.1.	Co-occurrence Keywords.....	21
4.1.2.	Bibliographic Coupling - Sources	24
4.1.3.	Bibliographic coupling – Countries	26
4.2.	Revisão Sistemática.....	28
4.2.1.	Agentes Químicos	35
4.2.2.	Agentes Físicos	38
4.2.3.	Agentes Biológicos	39
4.2.4.	Fatores de Risco relacionados com o desenvolvimento de LMERT	41
4.2.5.	Fatores de Risco Psicossocial.....	41
5.	Discussão.....	43

6.	Conclusão.....	48
6.1.	Limitações	49
6.2.	Pespetivas Futuras.....	49
7.	Referências Bibliográficas	50
8.	Anexos	57
8.1.	Anexo I - Equação de Pesquisa Análise Bibliométrica.....	57
8.2.	Anexo II - Estratégia de Pesquisa Revisão Sistemática	58
8.2.1.	ScienceDirect	58
8.2.2.	Web of Science	58
8.2.3.	EBSCOhost.....	60

Índice de Tabelas

Tabela 1: Técnicas efetuadas na análise bibliométrica com o VOSViewer	17
Tabela 2: Palavras-chave e sinónimos utilizadas na revisão sistemática	18
Tabela 3: Palavras-chave mais utilizadas nas publicações sobre riscos da gestão de resíduos .	23
Tabela 4: Revistas mais citadas no âmbito dos riscos da gestão de resíduos	25
Tabela 5: Países mais referidos em publicações sobre os riscos da gestão de resíduos.....	27
Tabela 6: Resumo dos resultados obtidos a partir da revisão sistemática	29

Índice de Figuras

Figura 1: Resíduos produzidos por tipo de tratamento a nível europeu	4
Figura 2: Resíduos produzidos por tipo de tratamento em Portugal	5
Figura 3: Tipologias de resíduos	6
Figura 4: Processo de gestão de resíduos	11
Figura 5: Hierarquia de gestão de resíduos.....	11
Figura 6: Distribuição temporal das publicações no âmbito dos riscos da gestão de resíduos	21
Figura 7: Resultados da aplicação da técnica co-ocorrência keywords.....	22
Figura 8: Resultados da aplicação da técnica co-ocorrência keywords- destaque.....	23
Figura 9: Resultados da aplicação da técnica Bibliographic coupling - Sources.....	25
Figura 10: Resultados da aplicação da técnica Bibliographic coupling - Countries	26
Figura 11: Aplicação do fluxograma da metodologia PRISMA 2020.....	28
Figura 12: Resumo dos fatores de risco e efeitos decorrentes da exposição aos mesmos, de acordo com a tipologia de resíduo	42

Siglas, Abreviaturas e Acrónimos

AFB1: Aflatoxina B1

COV: Compostos Orgânicos Voláteis

EPI: Equipamento de Proteção Individual

GEE: Gases com efeito de estufa

JB1: *Joanna Briggs Institute*

LMERT: Lesões Musculoesqueléticas Relacionadas com o Trabalho

MMC: Movimentação Manual de Cargas

ODS: Objetivos do Desenvolvimento Sustentável

OMS: Organização Mundial de Saúde

PAH: *Polycyclic Aromatic Hydrocarbons*

PERNU: Plano Estratégico para os Resíduos Não Urbanos

PERSU: Plano Estratégico para os Resíduos Sólidos Urbanos

PNGR: Plano Nacional de Gestão de Resíduos

PRISMA: *Preferred Reporting Items for Systematic reviews and Meta-Analyses*

REEE: Resíduos de Equipamentos Elétricos e Eletrónicos

RGGR: Regime Geral da Gestão de Resíduos

RU: Resíduos Urbanos

SST: Segurança e Saúde no Trabalho

UE: União Europeia

VFV: Veículos em Fim de Vida

VLE: Valor Limite de Exposição

1. Introdução

O desenvolvimento da sociedade acarreta inúmeros benefícios para a população, não podendo, em momento algum, caracterizar-se como algo negativo. No entanto, esta evolução, associada ao progresso tecnológico e industrial, é passível de causar prejuízos significativos no ambiente e na saúde humana. Para evitar esses danos, é necessário proporcionar a estas questões a relevância e os cuidados necessários, minimizando os riscos que podem originar problemas para a sustentabilidade da vida humana (Odehawi et al., 2013). A ausência de procedimentos regidos por políticas de desenvolvimento sustentável leva a que as gerações futuras possam não ter acesso aos mesmos recursos que estão disponíveis atualmente (Jerie, 2016). Posto isto, é necessário tomar as devidas precauções no que diz respeito à promoção da sustentabilidade, proporcionando um incremento na qualidade, quer da vida da população quer do ambiente que lhe está inteiramente relacionado (Jerie, 2016).

O setor da gestão de resíduos desempenha um papel crucial na sociedade moderna. O crescimento populacional, associado ao aumento da industrialização, resulta num aumento absurdo na produção de resíduos. Esses, quando não são tratados corretamente, acarretam inúmeros danos para a saúde e segurança das populações, bem como para o ambiente (Tshivhase et al., 2022). As consequências negativas dos resíduos para a segurança e saúde não resultam apenas da ausência de um fim de vida adequado. As práticas, processos e condições de tratamento podem ter implicações negativas, não só para o ambiente, mas também para a segurança e saúde dos trabalhadores do setor e das pessoas que habitam nas proximidades de indústrias de gestão de resíduos (Kageyama et al., 2022; Odehawi et al., 2013).

Os trabalhadores que lidam diretamente com os processos associados à gestão de resíduos estão expostos a diversos riscos, uma vez que lidam diretamente com os resíduos produzidos por todos os setores da sociedade, o que se reflete na elevada taxa de acidentes de trabalho e doenças profissionais (Arman et al., 2022). Por outro lado, as empresas de gestão de resíduos estão frequentemente associadas a diversos impactos ambientais. Os impactos podem estender-se por longos caminhos, visto que a contaminação dos solos pode ser transferida para a água que segue o seu percurso natural, aumentando significativamente as consequências (Diana et al., 2018).

Face ao exposto, revela-se de extrema importância organizar os processos de gestão de resíduos de modo a garantir condições que não acarretem prejuízos para a segurança e saúde dos trabalhadores nem para o ambiente (Cruvinel et al., 2019). O cumprimento dos Objetivos do

Desenvolvimento Sustentável (ODS), que abordam as várias dimensões do desenvolvimento sustentável – sociedade, ambiente e economia, está dependente da melhoria dos processos de gestão de resíduos (Ansar et al., 2021; Asibey et al., 2019; Karimian et al., 2021; Viegas et al., 2022).

As características dos resíduos são alteradas com as mudanças no estilo de vida da comunidade quer no que diz respeito à sua tipologia, quer às quantidades produzidas. Assim, no decorrer do desenvolvimento da sociedade, a quantidade e a diversidade de substâncias/ produtos químicos presentes tem aumentado drasticamente ao longo dos últimos anos.

Os efeitos na saúde resultantes da exposição a longo prazo são difíceis de avaliar, especialmente quando as concentrações dos poluentes resultantes dos processos de gestão de resíduos, são baixas e existem várias vias de exposição. As práticas de gestão de resíduos variam de país para país, de acordo com considerações económicas e com o tipo de resíduos a tratar (Giusti, 2009). A todos os processos de gestão de resíduos podem estar associados problemas de saúde, seja diretamente, através da exposição a substâncias perigosas ou emissões da incineração/ aterros, presença de vermes, odores intensos ou ruído excessivo, ou indiretamente, por via de ingestão de água, solo ou alimentos contaminados (Giusti, 2009).

A importância de uma revisão sistemática prende-se com o facto de resumir toda informação relevante, seguindo um protocolo rigoroso de recolha da informação científica. Embora se saiba que os trabalhadores estão expostos a vários riscos e que os processos de gestão de resíduos têm diferentes impactes no ambiente, atualmente não existe nenhuma revisão sistemática que faça a compilação desta informação de uma forma integrada. Assim, este trabalho pretende agrupar a informação de modo a proporcionar aos diversos decisores e *stakeholders* informação sistematizada que possam consultar e desenvolver documentos de apoio ao setor.

Este trabalho compreende a elaboração de uma revisão sistemática da literatura sobre os fatores de risco associados ao setor da gestão de resíduos quer para a Segurança e Saúde no Trabalho (SST) quer para o ambiente. Paralelamente, o trabalho envolve uma análise bibliométrica. Esta é útil para decifrar e mapear o conhecimento científico acumulado bem como as nuances evolutivas de uma determinada área de investigação bem estabelecidas, atribuindo um significado a grandes volumes de dados não estruturados de forma rigorosa (Donthu et al., 2021).

1.1. Objetivos

Objetivo Geral:

- Identificar os principais fatores de risco e riscos ambientais, ocupacionais e para a saúde pública, associados ao setor da gestão de resíduos através de uma análise bibliométrica e de uma revisão sistemática da literatura.

Questões de Investigação:

- [1]. Quais são os principais fatores de risco e riscos ambientais, ocupacionais e para a saúde pública originados pela gestão de resíduos?
- [2]. Qual é o impacto dos riscos originados pelo setor de gestão de resíduos no ambiente, saúde e segurança, nomeadamente para os trabalhadores do setor?
- [3]. Com base na análise bibliométrica, quais são as tendências de investigação e relações conceituais no âmbito dos riscos do setor da gestão de resíduos?

1.2. Estrutura da Dissertação

Esta dissertação apresenta uma análise bibliométrica e uma revisão sistemática da literatura com o propósito de identificar os principais fatores de risco para a saúde, segurança e o ambiente associados ao setor da gestão de resíduos. Inicia-se com uma introdução geral, seguida do objetivo do trabalho. Posteriormente é apresentado um enquadramento teórico que inclui a legislação, dados estatísticos e conceitos relevantes para o tema. Em seguida é especificada a metodologia, seguida dos resultados e discussão. Por fim, é apresentada a conclusão e as referências bibliográficas. No último capítulo são incluídos anexos relevantes.

2. Resíduos

2.1. Tipologias de Resíduos

O Decreto-Lei n.º 102-D/2020, de 10 de dezembro, define resíduo como “qualquer substância ou objeto do qual o detentor se desfaz ou tem a intenção ou obrigação de se desfazer”.

A nível europeu, são produzidos, cerca de 2 mil milhões toneladas de resíduos por ano, sendo Portugal responsável por menos de 1% desse valor, com 14 992 608 toneladas. Em 2020 (data mais recente com dados disponibilizados pelo Eurostat), a nível europeu foram produzidas aproximadamente 2 mil milhões toneladas de resíduos, dos quais 74 330 000 (aproximadamente 4%) são categorizados como perigosos, e os restantes 96% como não perigosos. A Figura 1 representa gráficamente a percentagem de resíduos produzidos por tipo de tratamento para o total de resíduos produzidos e para os resíduos perigosos.

Resíduos produzidos por tipo de tratamento a nível europeu

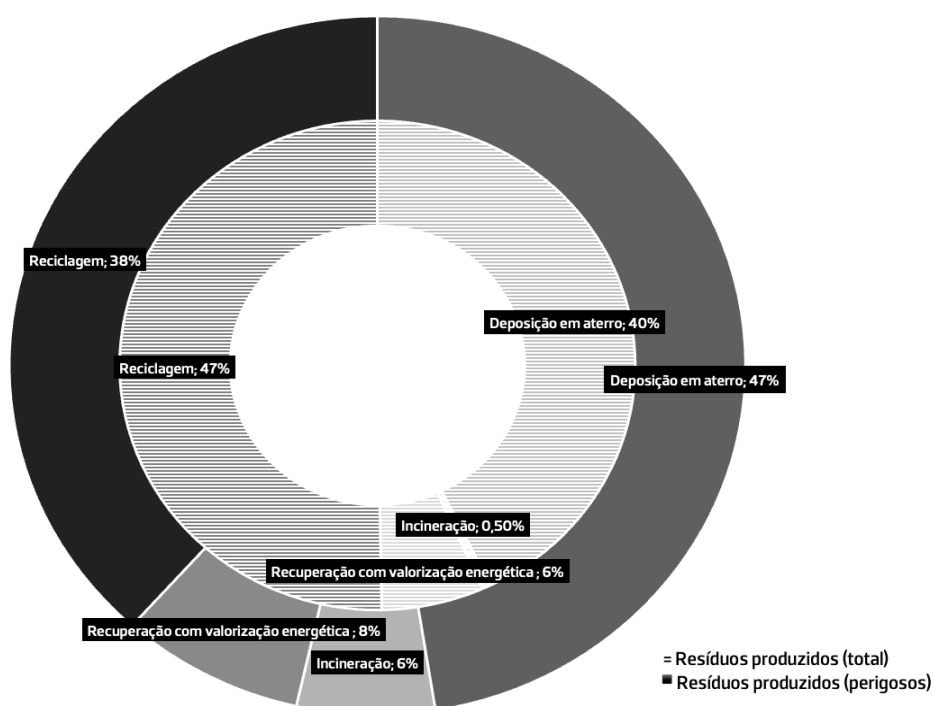


Figura 1: Resíduos produzidos por tipo de tratamento a nível europeu

Transpondo estes dados para o panorama nacional, em 2020 foram produzidas 10.916.902 toneladas de resíduos. A Figura 2 representa gráficamente a percentagem de resíduos produzidos por tipo de tratamento para o total de resíduos produzidos e para os resíduos perigosos.

Resíduos produzidos por tipo de tratamento em Portugal

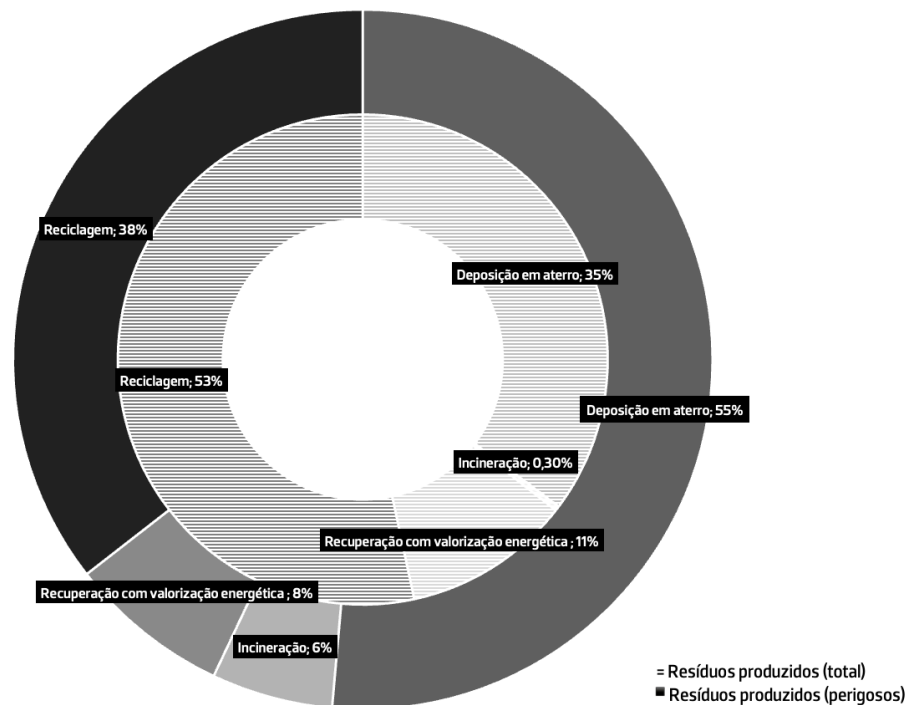


Figura 2: Resíduos produzidos por tipo de tratamento em Portugal

Em 2020, a nível europeu existiam 6164 aterros, dos quais 304 para resíduos perigosos. Para incineração existiam 548 infraestruturas enquanto que para valorização energética existiam 2759 instalações. Existiam ainda 200 225 estabelecimentos de reciclagem. Portugal, por sua vez, possuía 45 aterros, dos quais 3 para resíduos perigosos. Abarcava ainda, 11 instalações de recuperação energética e 251 infraestruturas de reciclagem. Em 2020, Portugal não detinha instalações de incineração (EUROSTAT, 2022).

De acordo com o Regime Geral da Gestão de Resíduos (RGGR), os resíduos podem ser divididos em urbanos e não urbanos, sendo os urbanos os que provém das habitações e os que são similares e estes. Os não urbanos englobam todos os resíduos que não se enquadram na classificação anterior. Existem também diversos fluxos específicos de resíduos que incluem resíduos de carácter especial com um enquadramento legal específico. A Figura 3 resume as tipologias de resíduos estabelecidas pelo Decreto-Lei n.º 102-D/2020, de 10 de dezembro.

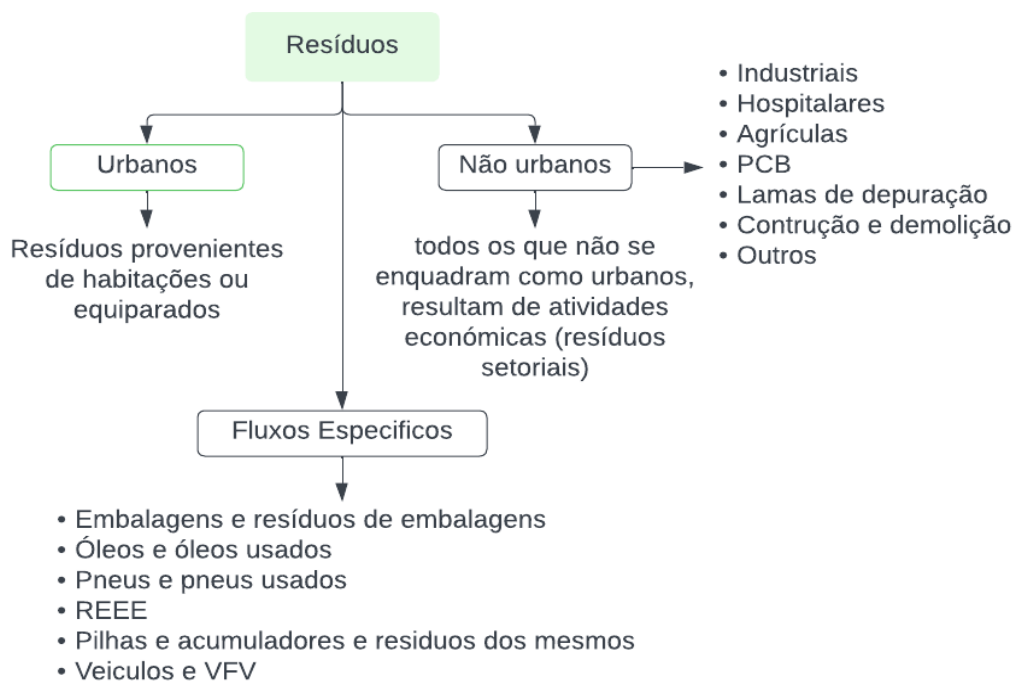


Figura 3: Tipologias de resíduos

2.1.1. Resíduos Urbanos

Os resíduos urbanos (RU) são produzidos e a sua gestão compreende diversas fases como a recolha, o transporte, a reciclagem e as operações de eliminação. Existem riscos associados a todas as etapas de gestão (Venkataraman et al., 2022).

Os RU são constituídos predominantemente por matéria orgânica que se encontra carregada de microrganismos (bactérias, vírus e fungos), endotoxinas e substâncias químicas tóxicas. Os trabalhadores envolvidos nos processos de gestão de resíduos apresentam uma incidência elevada de doenças inflamatórias e alérgicas (Tshivhase el al., 2022).

Por outro lado, os trabalhadores estão expostos ao risco de desenvolvimento de Lesões Musculoesqueléticas Relacionadas com o Trabalho (LMERT), devido à exposição a fatores de risco relacionados com o manuseamento de cargas pesadas e instáveis (Tshivhase el al., 2022). Os sintomas músculoesqueléticos dos trabalhadores do setor da gestão de resíduos estão associados à longa duração do trabalho (trabalhar há muitos anos no setor), falta de controlo no trabalho desempenhado, a natureza do trabalho (fisicamente exigente, envolve levantar, puxar, empurrar cargas pesadas bem como, atividades de flexão e torção frequentes e caminhar por longas distâncias) (Reddy & Yasorbant, 2015).

É muito relevante promover boas práticas de higiene e uma hidratação regular, de modo a manter o bom funcionamento do organismo e não agravar os possíveis efeitos que podem advir na saúde dos trabalhadores (Wassiem et al., 2021). O estatuto socioeconómico e nível de escolaridade mais baixo dificulta a promoção de boas práticas de higiene e de hidratação. É importante aplicar métodos preventivos para controlar os efeitos adversos na saúde e no ambiente decorrentes do trabalho no setor da gestão de resíduos (Arman et al., 2022). As empresas do setor podem reduzir os impactos adversos na saúde dos trabalhadores através da promoção de relações de trabalho saudáveis e sustentáveis (Kageyama et al., 2022).

2.1.2. Resíduos Não Urbanos

Resíduos Hospitalares

Os resíduos resultantes da prestação de cuidados de saúde, podem ser muito diversos e conter elementos que comportam riscos para a saúde, segurança e ambiente, nomeadamente durante as operações de manuseamento. De facto, a gestão e tratamento desadequado, deste tipo de resíduos pode provocar danos no ambiente, bem como colocar em risco os trabalhadores da área da saúde, os pacientes e suas famílias, bem como o público em geral. Assim, a gestão adequada destes resíduos é crucial para o desenvolvimento sustentável (Akni & Chaib, 2020; Shiferaw et al, 2012).

A segregação dos resíduos hospitalares baseia-se na divisão dos mesmos em quatro grupos distintos (Despacho n.º 242/96, de 13 de agosto):

- Grupo 1: resíduos equiparados a urbanos – são aqueles que não apresentam exigências especiais no seu tratamento;
- Grupo 2: resíduos hospitalares não perigosos – são aqueles que não necessitam de um tratamento específico podendo ser equiparados a urbanos;
- Grupo 3: resíduos hospitalares de risco biológico – resíduos contaminados ou suspeitos de contaminação;
- Grupo 4: resíduos hospitalares de risco específico – resíduos de vários tipos de incineração obrigatória.

Deste modo, os resíduos hospitalares podem ser: infecciosos (contaminados com sangue, resíduos provenientes de pacientes infetados, amostras de diagnóstico, animais de laboratório infetados, equipamentos contaminados); anatómicos; corto-perfurantes; produtos farmacêuticos e

químicos; produtos radioativos; resíduos contendo metais pesados. De ressaltar que os acidentes associados a corto-perfurantes podem causar doenças infecciosas (Akni & Chaib, 2020; Shiferaw et al, 2012).

As principais falhas no setor da gestão de resíduos caracterizam-se por (Akni & Chaib, 2020; Shiferaw et al, 2012):

- Falta de informação/formação por parte dos profissionais;
- Fraca gestão de resíduos;
- Protocolos de separação inexistentes ou inadequados;
- Exposição do pessoal da limpeza a acidentes com fluidos corporais.

A gestão destes resíduos não está suficientemente organizada, o que coloca em risco os trabalhadores e a população. Por fim, é crucial promover a redução da quantidade de resíduos produzidos e implementar técnicas/procedimentos de gestão adequados (Akni & Chaib, 2020).

Em situações de exposição, o uso de Equipamento de Proteção Individual (EPI) (máscaras FFP3, calçado de segurança, vestuário de proteção e luvas) minimiza a exposição ao risco. Para além disso, medidas estruturais como a ventilação eficaz dos espaços são cruciais. Reduzir a exposição, diminuindo o número de horas que os trabalhadores passam nas condições desfavoráveis, é também uma medida relevante (Bragoszewska, 2019).

Resíduos de Equipamentos Elétricos e Eletrónicos

Os Resíduos de Equipamentos Elétricos e Eletrónicos (REEE) são uma ameaça para a saúde humana e para o ambiente. No caso do solo, este pode ser contaminado através dos processos de gestão de resíduos, devido à libertação de elementos tóxicos, como metais pesados (Arya et al., 2021). Esta tipologia de resíduos é uma das que requer a implementação de metodologias que apresentem uma boa relação custo-eficácia (Arya et al., 2021).

Os processos de reciclagem, desmantelamento e incineração de REEE originam riscos ambientais e humanos significativos. Os REEE são um problema emergente devido à elevada toxicidade dos seus constituintes e ao facto de não serem biodegradáveis. Desse modo, a incineração ou deposição em aterro de REEE representa um risco sério para a saúde devido aos materiais perigosos que contêm (Rafeeq et al., 2020). O rápido crescimento económico e o desenvolvimento da sociedade originaram uma grande variedade de elementos metálicos a contaminar os solos, ameaçando o ambiente e a saúde humana (Giusti, 2009). A exposição

crónica a metais pesados tem consequências graves para a saúde, como aumento da incidência de doenças oncológicas, cardiovasculares e neurodegenerativas (Zhao et al., 2022).

Os REEE são prejudiciais para a saúde e para o ambiente pois podem contaminar o solo através da libertação de elementos tóxicos, como metais, durante os processos de manuseamento. Os trabalhadores estão expostos a riscos ocupacionais que são reforçados pela falta de informação, formação e de utilização de EPI adequados. A exposição aos metais pode ocorrer por inalação, contacto dérmico, absorção de substâncias tóxicas ou ingestão de alimentos ou água contaminados. Neste caso, é necessária uma abordagem sustentável para minimizar a toxicidade da exposição a longo prazo e a consequente acumulação destes no ambiente (Arya et al., 2021). Os trabalhadores precisam de ser informados e compreender os riscos a que estão expostos durante a realização das suas tarefas. Neste aspeto, os empregadores devem providenciar uma comunicação de risco eficaz, de modo que os trabalhadores, com níveis de escolaridade mais baixos, possam compreender e tomar as devidas providências para garantir que a sua saúde não é afetada (Asibey et al., 2019).

2.2. Legislação e Regulamento Geral da Gestão de Resíduos

O setor da gestão de resíduos apresenta inúmeros desafios no que diz respeito aos impactos que origina, no ambiente e na saúde. É um setor que apresenta vários requisitos legais, quer no âmbito da SST quer ao nível ambiental. Posto isto, é deveras relevante que sejam aplicados instrumentos legais para restringir a atividade de modo a minimizar os riscos. Estes documentos possibilitam a penalização das empresas que não cumpram com os requisitos legais, através de coimas e taxas, de modo a incentivar a redução dos resíduos produzidos, apostando na reutilização dos produtos. São apresentados, em seguida, alguns documentos legais válidos em Portugal, que transpõem as Diretivas emanadas pela União Europeia (UE).

Os países pouco desenvolvidos possuem poucos ou nenhuns regulamentos neste âmbito, prejudicando severamente a saúde pública e ambiental. A ausência de legislação adequada e restritiva, a fraca implementação de sistemas de coimas e a falta de fiscalização em alguns países pouco desenvolvidos demonstra-se como determinante nos prejuízos causados por este setor. Pelo contrário, quando são aplicadas coimas e diretivas exigentes, quer do ponto de vista ambiental quer do ponto de vista da SST, os prejuízos diminuem e as empresas acabam por cumprir muitas vezes de forma escrupulosa, o que lhes é imposto. A implementação de políticas rígidas resulta numa redução dos riscos, no entanto, nunca os elimina mesmo que exista um

sistema muito bem implementado. Portanto, a avaliação contínua dos riscos não pode ser descurada. A importância de avaliar os riscos resulta da necessidade de implementação de medidas para os reduzir e a posterior avaliação da efetividade das mesmas é crucial para o desenvolvimento sustentável do setor (Rakib et al., 2021).

O Decreto-Lei n.º 102-D/2020, de 10 de dezembro, com as alterações introduzidas pela Declaração de Retificação nº 3/2021 de 21 de janeiro e pela Lei n.º 52/2021 de 10 de agosto, aprova o Regime Geral da Gestão de Resíduos (RGGR), o Regime Jurídico da Deposição de Resíduos em Aterro e altera o Regime Jurídico da Gestão dos Fluxos Específicos de Resíduos. Pretende enfatizar as questões da circularidade, priorizando produtos reutilizáveis e sistemas de reutilização sustentável, tendo como princípio base a redução dos resíduos produzidos. O mesmo documento define o Princípio da Proteção da Saúde Humana como uma prioridade na política de gestão de resíduos, com o objetivo de evitar e reduzir os riscos para a saúde humana e ambiente (Decreto-Lei n.º 102-D/2020, de 10 de dezembro).

No RGGR são introduzidas alterações muito relevantes, principalmente no que diz respeito à definição de resíduos, considerando, para além dos códigos da Lista Europeia dos Resíduos (LER), a natureza, a quantidade e tipologia de resíduo. São ainda atualizadas as taxas e coimas. O Princípio da Hierarquia de Resíduos é potenciado e reforçado.

O RGGR estabelece as medidas de proteção do ambiente e da saúde humana, com o objetivo de prevenir ou reduzir a produção de resíduos. Deste modo, pretende diminuir os impactos globais da utilização dos recursos e melhorar a eficiência da sua utilização, transitando para uma economia circular e competitiva.

Segundo o Artigo 15º, do RGGR, o Plano Nacional de Gestão de Resíduos (PNGR) estabelece as orientações estratégicas da política de resíduos nacional e as regras de atuação, prioridades, metas e ações, de modo a cumprir os princípios definidos e as metas estabelecidas. O PNGR define que a política dos resíduos se deve reger por dois planos estratégicos: o Plano Estratégico para os Resíduos Sólidos Urbanos (PERSU) e o Plano Estratégico para os Resíduos não Urbanos (PERNU).

2.3. Atividades de Gestão de Resíduos

A gestão de resíduos é um processo que compreende a recolha, o transporte, a valorização e a eliminação dos resíduos, assim como a supervisão de todas estas operações e a manutenção de

locais de eliminação após o encerramento das mesmas (Decreto-Lei n.º 102-D/2020, de 10 de dezembro). O RGGR, estabelecido pelo Decreto-Lei n.º 102-D/2020, de 10 de dezembro, define ainda, o Princípio da Hierarquia dos Resíduos, o qual estabelece a hierarquia pela qual os processos de gestão de resíduos se devem reger, visando uma economia circular que promova o uso eficiente dos recursos. A Figura 4 indica o processo de gestão de resíduos desde que este é produzido até ao seu destino final.



Figura 4: Processo de gestão de resíduos

A gestão de resíduos rege-se por uma hierarquia definida no RGGR, sendo ela: prevenção (minimização da produção de resíduos); preparação para a reutilização; reciclagem; outros tipos de valorização e eliminação) (Giusti, 2009). A Figura 5 representa a Hierarquia da Gestão de Resíduos.



Figura 5: Hierarquia de gestão de resíduos

É importante apostar na prevenção dos resíduos, ou seja, minimizar a quantidade produzida (Giusti, 2009). Neste âmbito, é muito importante considerar que a prevenção se destina a reduzir a produção de resíduos, adotando medidas antes de uma substância, material ou produto se tornar um resíduo. O processo de preparação para a reutilização engloba as operações de valorização que incluem o controlo, a limpeza e a reparação. Estas operações têm como objetivo preparar o resíduo para ser novamente utilizado (Decreto-Lei n.º 102-D/2020, de 10 de dezembro). Quando não é possível prevenir, deve apostar-se na reciclagem, dando um novo uso ao resíduo. Quando a adoção de uma das opções anteriores não for viável, o resíduo será encaminhado ao seu destino final, que pode ser a incineração com valorização energética, quando se aproveita a energia produzida pela destruição do resíduo, ou sem aproveitamento energético. No final desta hierarquia, encontra-se a deposição em aterro do resíduo, sendo que este procedimento deve ser evitado, e só deve ser utilizado caso se esgotem as opções anteriores (Giusti, 2009). As operações de valorização ou eliminação de resíduos, incluindo a preparação para a valorização designam-se por tratamento (Decreto-Lei n.º 102-D/2020 de 10 de dezembro). A seleção do processo de gestão de resíduos a utilizar depende de vários fatores, nomeadamente (Giusti, 2009):

- Tipo de resíduo;
- Quantidade de resíduos gerados;
- Disponibilidade de infraestruturas adequadas;
- Considerações económicas e ambientais.

2.4. Riscos ocupacionais e ambientais

A gestão de resíduos é caracterizada por uma diversidade de riscos que advém da exposição a todo o tipo de materiais descartados por todos os setores da sociedade, desde as habitações comuns até às mais diversas indústrias. Assim, são originados riscos, quer para os trabalhadores do setor, quer para o ambiente e, conseqüentemente, para a saúde da população em geral.

Processos inadequados de gestão de resíduos revelam-se determinantes no que diz respeito à possibilidade de causar danos significativos no ambiente e na saúde humana. Estes podem causar danos através da contaminação de matrizes ambientais como a água, o solo e o ar (Beckert & Barros, 2022). Um dos exemplos é o descarte de resíduos em aterros não regulados (ilegais). Posto isto, quando estamos diante de um risco ambiental elevado, a saúde humana e o ambiente estão ameaçados (Mavakala et al., 2022).

Em relação aos riscos para os trabalhadores, existem fatores de agravamento, tais como o estatuto socioeconómico e o nível de escolaridade dos trabalhadores (Reddy & Yasobant, 2015; Tshivhase et al., 2022). Adicionalmente, deve ter-se em consideração que os processos de gestão de resíduos diferem significativamente entre países desenvolvidos e países em desenvolvimento. Nos países desenvolvidos, a aplicação de medidas de SST tem vindo a proporcionar uma redução dos acidentes de trabalho quando comparado com os países em desenvolvimento (Giusti, 2009). Nos países em desenvolvimento, a ausência de práticas adequadas aliada à falta de medidas, preocupa principalmente no que diz respeito à falta de controlo, legislação inadequada, impacto ambiental e na saúde humana. Nestes, a aplicação de medidas é difícil e, muitas vezes ineficaz, colocando em risco a população. Além disso, deve-se notar que o setor da gestão de resíduos é composto maioritariamente por pequenas e médias empresas, o que dificulta uma revolução ao nível tecnológico e organizacional que permita melhorar as condições de SST (Giusti, 2009; Rodrigues et al., 2020). Estes fatores originam desinteresse e desinformação no que diz respeito ao conhecimento dos riscos, dificultando a implementação de medidas, o que pode aumentar a probabilidade e a gravidade de acidentes de trabalho e doenças profissionais (Arman et al., 2022).

De acordo com o EUROSTAT (2021), em 2020, a nível europeu, foram registados, em média, 36.929 acidentes de trabalho por ano, dos quais 62 mortais. Em Portugal, a média de acidentes de trabalho foi de 1210 por ano, dos quais 2 mortais. Foram registados 33.197 acidentes na UE, dos quais 78 mortais, e um total de 1162 acidentes em Portugal, dos quais 3 mortais. No setor da gestão de resíduos, a nível europeu, foram perdidos, em média, 40.000 dias de trabalho por ano devido a acidentes. Em 2020, perderam-se 33.197 dias por acidentes de trabalho. Transpondo para Portugal, e considerando os dados dos últimos 10 anos, em média perdem-se 1200 dias por ano, sendo que em 2020 perderam-se 1162 dias de trabalho (EUROSTAT, 2021).

A elevada sinistralidade laboral no setor e as doenças profissionais relacionam-se com os diferentes fatores de risco aos quais os trabalhadores podem estar expostos: químicos, biológicos, mecânicos, físicos, psicossociais e organizacionais. Fatores como a mudança constante do ambiente de trabalho e a falta de recursos humanos, tecnológicos e económicos agravam os riscos.

A exposição humana a substâncias libertadas pelas infraestruturas de gestão de resíduos pode ser aguda ou crónica. A investigação de efeitos adversos na saúde decorrentes de operações de gestão de resíduos é particularmente difícil em infraestruturas que implementam as melhores técnicas disponíveis e que cumprem com as orientações e legislação. É deveras complicado

associar a exposição a uma substância potencialmente nociva e efeitos específicos na saúde. Centenas de estudos reportam incidência de uma ampla gama de doenças nos trabalhadores destas infraestruturas (Aghaei et al., 2020). Existe também evidencia de efeitos adversos na saúde da população que reside perto de infraestruturas de gestão de resíduos (Aghaei et al., 2020).

A exposição dos trabalhadores e forma de acidente varia em função do tipo de resíduos e de atividade. Por exemplo, aqueles que desempenham tarefas relacionadas com processos de compostagem têm um risco associado à exposição a bioaerossóis e apresentam um quadro sintomático agravado de tosse, fadiga e dor de cabeça. Nestes casos, o uso de EPI é crucial para minimizar o risco (Aghaei et al., 2020). Também se sabe que os trabalhadores envolvidos nos processos de gestão de resíduos têm maior probabilidade de sofrer doenças respiratórias e dérmicas (Giusti, 2009) e que a maior parte dos acidentes de trabalho ocorrem no momento da recolha e da descarga dos resíduos (Sycheva et al., 2021). O trabalho nas infraestruturas de reciclagem também tem sido associado ao ruído excessivo e a ambientes térmicos desfavoráveis, tendencialmente quentes. Relativamente a outras infraestruturas, os trabalhadores podem estar expostos outros agentes físicos, nomeadamente, a radiações ionizantes (Sycheva et al., 2021). No que diz respeito a agentes químicos, existem diversas substâncias e compostos cujos valores são superiores aos limites estabelecidos pela legislação. Nas instalações em que é efetuada a incineração, as concentrações de matéria particulada e de *Polycyclic aromatic hydrocarbons* (PAH) podem ser prejudiciais à saúde dos trabalhadores e dos habitantes que vivem nas redondezas (Blasch et al., 2016). No âmbito hospitalar, podem existir acidentes que provocam lesão ou outro tipo de evento que expõe os trabalhadores a material biológico (Ream et al., 2016). Os gases anestésicos, utilizados nos procedimentos cirúrgicos, são lípidos solúveis eliminados através da expiração sem serem metabolizados pelo corpo. Além disso, as máquinas de anestesia transferem lentamente gases para o ambiente circundante. A sobre-exposição a estes gases, pode originar efeitos adversos na saúde e representa risco para os trabalhadores. Os efeitos da exposição a gases anestésicos dependem de dois fatores (Asefzadeh et al., 2012):

- Concentração do agente;
- Duração da exposição.

Para além dos efeitos adversos na saúde dos trabalhadores, a libertação de gases anestésicos tem também efeitos no ambiente, nomeadamente no aquecimento global (por exemplo, produção

de Gases com Efeito de Estufa (GEE)). Não é possível eliminar a exposição a estes agentes, no entanto esta deve ser monitorizada e controlada (Asefzadeh et al., 2012).

Assim, é notório que os profissionais do setor da gestão de resíduos estão expostos a uma variedade de fatores de risco muito diversificada. A ausência ou desadequação da formação é um fator que pode provocar ou agravar os riscos para a saúde dos trabalhadores e da população em geral, bem como determinar a possibilidade de contaminação ambiental.

No que diz respeito aos riscos para os trabalhadores, existem fatores que agravam os efeitos da exposição aos fatores de risco, nomeadamente (Shiferaw et al., 2012):

- Cargas de trabalho excessivas;
- Natureza do trabalho;
- Espaço insuficiente para acondicionar os resíduos;
- Falta de equipamento;
- Quantidade e natureza dos resíduos produzidos.

2.5. Legislação – Segurança e Saúde no Trabalho

No âmbito da SST, a legislação estabelece que o empregador é responsável por garantir as condições adequadas à realização das tarefas, de modo que o trabalho não comprometa a saúde e segurança do trabalhador. A Lei n.º 3/2014, de 28 de janeiro, que altera e republica a Lei n.º 102/2009, de 10 de setembro, define conceitos como: trabalhador – “a pessoa que, mediante retribuição, presta um serviço ao empregador”, perigo – “propriedade intrínseca de algo com potencial para causar dano”, risco – “probabilidade de ocorrência de dano em função da utilização ou exposição a um componente do trabalho que apresente perigo”, e apresenta os princípios gerais e o sistema de prevenção de riscos profissionais. O Regulamento Geral de Segurança e Higiene do Trabalho nos estabelecimentos industriais é aprovado pela Portaria n.º 53/71, de 3 de fevereiro, e aposta na prevenção dos riscos profissionais, estipulando as condições estruturais e de higiene.

O Regime de Reparação de Acidentes de Trabalho e Doenças Profissionais é regulamentado pela Lei n.º 98/2009, de 4 de setembro. Este, define o conceito de acidente de trabalho – *“...aquele que se verifique no local e no tempo de trabalho e produza direta ou indiretamente lesão corporal, perturbação funcional ou doença de que resulte redução na capacidade de trabalho ou de ganho ou a morte”*. Adicionalmente, define que são consideradas doenças profissionais as apresentadas

na Lista de Doenças Profissionais, estabelecida pelo Decreto Regulamentar n.º 76/2007, de 17 de julho, bem como outras lesões corporais ou perturbações funcionais resultantes da realização da atividade, desde que estas não decorram do desgaste normal do organismo.

Considerando o setor em estudo, aplica-se ainda o Decreto-Lei n.º 24/2012, de 6 de fevereiro, que estabelece as prescrições mínimas no que diz respeito à proteção dos trabalhadores contra os riscos para a segurança e saúde devido à exposição a agentes químicos no trabalho. Sendo um setor no qual os trabalhadores estão expostos a perigos muito diversificados, é importante considerar o Decreto-Lei n.º 102-S/2020, de 9 de dezembro, que altera as prescrições mínimas de proteção da saúde dos trabalhadores contra os riscos da exposição a agentes biológicos. É relevante considerar os agentes físicos, que incluem a exposição a radiações ionizantes, regulamentada pelo Decreto-Lei n.º 108/2018, de 3 de dezembro; a exposição ao ruído cujas prescrições mínimas são estabelecidas pelo Decreto-Lei n.º 182/2006, de 6 de setembro; e ainda a exposição a vibrações mecânicas enquadradas no Decreto-Lei n.º 46/2006, de 24 de fevereiro. Por outro lado, os trabalhadores do setor realizam operações de transporte e sustentação de cargas, assim aplica-se o Decreto-Lei n.º 330/93, de 25 de setembro que refere as prescrições mínimas de segurança e saúde na Movimentação Manual de Cargas (MMC). Por último, os EPI – *“...todo o equipamento, bem como qualquer complemento ou acessório, destinado a ser utilizado pelo trabalhador para se proteger dos riscos, para a sua segurança e para a sua saúde.”*, cujas prescrições mínimas são estabelecidas pelo Decreto-Lei n.º 348/93, de 1 de outubro.

3. Metodologia

3.1. Análise Bibliométrica

A análise bibliométrica seguiu o procedimento descrito por Donthu et al. (2021), e que incluiu quatro etapas principais:

- [1]. Definir os objetivos e o âmbito do estudo bibliométrico (retrospectiva do desempenho da ciência de um campo de investigação);
- [2]. Escolher as técnicas para a análise bibliométrica;
- [3]. Recolher os dados para a análise bibliométrica (definir os termos de pesquisa e a base de dados)
- [4]. Executar a análise bibliométrica e reportar os resultados.

O objetivo do estudo bibliométrico foi analisar tendências, padrões e lacunas na literatura científica relacionada com os riscos associados ao setor da gestão de resíduos. Para a realização da análise bibliométrica foi efectuada uma pesquisa na base de dados *Web of Science* no dia 10 de maio de 2023, com a equação de pesquisa apresentada no Anexo I.

A informação bibliográfica foi exportada utilizando a função "*Tab delimited*", conforme recomendado pelo Manual de Utilização do VOSViewer versão 1.6.18. No *Software* de tratamento de dados bibliométricos, os dados obtidos através da pesquisa foram importados utilizando a função "*Create map → based on bibliographic data*". Após a importação dos dados foram efetuadas várias análises permitidas pelo programa. Dessa, foram selecionadas as mais adequadas ao estudo em causa. A Tabela 1 resume as técnicas que foram selecionadas para incluir neste estudo, os resultados apresentam-se no capítulo seguinte.

Tabela 1: Técnicas efetuadas na análise bibliométrica com o VOSViewer

Tipo de análise	Unidade de análise	Numero mínimo de ocorrências	Itens conectados
Co-occurrence	All Keywords	15	94
Bibliographic coupling	Sources	5	36
Bibliographic coupling	Countries	5	57

Para efetuar algumas análises adicionais foi utilizado o Microsoft Office Excel. Para isso, os resultados da pesquisa efetuada com a equação referida anteriormente, foram exportados usando a função de exportação para Excel. Com esses dados, foi efetuada a contagem do número de artigos publicados por ano, utilizando a função "CONTAR.SE", e com os resultados foi construído um gráfico de barras, apresentado nos resultados deste trabalho, que representa a distribuição temporal das publicações efetuadas dentro do tema em estudo.

3.2. Revisão Sistemática

3.2.1. Estratégia de pesquisa

Este estudo incluiu ainda a realização de uma revisão sistemática da literatura de acordo com os princípios da metodologia *Preferred Reporting Items for Systematic reviews and Meta-Analyses* (PRISMA 2020). Esta metodologia permitiu ao investigador seguir uma série de passos durante a revisão, de modo a desenvolver um trabalho rigoroso regido por um protocolo definido e totalmente replicável em outros estudos, bem como aplicar uma metodologia alternativa para garantir a qualidade de todos os artigos incluídos na revisão e reduzir o risco de viés (Page et al., 2021).

Para o estudo foram pesquisados artigos nas bases de dados *Science Direct*, *Web of Science* e *EBSCOhost*, publicados entre os anos de 2012 e 2022 em língua inglesa, incluindo artigos *in press*. Para a pesquisa foram utilizadas as palavras-chave e respetivos sinónimos apresentadas na Tabela 2, seguindo as equações de pesquisa de acordo com os requisitos de cada base de dados. As equações e características das pesquisas para cada base de dados são apresentadas no Anexo II. A pesquisa foi efetuada em inglês. A pesquisa e seleção foi efetuada por um investigador, entre os dias 24 a 27 de dezembro de 2022.

Tabela 2: Palavras-chave e sinónimos utilizadas na revisão sistemática

Termo principal	Palavras-chave
occupational health	occupational safety occupational hygiene industrial hygiene occupational safety work* health work* safety safety at work hygiene at work work* hygiene health at work
waste management	waste companies waste enterprise*
risk	risk*, hazard*, exposure
environmental hazard	environment* degradation environment* contamination environment* pollution

3.2.2. Critérios de Inclusão/Exclusão

Foram incluídos no trabalho estudos desenvolvidos no setor da gestão de resíduos e que identificassem riscos, fatores de risco ou potencial exposição ocupacional, bem como estudos de avaliação da contaminação de matrizes ambientais associados às práticas executadas pelo setor da gestão de resíduos. Apenas foram incluídos estudos publicados em revistas científicas com revisão por pares. Deste modo, foram excluídos do trabalho todos os estudos cujo título ou resumo demonstrasse não cumprir com os critérios de inclusão, bem como artigos cujo título ou resumo demonstrassem não se adequar ao tema em estudo e artigos que não se enquadrassem nos objetivos de forma clara e concreta. Adicionalmente, foram excluídos editoriais, artigos em livros de atas de conferências, posters e revisões da literatura.

3.2.3. Screening criteria

Os artigos obtidos nas bases de dados consultadas foram descarregados em conjunto com os ficheiros das suas referências bibliográficas e exportados para o Endnote versão 20.5, onde foram removidos os duplicados. Os artigos foram *screened* em relação à elegibilidade.

Numa primeira fase foram analisados os títulos, nesta fase os estudos foram excluídos com base nos seguintes critérios:

- Revisões da literatura;
- Estudos que apenas apresentavam a perceção dos trabalhadores sobre os riscos;
- Estudos que não demonstravam incluir-se no objetivo do trabalho;
- Estudos que não foram desenvolvidos no setor da gestão de resíduos;
- Estudos que não eram referentes a riscos;

Numa segunda fase foram analisados os resumos dos artigos que resultaram da etapa anterior, desses foram excluídos:

- Todos os artigos aos quais não era possível aceder ao texto completo;
- Estudos cujo resumo não se enquadrava no objetivo do trabalho;
- Revisões da literatura;
- Estudos que não identificam os riscos;
- Estudos que apenas refletem a perceção dos trabalhadores sobre os riscos;
- Artigos que eram relativos a implementação de questionários que apenas permitiram avaliar a perceção e as atitudes, conhecimento face aos resíduos;

Por fim foi analisado o texto completo dos artigos que resultaram do *screening* dos resumos, foram novamente excluídos todos os que se tratava de revisões da literatura. Nesta fase foram excluídos os artigos cuja metodologia usada para identificar ou avaliar os riscos não fosse criteriosa o suficiente para obter resultados fiáveis. Os estudos cujo resultado revelou não existir riscos foram também excluídos.

Assim, apenas foram incluídos artigos cujo objetivo era claro quanto a identificação de riscos, realizados exclusivamente no setor da gestão de resíduos e cuja metodologia permitiu identificar riscos ou fatores de risco.

3.2.4. Avaliação do Risco de Viés

Para avaliação da qualidade dos artigos foi utilizada a metodologia providenciada pelo *Joanna Briggs Institute (JBI)*, que engloba uma série de listas de verificação a aplicar de acordo com a tipologia do estudo em avaliação. A aplicação desta metodologia permite decidir quais artigos devem, ou não, ser incluídos na revisão. Os artigos foram avaliados tendo por base a lista de verificação para trabalhos *cross-sectional*, à qual se acrescentou uma escala considerando uma lista de 8 questões na qual 1-2 respostas positivas demonstram que o artigo é insatisfatório, 3-4 pontos satisfatório, 5-6 pontos bom e 7-8 pontos muito bom. Assim, os artigos que obtiveram uma classificação de insatisfatório decorrente da aplicação desta lista foram excluídos.

4. Resultados

4.1. Análise Bibliométrica

A pesquisa efetuada para a realização da análise bibliométrica obteve 1410 resultados. Através das várias técnicas utilizadas para a análise bibliométrica, foi possível obter um panorama geral da literatura científica no que diz respeito aos riscos provocados pelo setor de gestão de resíduos. Primeiramente, foi efetuada uma análise temporal para verificar a distribuição do número de publicações ao longo do tempo. A Figura 6 apresenta os resultados dessa análise.

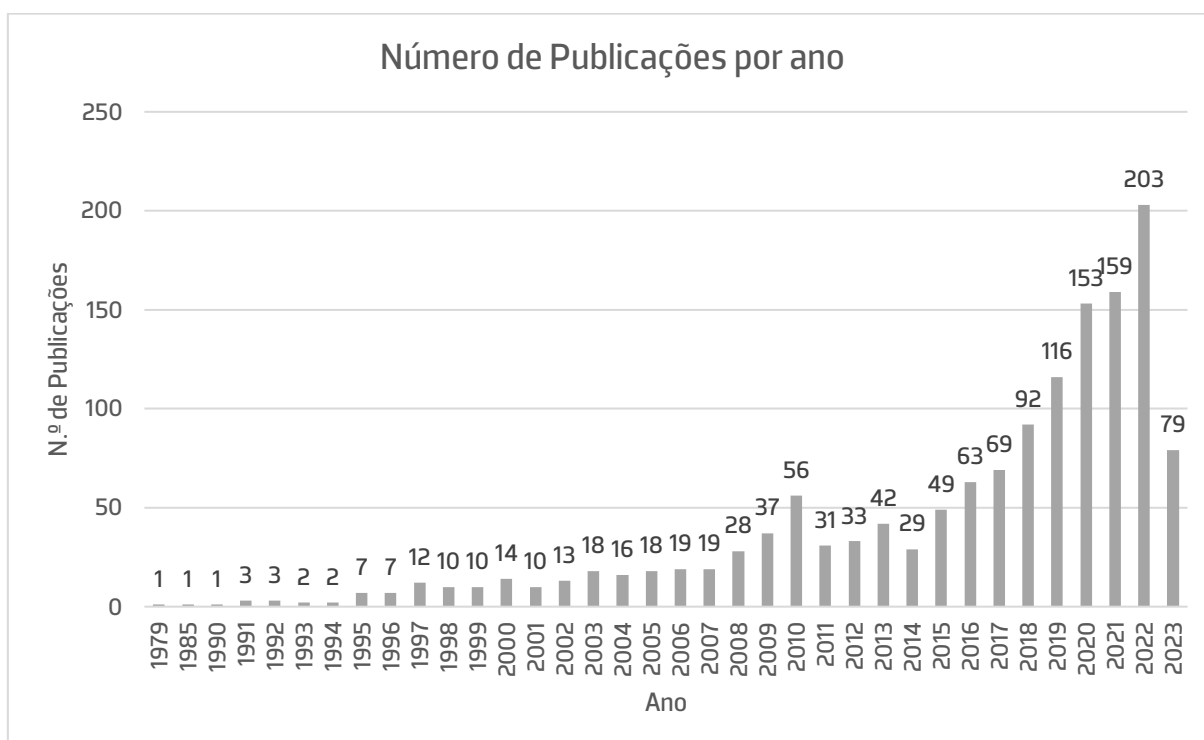


Figura 6: Distribuição temporal das publicações no âmbito dos riscos da gestão de resíduos

É de destacar o aumento substancial de publicações nos últimos anos, especialmente em 2022. Posteriormente, com recurso ao VOSViewer foram efetuadas técnicas de análise bibliométrica para obter mais informações sobre a literatura publicada na área em estudo. Com esse propósito foram selecionadas três técnicas, descritas em seguida.

4.1.1. *Co-occurrence Keywords*

No decurso da análise bibliométrica, que permite realizar diferentes análises a um conjunto grande de dados bibliográficos, foram analisadas as palavras-chave mais utilizadas nas publicações relacionadas com os riscos que decorrem da gestão de resíduos. Com esta análise foram identificadas 94 palavras-chave que ocorreram pelo menos 15 vezes nos 1410 artigos

Análise de Clusters:

A aplicação desta técnica permitiu dividir os 94 itens em 5 grupos (*clusters*) distintos:

- 1.º Cluster – 23 itens – (representado nas Figuras 7 e 8 pela cor vermelha): o conceito principal deste grupo é a poluição e relaciona conceitos como metais pesados, REEE, contaminação, exposição, toxicidade, gestão de resíduos, poluição ambiental entre outros;
- 2.º Cluster – 23 itens – (representado nas Figuras 7 e 8 pela cor verde): o conceito principal deste grupo é “resíduos sólidos municipais” e relaciona conceitos como avaliação do ciclo de vida, gestão de resíduos sólidos, cidade, impacto, energia, emissões, compostagem, aterro, incineração entre outros.
- 3.º Cluster – 17 itens – (representado nas Figuras 7 e 8 pela cor azul): representa o grupo principal, ao qual se ligam todos os outros. O conceito principal é gestão de resíduos, e este cluster está relacionado com o processo, por isso o conceito principal interliga-se com outros como sustentabilidade, desenvolvimento sustentável, gestão, performance, otimização, entre outros.
- 4.º Cluster – 16 itens – (representado nas Figuras 7 e 8 pela cor amarelo): este grupo está ligado à exposição ocupacional e apresenta a relação entre conceitos como risco, exposição, trabalhadores, saúde, segurança entre outros.
- 5.º Cluster – 15 itens – (representado nas Figuras 7 e 8 pela cor roxa): este último cluster apresenta como conceito principal os de resíduo, revelando as relações com conceitos como recuperação, redução, remoção, separação, entre outros.

4.1.2. *Bibliographic Coupling – Sources*

Com recurso à aplicação da técnica *Bibliographic coupling – Sources* foram identificadas 36 revistas que possuem pelo menos 5 artigos em comum. As fontes obtidas são altamente similares no que diz respeito ao tema em estudo e são frequentemente citadas em conjunto. A Figura 9 apresenta o resultado da aplicação da técnica com as características seguintes:

- Tipo de Análise – *Bibliographic coupling*
- Unidade de análise – *Sources*
- Número mínimo de ocorrências – 5
- Itens conectados – 36

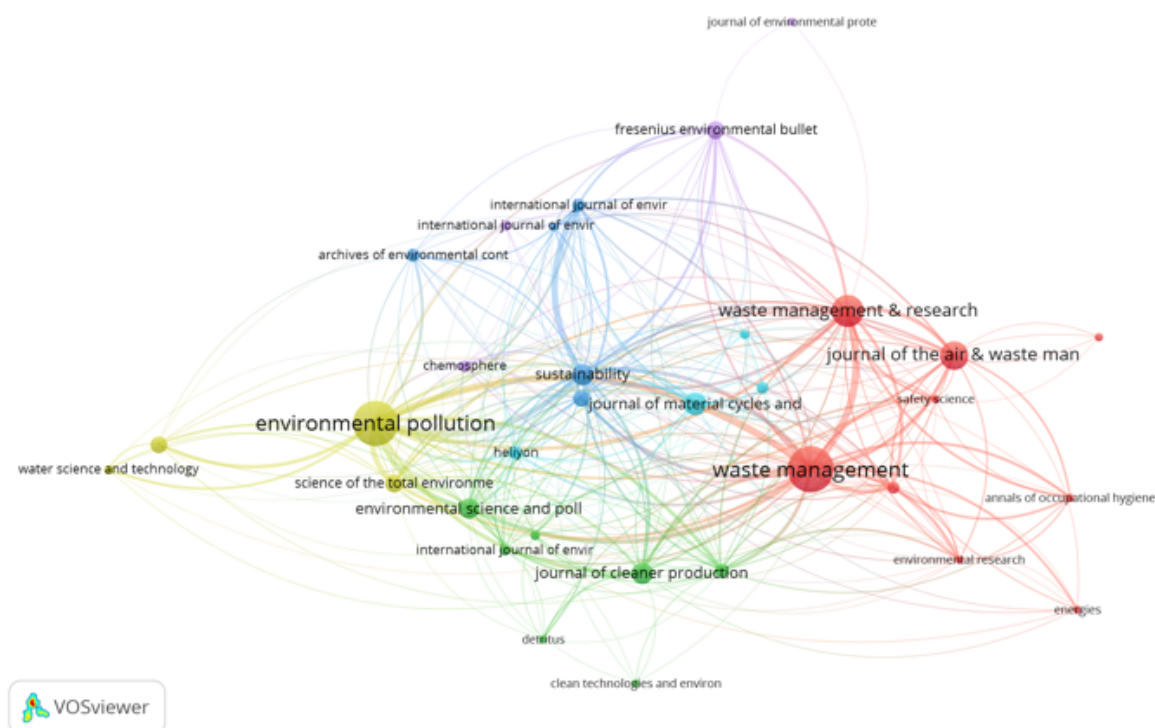


Figura 9: Resultados da aplicação da técnica Bibliographic coupling - Sources

No âmbito das revistas mais citadas, a Tabela 4 resume as 15 revistas mais citadas. As revistas apresentadas são consideradas como fontes importantes para o estudo e análise dos riscos associados à gestão de resíduos. Os resultados mostram que as revistas *Waste Management*, *Environmental Pollution*, *Waste Management and Research* e o *Journal of the Air & Waste Management Association* lideram as publicações na área.

Tabela 4: Revistas mais citadas no âmbito dos riscos da gestão de resíduos

Revista	Número de documentos	Número de citações	Intensidade das ligações
Waste management	137	4324	1251
Environmental pollution	127	5394	1162
Waste management and research	67	1054	721
Journal of the air & waste management association	51	738	336
Journal of material cycles and waste management	34	488	255
Sustainability	29	338	827
Journal of cleaner production	28	874	331
Environmental science and pollution research	25	303	407
Science of the total environment	20	271	313
Fresenius environmental bulletin	20	52	197
Bulletin of environmental contamination and toxicology	19	114	95
Resources conservation and recycling	18	739	274
Journal of environmental management	13	114	260
International Journal of Environmental research and public health	11	147	399
Heliyon	11	294	164

4.1.3. Bibliographic coupling – Countries

Por fim foi aplicada a técnica *Bibliographic coupling – Countries* a partir da qual foram identificados 57 países que possuem pelo menos 5 artigos em comum. Esses países colaboram e partilham conhecimento. A Figura 10 apresenta o resultado da aplicação da técnica com as características seguintes:

- Tipo de Análise – *Bibliographic coupling*
- Unidade de análise – *Countries*
- Número mínimo de ocorrência – 5
- Itens conectados – 57

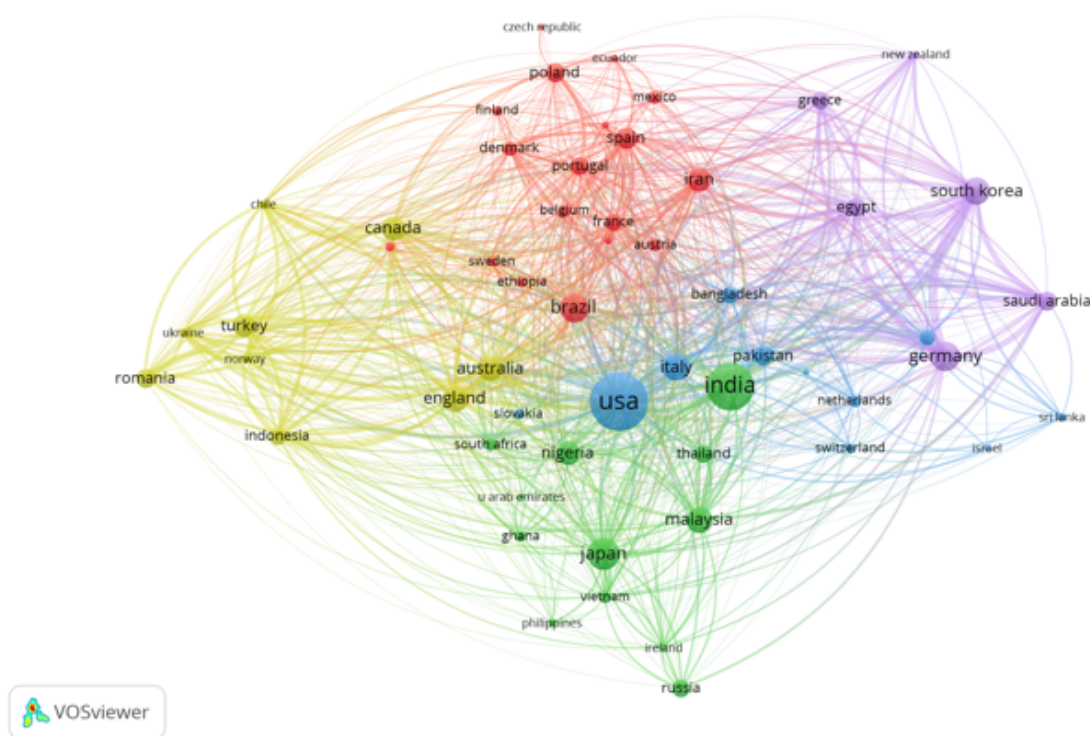


Figura 10: Resultados da aplicação da técnica Bibliographic coupling – Countries

A Tabela 5, em concordância com a Figura 10, resume os países mais citados pela literatura na área dos riscos decorrentes da gestão de resíduos. Os resultados da análise bibliométrica resultantes da aplicação da técnica *Bibliographic Coupling* para os países apresentam a ordem de países de acordo com a sua produtividade e colaborações científicas no âmbito dos riscos decorrentes da gestão de resíduos. Os Estados Unidos da América apresentam o maior número de publicações nesta área seguidos da Índia e do Japão.

Tabela 5: Países mais referidos em publicações sobre os riscos da gestão de resíduos

Pais	Número de documentos	Número de citações	Intensidade das ligações
USA	185	3110	14957
India	132	3102	7343
Japão	68	1629	5564
Alemanha	62	1299	13411
Brasil	59	960	2525
Coreia do Sul	55	1636	13491
Itália	52	934	5318
Malásia	49	883	5503
Inglaterra	48	832	9946
Austrália	45	1236	10115
Irão	44	423	5277
Canadá	43	820	8077
Nigéria	43	812	2860
Turquia	39	657	4698
Espanha	35	584	5286
Paquistão	33	638	3740
Arábia Saudita	31	479	8114

Estes resultados fornecem uma perspetiva sobre as tendências, padrões e colaborações na literatura científica no âmbito dos riscos associados ao setor da gestão de resíduos. Esta informação pode ser útil para identificar lacunas no conhecimento científico e direcionar pesquisas futuras. Através da análise bibliométrica é possível analisar grandes quantidades de informação científica de uma forma simples e prática, identificando o que falta investigar e publicar num determinado campo científico. Em suma, a realização de uma análise bibliométrica é complementar à revisão sistemática da literatura. Os resultados bibliométricos obtidos vão de encontro aos resultados sistematizados pela revisão, o que reforça e valida os mesmos.

4.2. Revisão Sistemática

A Figura 11 apresenta o diagrama de fluxo fornecido pela metodologia PRISMA 2020 e resume os resultados da revisão sistemática da literatura.

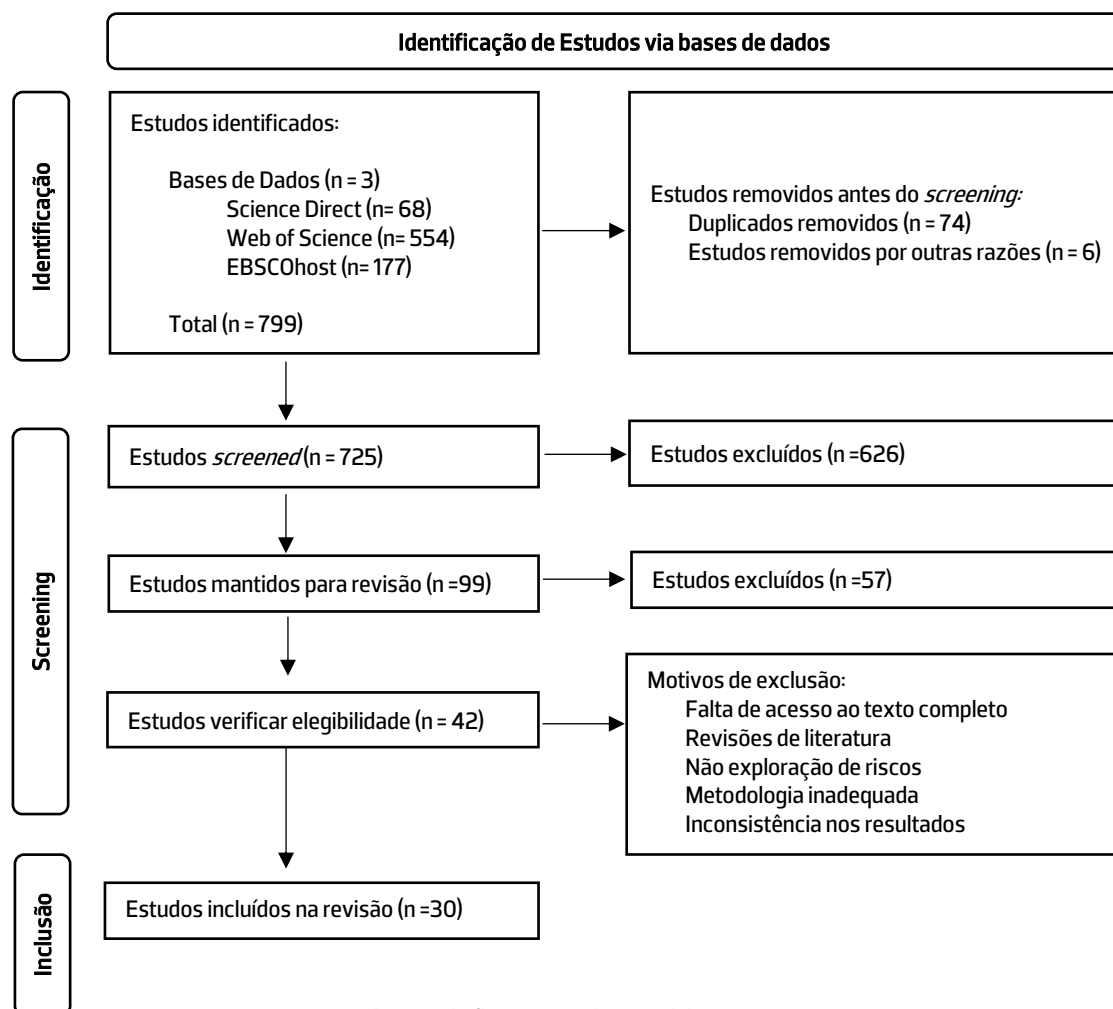


Figura 11: Aplicação do fluxograma da metodologia PRISMA 2020

No total de todas as bases de dados obteve-se 799 resultados. Os duplicados foram removidos com recurso ao *Software Endnote 20.5* obtendo-se 725 Artigos. Depois de efetuado um primeiro *screening* dos títulos mantiveram-se 280 artigos. Em seguida, realizou-se o *screening* dos resumos, foram removidos 6 artigos por falta de acesso ao texto integral, resultando num total de 99 resultados para leitura de texto completo.

Após a leitura do texto completo resultam 42 artigos para avaliar segundo a metodologia JBI. Em sequência da aplicação da metodologia de avaliação da qualidade dos artigos restaram 30 estudos para prosseguir com a revisão sistemática. A Tabela 6 resume os principais resultados obtidos na pesquisa sistemática.

Tabela 6: Resumo dos resultados obtidos a partir da revisão sistemática

Autor, Ano	Objetivo	Tipo de Estudo		Âmbito		Tipologia de Resíduos	País	Fator de risco	Agente/Atividade	Via de Exposição			
		E	O	A	SP					SST	Ingestão	Inalação	Dérmica
Adenuga et al., 2022	Avaliar os impactos ambientais e os riscos para a saúde provenientes de metais tóxicos que decorrem das atividades de REEE	✓		✓	✓		REEE	Nigéria	Químico	Metais tóxicos	✓+	✓	✓
Aghaei et al., 2020	Estudar a exposição a endotoxinas numa instalação de compostagem e a associação com a função pulmonar e sintomas clínicos dos trabalhadores	✓				✓	Orgânicos	Irão	Biológico	Endotoxinas		✓	
Alam et al., 2019	Determinar a genotoxicidade dos REEE, através da inibição do crescimento das raízes de <i>Allium cepa</i>	✓		✓	✓		REEE	Filipinas	Químico	Metais pesados			Não Aplicável
Ansar et al., 2021	Avaliar a exposição profissional na reciclagem de plástico, para promover um ambiente de trabalho seguro.		✓		✓	✓	Plásticos	Tailândia	Físico	Ambiente térmico Ruído			Não Aplicável
									Químico	Hexano			
Arman et al., 2022	Investigar tipo e origens de COV e compostos odoríferos nos RU do Teerão e a dispersão pelas áreas vizinhas		✓		✓	✓	Urbanos	Irão	Químico	COV Compostos odoríferos			✓
Asibey et al., 2019	Examinar as práticas de SST dos trabalhadores informais do setor de gestão de resíduos		✓			✓	Urbanos	Ghana	Ergonómico	MMC (pesadas/instáveis)			Não aplicável
									Físico	Ambiente térmico			
Blash et al., 2016	Quantificar a exposição ocupacional por inalação dos trabalhadores das instalações de eliminação	✓				✓	Urbanos	Afeganistão	Químico	Partículas Acroleína PAH			✓
Bragoszewska, 2019	Estimar a dose inalada de aerossóis fúngicos, identificar o		✓			✓	Urbanos	Polónia	Biológico	Microrganismos (bactérias)			✓

Autor, Ano	Objetivo	Tipo de Estudo		Âmbito		Tipologia de Resíduos	País	Fator de risco	Agente/Atividade	Via de Exposição		
		E	O	A	SP					SST	Ingestão	Inalação
	grupo dominante e determinar o tamanho das partículas								fungos)			
Bragoszewska & Pawlak, 2021	Avaliar a concentração de agentes biológicos numa instalação de processamento de biomassa	✓				Orgânicos	Polónia	Biológico	Microrganismos (<i>Aspergillus flavus</i> e <i>Penicillium chrysogenum</i>)		✓	
Cruvinel et al., 2019	Diagnosticar as condições de trabalho dos "catadores" e avaliar os seus riscos ocupacionais	✓				Urbanos Hospitalares REEE	Brasil	Ergonómico Biológico Químico Físico Mecânico	MMC (pesadas/instáveis) Microrganismos (vírus, bactérias e fungos) Substâncias tóxicas Vibrações Manipulação de corto-perfurantes	✓	✓	✓
Ezekwe & Arokoyo, 2017	Fornecer uma perspetiva das emissões dos aterros e efeitos ambientais da gestão de RU.	✓	✓	✓		Urbanos Perigosos	Nigéria	Químico	Partículas			Não aplicável
Hebisch & Linsel, 2012	Avaliar a exposição dos trabalhadores a agentes químicos e biológicos durante a reciclagem em diferentes empresas para estabelecer recomendações de boas práticas.	✓				REEE VFV Plástico Têxtil Papel e cartão	Alemanha	Químico Biológico	Substâncias perigosas Microrganismos (bactérias e fungos)		✓	
Jerie, 2016	Identificar e analisar os riscos ocupacionais associados às práticas de gestão de resíduos sólidos nas empresas informais.	✓				Urbanos	Zimbabwe	Mecânico Biológico Físico Ergonómico	Manipulação de corto-perfurantes Microrganismos Ruído Vibrações Ambiente térmico MMC (pesadas/instáveis)	✓	✓	✓

Autor, Ano	Objetivo	Tipo de Estudo		Âmbito		Tipologia de Resíduos	País	Fator de risco	Agente/Atividade	Via de Exposição			
		E	O	A	SP					SST	Ingestão	Inalação	Dérmica
Kageyama et al., 2022	Medir a carga física e psicológica dos trabalhadores da gestão de resíduos e identificar fatores que as agravam	✓				✓	Não aplicável	Japão	Psicossocial	Fatores demográficos Condições do trabalho			Não aplicável
Karimian et al., 2021	Estimar os riscos para a saúde e ecológico por metais pesados presentes no solo de um aterro.		✓	✓	✓		Urbanos	Irão	Químico	Metais pesados	✓+	✓	✓
Kasemi et al., 2021	Estudar os problemas de saúde dos trabalhadores do setor de gestão de resíduos e avaliar os conhecimentos, atitudes e práticas em relação à exposição aos riscos bem como medidas de segurança adotadas.	✓				✓	Urbanos	Egito	Mecânico Biológico Químico Ergonómico	Manipulação de corto-perfurantes Bioaerossóis (microrganismos, esporos, endotoxinas) Poeiras Partículas MMC (pesadas/instáveis)			Não aplicável
Kumari & Kiran, 2022	Descrever os problemas de saúde dos "catadores" de resíduos		✓			✓	Urbanos Papel e cartão Plástico Metal Vidro	Índia	Físico Biológico Químico Ergonómicos	Ambiente térmico Microrganismos (bactérias e fungos) Ingestão de água contaminada MMC (pesada/instável)			Não aplicável
Lee et al., 2015	Determinar a exposição dos trabalhadores a matéria particulada de diesel bem como os fatores que influenciam a exposição pessoal		✓			✓	Urbanos	Coreia	Químico	Partículas (diesel)			✓
			✓			✓	Urbanos	Finlandia	Químico	COV			Não aplicável

Autor, Ano	Objetivo	Tipo de Estudo		Âmbito		Tipologia de Resíduos	País	Fator de risco	Agente/Atividade	Via de Exposição		
		E	O	A	SP					SST	Ingestão	Inalação
Lehtinen et al, 2012	Determinar COV, compostos odoríferos e bioaerossóis na gestão de resíduos e estimar a exposição dos trabalhadores							Biológico	Bioaerossóis (poeiras, microrganismos, endotoxinas)			
Mbareche et al, 2018	Avaliar a exposição ocupacional a fungos nas instalações de biometanização.	✓				Orgânicos	Canadá	Biológico	Microrganismos (fungos patogênicos)			Não aplicável
Reddy et al, 2015	Avaliar problemas musculoesqueléticos nos trabalhadores dos RU	✓				Urbanos	Índia	Ergonômicos	MMC (pesadas/instáveis)			Não aplicável
Shiferaw et al, 2012	Compreender a incidência de lesões causadas por corto-perfurantes e a exposição a fluidos corporais na gestão de resíduos hospitalares	✓				Hospitalares	Etiópia	Biológico Mecânico	Manipulação de corto-perfurantes			Não aplicável
Shin et al, 2022	Avaliar a segurança radiológica dos trabalhadores durante o corte de resíduos radioativos	✓				Radioativos	Coreia do Sul	Físicos	Radioatividade			Não aplicável
Szulc et al, 2022	Avaliar os riscos microbiológicos e toxicológicos que ocorrem numa instalação de triagem de resíduos.	✓				Inorgânicos Orgânicos Cartão Vidro	Polónia	Químico Biológico Mecânicos	Poeiras Odores Bactérias Manipulação de corto-perfurantes			Não aplicável
Tshivhase et al, 2022	Explorar riscos para a saúde e segurança ocupacional dos trabalhadores da gestão de resíduos na província de Limpopo.	✓				Urbanos	África do Sul	Físicos Psicossociais Biológico Químico Ergonômico	Ruído Ambiente térmico Assédio e discriminação Microrganismos Substâncias químicas MMC (pesadas/instáveis)			Não aplicável
		✓				Urbanos	Índia	Químico	Não aplicável			Não aplicável

Autor, Ano	Objetivo	Tipo de Estudo		Âmbito		Tipologia de Resíduos	País	Fator de risco	Agente/Atividade	Via de Exposição				
		E	O	A	SP					SST	Ingestão	Inalação	Dérmica	
Venkataraman et al., 2022	Avaliar a prevalência de mobilidades respiratórias entre os trabalhadores da gestão de RU em Puducherry							Biológico						
Viegas et al., 2015	Avaliar a exposição dos trabalhadores de gestão de resíduos em Lisboa, a AFB1.	✓			✓	Urbanos Orgânicos	Portugal	Biológico	AFB1	✓	✓	✓-		
Wassiem et al., 2021	Avaliar a disponibilidade e o uso de EPI e as alterações bioquímicas dos trabalhadores	✓			✓	Urbanos Agrícolas Industriais Hospitalares	Egito	Ergonómico Químico	MMC (pesadas/instáveis) Emissões de gases	Não aplicável				
Wu et al., 2016	Caracterizar a distribuição das partículas inaláveis de modo a quantificar o risco para a saúde	✓			✓	✓	Urbanos	China	Químico	Poeiras (PM 2.5)	✓+	✓	✓	
Yang et al., 2013	Determinar a potencial contaminação ambiental de uma fábrica tipo de reciclagem de REEE	✓			✓	✓	✓	REEE	China	Químico	Metais pesados	✓	✓	✓

Legenda: A – Ambiente; AFB1 – Aflatoxina B1; E – Experimental; MMC – Movimentação Manual de Cargas; O – Observacional; REEE – Resíduos de Equipamentos Elétricos e Eletrônicos; RU – Resíduos Urbanos; SP – Saúde da População; SST – Segurança e Saúde no Trabalho;

A partir da pesquisa efetuada, foram selecionados 30 estudos para a revisão sistemática maioritariamente observacionais. Do total de estudos considerados, apenas 8 corresponderam a trabalhos experimentais. Os estudos experimentais permitiram quantificar e avaliar a exposição e os impactos no ambiente e para a saúde de agentes químicos e biológicos. Em relação aos estudos observacionais, estes permitiram identificar e categorizar fatores de risco e riscos, bem como questões sensíveis relacionadas com o setor da gestão de resíduos, no âmbito ocupacional, ambiental e da saúde da população. Em seguida apresentam-se as principais conclusões obtidas pelos estudos identificados.

Nos países menos desenvolvidos, o crescimento populacional é muito superior ao desenvolvimento das instalações e processos de gestão de resíduos. A gestão de resíduos é ineficiente e, conseqüentemente prejudicial. Isto, deve-se principalmente, à ausência de locais de despejo adequados, às características dos resíduos e aos custos associados à execução dos processos. A ineficiência destes processos resulta em práticas impróprias e inseguras, como por exemplo (Asibey et al., 2019): despejo a céu aberto; enterramento de resíduos; queima de resíduos. Assim, ocorre contaminação do solo, águas superficiais e subterrâneas. Os locais onde são depositados os resíduos são um ambiente propício para a propagação de microrganismos patogénicos e vetores de doenças. Por fim, estes espaços revelam uma aparência e odor desagradáveis (Asibey et al., 2019).

Os trabalhadores deste setor desempenham as suas tarefas em locais compostos por um conjunto de resíduos de tipologia variada que, podem compreender uma série de agentes químicos, físicos, biológicos, mecânicos, elétricos e psicossociais. Estes locais são, muitas vezes, caracterizados por ambientes escorregadios, instáveis, estradas danificadas, entre outros fatores de risco capazes de provocar problemas que podem originar danos para os trabalhadores (Kumari & Kiran, 2022).

Kasemy et al. (2021) e Tshivhase et al. (2022) demonstraram que a maioria dos trabalhadores do setor da gestão de resíduos apresentavam um nível socioeconómico baixo e não possuíam educação formal o que pode influenciar negativamente a saúde dos mesmos. O trabalho de “catador de lixo” é uma fonte de subsistência para pessoas que não tem a possibilidade de encontrar emprego devido a fatores como a falta de educação, género, idade e outros. Estes trabalhadores vivem em acomodações precárias, sem acesso a água potável, cuidados de saúde e higiene. O cenário social destes trabalhadores contribui para os efeitos negativos na saúde que decorrem da execução das tarefas de gestão informal de resíduos. Assim, estes trabalhadores

representam um grupo ocupacional vulnerável devido à natureza informal do seu trabalho e ao seu estatuto socioeconómico baixo (Kumari & Kiran, 2022).

O estudo de Lee et al. (2015) demonstrou uma questão relevante, em dias associados a festividades, os trabalhadores deste setor apresentam uma carga de trabalho que é muito superior aos restantes dias.

Um estudo que avaliou a prevalência de problemas respiratórios, determinou que alguns fatores demográficos estão associados a ocorrência de doenças respiratórias, nos trabalhadores do setor da gestão de resíduos, designadamente (Venkatamaram et al., 2022):

- Idade avançada;
- Ocupação como varredor de rua/catador;
- Trabalho noturno;
- Não usar EPI (máscara);
- Falta de formação;
- Baixos rendimentos (pobreza).

4.2.1. Agentes Químicos

Um estudo realizado numa fábrica de reciclagem de plásticos, avaliou a exposição dos trabalhadores a fatores de risco químicos. Neste, foi demonstrada probabilidade de risco não carcinogénico associado à exposição ao hexano (Ansar et al., 2021). Outro estudo, com “catadores” identificou o risco de toxicidade associado a mercúrio, chumbo, cádmio e outras substâncias químicas perigosas (Cruvinel et al. 2019).

No âmbito dos Compostos Orgânicos Voláteis (COV), o estudo de Ansar et al. (2021) demonstrou que os trabalhadores que operam perto das máquinas extrusoras enfrentam maior risco de exposição a COV. Nas instalações de RU, os COV mais abundantes foram os hidrocarbonetos alifáticos e aromáticos, ésteres de ácidos carboxílicos, cetonas e terpenos. No entanto os COV detetados neste estudo não excederam o Valor Limite de Exposição (VLE) (Lehtinen et al., 2013).

Em termos de produção de odores, o ácido acético é um exemplo de uma substância química relevante no âmbito da exposição (Lehtinen et al., 2013). O trabalho de Arman et al. (2022) avaliou o risco de exposição a compostos odoríferos demonstrando a existência de risco carcinogénico e não carcinogénico, para os trabalhadores e habitantes das regiões vizinhas, associados a

compostos sulfurados reduzidos, compostos aromáticos entre outros, com contribuições menores para a exposição.

Considerando a exposição ocupacional a partículas, um estudo realizado numa instalação de gestão de resíduos de âmbito militar detetou que a concentração de matéria particulada, acroleína e determinados PAH se encontra acima dos valores estabelecidos pela *Military Expose Guideline* (Blasch et al., 2016). Os trabalhadores do setor de resíduos sólidos no Egipto estão expostos a substâncias químicas, poeiras e material particulado em suspensão. A exposição crónica a estes agentes pode afetar os sistemas respiratório e gastrointestinal (Kasemy et al., 2021).

Na Nigéria, os aterros recebem tanto RU como resíduos perigosos. Neste estudo foi possível identificar concentrações altas de compostos orgânicos não metano. Consequentemente, todas as categorias de material particulado apresentaram valores acima do aceitável e tendiam a aumentar num raio de 250 metros a partir dos locais de aterro (Ezekwe & Arokoyu, 2017).

Num estudo realizado na China, numa instalação de incineração, foi detetado risco não carcinogénico associado à exposição a material particulado (poeiras - PM_{2,5}) que excederam o VLE. Este estudo concluiu ainda que quanto menor a dimensão da partícula maior o risco de exposição e consequentemente mais grave o potencial dano causado (Wu et al., 2016).

No âmbito da gestão de resíduos de Veículos em Fim de Vida (VFV), um estudo detetou dominância da fração de partículas inaláveis. Neste estudo, os agentes químicos presentes, nomeadamente os metais e os seus compostos, contribuíram para a exposição. Na execução das tarefas decorrente da gestão de VFV devem ainda considerar-se a exposição aos vapores provenientes da queima dos combustíveis (Hebisch & Linsel, 2012). Observando outro aspeto, relacionado com a exposição a matéria particulada, um estudo pretendeu demonstrar que os trabalhadores que efetuam recolha de resíduos nos veículos, estão expostos aos agentes proveniente da combustão do diesel. Na execução deste, os autores determinaram que existem diferenças significativas entre a exposição do trabalhador que conduz o camião em comparação com o trabalhador que opera na parte exterior traseira do mesmo. Os fatores que influenciam essa exposição são, por ordem de importância (Lee et al., 2015):

- As características da tarefa;
- O motor/idade do veículo;
- A velocidade média;
- A distância entre o tubo de escape e a parte traseira do veículo, onde os trabalhadores operam.

A manipulação de REEE é uma fonte de metais no solo (Yang et al., 2013). Em relação aos riscos para o ambiente, prendem-se principalmente, pela contaminação do solo com metais pesados devido às práticas ilegais de despejo e desmantelamento de REEE. Deste modo, a contaminação do solo, através da lixiviação das substâncias químicas, pode propagar para a água e, conseqüentemente os metais podem bioacumular nos organismos aquáticos, dos quais o ser humano se alimenta. Esta cadeia de acontecimentos demonstra a relevância da magnificação das conseqüências da poluição do solo (Alam et al., 2019).

Em relação à contaminação do solo, existe uma questão a ter em especial atenção, as crianças, que devido aos comportamentos, desenvolvimento e fisiologia, próprios da idade, estão associadas a um maior risco de ingestão de metais pesados devido às atividades realizadas no solo (Adenunga et al., 2022; Karimian et al., 2021).

Num estudo que avaliou três atividades de gestão de REEE (reciclagem, depósito não vigiado num mercado de equipamentos usados, e deposição indiscriminada no ambiente), os três locais apresentaram níveis de contaminação elevados (Adenunga et al., 2022). Nos locais ilegais de manipulação destes resíduos, a queima de REEE é realizada para minimizar o volume e extrair metais preciosos. Este processo, origina a libertação de metais pesados e toxinas para o ambiente. Neste âmbito, um estudo analisou amostras de cabelo, as quais apresentaram valores de metais pesados acima dos valores recomendados pela Organização Mundial de Saúde (OMS). A presença de metais pesados como cádmio, cobre, níquel, chumbo, e zinco nas amostras de cabelo e solo confirma a presença de substâncias perigosas nos REEE (Alam et al., 2019). Outro estudo, efetuado num aterro, revelou a presença de metais pesados no solo do aterro e da zona residencial próxima por cádmio e alumínio (Karimian et al., 2021). Estas conclusões são relevantes pois a exposição crónica a metais pesados pode causar problemas de saúde, nomeadamente, diversos tipos de cancro (Alan et al., 2019; Karimian et al., 2021).

Adicionalmente, diversos estudos demostram que a principal via de exposição aos agentes químicos, nomeadamente, aos metais pesados, ocorre por ingestão (Adenunga et al., 2022; Karimian et al., 2021; Wu et al., 2016).

No âmbito dos REEE, é de grande relevância que os vários países se unam para controlar o movimento transfronteiriço destes resíduos, através do desenvolvimento e implementação de políticas e de legislação (Alam et al., 2019).

4.2.2. Agentes Físicos

No âmbito dos agentes físicos os trabalhadores da gestão de resíduos podem estar expostos a grandes variações de temperatura e a condições climáticas extremas o que origina diferentes níveis de stress térmico (Kageyama et al., 2022; Tshivhase et al., 2022). O estudo de Ansar et al. (2021) revelou que os trabalhadores que operam perto das máquinas extrusoras da reciclagem de plásticos apresentam níveis elevados de stress térmico. Os valores de WBGT excederam os VLE. Assim, os principais fatores que contribuem para a exposição são destacados na lista seguinte (Ansar et al., 2021):

- Ventilação inadequada;
- Grande quantidade de fumos quentes emitidos;
- Sistemas de extração desatualizados;
- Aumento da temperatura devido às alterações climáticas;
- Intervenções inadequadas nos locais de trabalho.

Considerando a exposição ao ruído, os trabalhadores do estudo de Tshivhase et al. (2022) mencionaram a exposição ocupacional a ruído excessivo. O estudo de Ansar et al. (2021) também avaliou a exposição ocupacional ao ruído, no entanto obteve valores inferiores ao VLE de 85 dB(A).

Neste aspeto, é crucial implementar medidas para proporcionar conforto térmico aos trabalhadores, nomeadamente potenciando a ventilação, de forma natural ou mecânica, dos locais de trabalho e, ainda a adoção de vestuário de trabalho apropriado às condições térmicas a que os trabalhadores poderão estar expostos, sejam elas quentes ou frias (Ansar et al., 2021).

Por fim, no que diz respeito à exposição a radiações ionizantes, um estudo realizado na Coreia do Sul, durante o processamento de resíduos radioativos, demonstrou que numa situação de normalidade a exposição aos agentes radioativos é inferior ao VLE. A partir dos dados obtidos nesse estudo foi possível calcular o limite de tempo que os trabalhadores podem estar dentro da célula em caso de acidente, minimizando o risco de exposição aos agentes radioativos (Shin et al., 2022). Neste campo, pode demonstrar-se útil utilizar biomarcadores de exposição para avaliar os efeitos das radiações ionizantes em casos de exposição de baixa dose (Sycheva et al., 2021).

4.2.3. Agentes Biológicos

Considerando a exposição a agentes biológicos, um estudo realizado numa instalação de RU, no Egípto, detetou que os trabalhadores estavam expostos a agentes biológicos (microrganismos, esporos de fungos e endotoxinas) (Kasemy et al, 2021). No caso dos trabalhadores informais (normalmente designados por “catadores”), para além da exposição aos microrganismos mencionados anteriormente, existe ainda o risco de infeção parasitária devido às questões de higiene e à falta de EPI que são exacerbados pela vulnerabilidade socioeconómica destes trabalhadores (Wassiem et al, 2021). Estes trabalhadores estão ainda expostos ao risco de infeções causadas por agentes virais, causadores de doenças como a hepatite. Adicionalmente, os trabalhadores deste setor, em especial os informais, raramente tem acesso a vacinação contra estes agentes infecciosos (Jerie, 2016).

No que diz respeito à contaminação do ar interior os microrganismos são um elemento-chave. Considerando que a inalação é a principal via de exposição aos agentes biológicos esta, pode causar ou agravar efeitos adversos na saúde, especialmente em pessoas mais sensíveis a estes agentes (Bragoszeska, 2019; Bragoszewska & Pawlak, 2021; Szulc et al., 2022). Deste modo, a inalação de bioaerossóis pode representar riscos para a saúde dos trabalhadores bem como para a população em geral (Aghaei et al, 2020). A exposição a bioaerossóis tem potencial para causar sintomas respiratórios (Venkatamaram et al., 2022). Além disso, a exposição a endotoxinas nas instalações de gestão de resíduos sólidos parece ser 1000 vezes mais elevada do que no ar ambiente o que demonstra a necessidade de avaliar a concentração destes agentes no ar interior (Lehtinal et al, 2013). Por outro lado, o estudo de Szulc et al. (2022), detetou uma concentração de poeiras altamente diversificada associada a taxas de fluxos de ar muito baixas. Os postos de trabalho avaliados neste estudo eram caracterizados por contaminação microbiológica (bactérias e fungos) incluindo os seus metabolitos. Neste estudo, foram identificados microrganismos do Grupo 2 de acordo com a Diretiva dos Agentes Biológicos (Szulc et al., 2022). Num outro estudo foi avaliada a exposição a fungos por inalação, numa instalação de triagem de resíduos. Neste, as espécies mais frequentemente encontradas foram *Aspergillus flavus* e *Penicillium chysogenum*. Outro estudo que avaliou a exposição a agentes biológicos, numa instalação de processamento de biomassa, na Polónia, detetou que a concentração mais elevada de bioaerossóis ocorre em espaços interiores fechados. Neste local de trabalho foi determinado que a fração respirável do aerossol bacteriano, partículas inferiores a 3,3 µm, correspondeu a 50 % da concentração total de partículas. Por outro lado, no ar exterior foi detetada uma contribuição elevada de fungos.

Em Portugal foi avaliada a exposição à Aflatoxina B1 (AFB1), os resultados do estudo realizado comprovaram que os trabalhadores estavam expostos a AFB1. No local em estudo não era obrigatório o uso de EPI logo os pulmões podem ser afetados pela AFB1, podendo causar doença, particularmente, cancro. Os resultados deste estudo devem-se à contaminação fúngica contínua, as micotoxinas são resistentes a fatores ambientais adversos e à duração contínua da exposição. Adicionalmente, a exposição é mais intensa nas tarefas em que existe contacto com material particulado. Por fim destacam-se alguns fatores pessoais que influenciam a exposição ocupacional a este agente (Viegas et al., 2015):

- Taxas de absorção;
- Atividade metabólica;
- Uso de EPI;
- Ventilação.

O estudo de Kumari & Kiran, 2022, relata a exposição a fatores de risco biológico associados ao risco por mordeduras de animais a que os trabalhadores informais (“catadores”) podem estar expostos.

Por fim, diversos estudos referem a exposição a agentes biológicos decorrentes de acidentes com corto-perfurantes. Estes objetos, portadores de fluídos corporais, potencialmente contaminados com agentes patogénicos infecciosos, não são devidamente manipulados quando se caracterizam como resíduo (Cruvinel et al., 2019). Num estudo efetuado em “catadores” 60,5% dos trabalhadores relataram lesões por contacto com corto-perfurantes (Kumari & Kiran, 2022).

No âmbito do contacto com corto-perfurantes, a maior parte das lesões decorrentes são percutâneas, envolvendo sangue e, causadas pelas agulhas hipodérmicas. Adicionalmente a gestão inadequada destes resíduos é a principal causa para estes acidentes. Posto isto, é importante que os trabalhadores expostos a risco biológico estejam vacinados contra agentes patogénicos (Ream et al., 2016).

No âmbito da exposição a agentes biológicos no caso dos resíduos provenientes da prestação de cuidados de saúde, é relevante destacar que existem vários fatores que comprometem a SST, listados em seguida (Kasemy et al., 2021; Shiferaw et al., 2012):

- Ausência de segregação na fonte (separação inadequada);
- Acondicionamento inadequado dos corto-perfurantes (devem ser acondicionados em sacos à prova de perfuração ou em contentores rígidos. Os contentores devem ser transportados com recurso a carros de rodas com um *design* que facilite o carregamento);

- Ausência de limpeza e desinfecção adequada dos carrinhos de transporte aquando derrames,
- Sacos com roupa contaminada sem a devida identificação/codificação;
- Exposição a fluidos corporais por trabalhadores que manipulam os resíduos hospitalares;
- Elevada carga de trabalho;
- Natureza do trabalho;
- Falta de espaço para a deposição de resíduos;
- Escassez de equipamentos em comparação com a quantidade e variedade de resíduos gerados;
- Alta proporção de itens reutilizáveis.

4.2.4. Fatores de Risco relacionados com o desenvolvimento de LMERT

O processo de recolha de resíduos é um trabalho que requer força física pois envolve tarefas de levantar, carregar, puxar e empurrar cargas pesadas (Jerie, 2016; Reddy & Yasobant, 2015; Tshivhase et al., 2022). Neste setor, os trabalhadores são obrigados a realizar agachamentos, adotar posturas inadequadas e forçadas (torcer e curvar) e a realizar movimentos repetitivos (Cruvinel et al., 2019; Reddy & Yasobant, 2015). Adicionalmente, durante a realização das suas tarefas, os trabalhadores caminham longas distâncias e estão em pé por longos períodos, o que os expõe a condições de fadiga (Tshivhase et al., 2022; Wassiem et al., 2021). A duração do emprego, ou seja, o número de anos que os trabalhadores estão no setor, foi considerado um fator de risco para LMERT (Reddy & Yasobant, 2015). Decorrente da realização das tarefas de recolha de resíduos os trabalhadores têm maior incidência de distúrbios musculoesqueléticos como dor lombar, dor no cotovelo/pulso, ombro, joelho e problemas articulares que surgem dos movimentos repetitivos das mãos e braços (Jerie, 2016; Kasemy et al., 2021; Reddy & Yasobant, 2015; Tshivhase et al., 2022).

4.2.5. Fatores de Risco Psicossocial

Os trabalhadores do setor da gestão de resíduos estão expostos a uma carga psicológica elevada, associada a diferentes níveis de stress, devido à manipulação indiscriminada de resíduos e às condições degradantes de trabalho (Kageyama et al., 2022). Os trabalhadores revelaram sofrer riscos emocionais como assédio e discriminação por parte dos superiores e da população em geral (Tshivhase et al., 2022). O estatuto socioeconómico, bem como o nível de educação destes trabalhadores são fatores que contribuem para os riscos psicossociais a que estes trabalhadores

estão expostos. Um estudo constatou que as cargas físicas e psicológicas dos trabalhadores diferem de acordo com o tipo de trabalho. Os resultados deste estudo confirmam que o stress laboral pode ser estimado independentemente das características demográficas dos trabalhadores e das condições de trabalho (Kageyama et al., 2022).

A carga psicológica pode ser reduzida ao melhorar o conhecimento dos trabalhadores sobre literacia em saúde, os resíduos a serem manipulados, os equipamentos de proteção e as ferramentas utilizadas, através de formação e informação.

As empresas de gestão de resíduos podem reduzir os impactos negativos no meio ambiente e na saúde pública ao promoverem relações de trabalho sustentáveis (Kageyama et al., 2022). A Figura 12 apresenta um resumo da relação entre as tipologias de resíduos, os fatores de risco associados e os efeitos decorrentes da exposição aos mesmos.

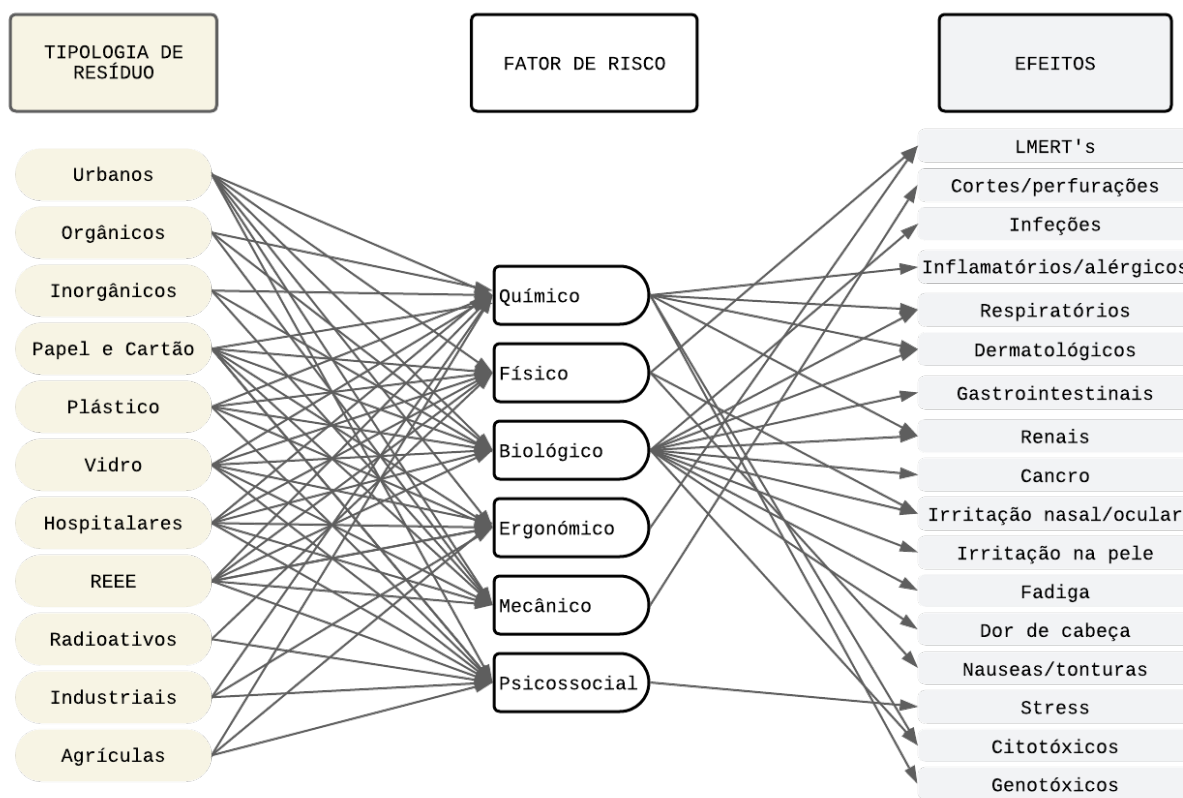


Figura 12: Resumo dos fatores de risco e efeitos decorrentes da exposição aos mesmos, de acordo com a tipologia de resíduo

5. Discussão

A gestão de resíduos é um dos principais desafios da atualidade devido ao crescimento populacional. Esta, acarreta um aumento do consumo e, conseqüentemente, um acréscimo da produção de resíduos. Associado à questão referida anteriormente, advém a produção de resíduos mais diferenciados, potencialmente mais perigosos. O setor em estudo é caracterizado por gerir os resíduos provenientes dos mais diversos setores da sociedade. Estes, incluem desde RU, provenientes das habitações do consumidor comum (que podem ser muito variados dependendo das políticas de separação desenvolvidas pelo país) até, resíduos perigosos provenientes de indústrias ou, até mesmo do setor da saúde (que muitas vezes não são devidamente geridos na fonte).

Os países desenvolvidos têm preocupações de segurança diferentes, estão num momento de procurar soluções para problemas mais específicos, enquanto nos países em desenvolvimento ainda se está a tentar identificar os riscos de uma forma mais generalizada. Como seria espectável, o desenvolvimento do país acarreta uma melhoria, no que diz respeito à investigação e avaliação de riscos para a SST, ambiente e saúde da população no geral.

A gestão inadequada de resíduos, como a deposição em locais não regulados, pode resultar na poluição do solo e da água. As substâncias químicas presentes nos resíduos podem infiltrar-se no solo contaminando as fontes de água subterrânea (Jain et al., 2023). A contaminação do solo pode ainda comprometer a produção de alimentos, e conseqüentemente causar problemas de saúde na população que os irá consumir. Os processos de gestão de resíduos orgânicos são uma fonte de GEE, através da sua decomposição é produzido metano. Este, contribui para as alterações climáticas e para o aquecimento global (Jain et al., 2023). No entanto, já são conhecidos processos capazes de reduzir essas emissões através da transformação da matéria orgânica em compostos estáveis (Jain et al., 2023).

A gestão de resíduos desempenha um papel crucial na preservação do meio ambiente e na mitigação das alterações climáticas. É por isso relevante adotar práticas de gestão de resíduos mais eficazes e sustentáveis para minimizar os impactos negativos, decorrentes dos processos efetuados.

Neste estudo, inicialmente, foi analisado o número de publicações indexadas no Web Of Science, relacionadas com os riscos decorrentes da gestão de resíduos. Assim, percebe-se um aumento da consciencialização sobre os riscos decorrentes da gestão de resíduos e a relevância deste setor para a qualidade de vida das populações. As questões relacionadas com a implementação

de políticas e regulamentos legais também reforçam a necessidade de estudar estes temas e desenvolver soluções mais eficientes e limpas (Aragaw & Mekonnen, 2022; Chand et al., 2021; Leopizzi et al, 2023).

Através da análise realizada neste estudo é possível perceber que o conceito mais referido "*waste management*", apresenta a maior intensidade de ligação entre as palavras-chave. Existem outros conceitos amplamente referidos como por exemplo "*Environmental Pollution*", "*Exposure*", "*Sustainability*", "*Circular economy*", conceitos esses que demonstram a importância de produzir literatura científica nesta área devido às implicações para a sustentabilidade do ambiente e sociedade. Os estudos de Tsai et al. (2020) e de Aziminezhad & Taherkhani, (2023) também destacam palavras-chave como "*Sustainability*" e "*Circular economy*". O estudo de Ellili (2023) demonstrou uma lacuna de estudos bibliométricos no âmbito da sustentabilidade social e ambiental em empresas familiares. É importante compreender melhor o papel das práticas ambientais e sociais no crescimento económico e desenvolvimento sustentável, otimizando a gestão da sustentabilidade nas decisões corporativas importantes.

No que diz respeito à lista de revistas obtida na análise bibliométrica é possível identificar que estão inteiramente relacionadas com o tema em estudo sendo a "*Waste Management*" a revista citada por um maior número de documentos. Seguidamente, a "*Environmental Pollution*" consistindo numa revista relacionada com a poluição ambiental enquadra-se perfeitamente no tema reforçando os riscos que o setor pode causar no ambiente. A terceira revista mais referida foi a "*Waste Management and Research*", mais uma vez está claramente relacionada com o tema dos resíduos e da gestão dos mesmos. A presença de revistas como "*Sustainability*" e "*Journal of Cleaner Production*" indica a preocupação com a adoção de abordagens sustentáveis na gestão de resíduos. Além disso, a presença de revistas focadas na poluição ambiental e saúde pública, como "*Environmental Science and Pollution Research*" e "*International Journal of Environmental Research and Public Health*", realça a relevância dos impactos dos riscos provocados pelo setor da gestão de resíduos na saúde e no meio ambiente. Estes resultados são concordantes com os obtidos por outros estudos bibliométricos no âmbito da gestão de resíduos Aziminezhad & Taherkhani, (2023).

Os Estados Unidos da América representam o país com maior número de documentos e de citações, sendo um país muito desenvolvido faz sentido que se apresentem na vanguarda do conhecimento científico e tecnológico, este facto é concordante em muitos estudos bibliométricos nos quais os Estados Unidos da América se destacam em número de publicações (Leopizzi et al., 2023; Veiga-del-Baño et al., 2023). Este resultado corrobora a revisão

sistemática realizada, pois 4 dos 30 estudos selecionados para a revisão foram realizados neste país. O Brasil também se encontra entre os países destacados nesta análise. Isto, reflete o interesse e a contribuição da comunidade científica brasileira para a melhoria dos processos de gestão de resíduos. Este país, apresenta graves problemas relacionados com o trabalho informal de recolha de resíduos que se revela crítico resolver (Cruvinel et al. 2019). Os outros países presentes na lista dos 15 países mais citados, muitos deles incluídos na revisão sistemática, são países relevantes para o desenvolvimento de investigação nesta área. A maior parte deles surgiu durante o desenvolvimento da pesquisa sistemática com relevância para o estudo dos riscos do setor em estudo. No entanto nem todos os estudos relativos a esses países cumpriam os critérios de inclusão na revisão sistemática.

É relevante perceber que países como o Irão, Nigéria, Arábia Saudita se incluem nesta lista, sendo países pouco desenvolvidos. Estes resultados demonstram um crescente interesse e envolvimento na pesquisa e desenvolvimento de práticas que promovam o progresso da gestão de resíduos para processos mais eficientes, seguros e sustentáveis. Os resultados obtidos destacam ainda a importância da colaboração transfronteiriça e da partilha do conhecimento e a necessidade de todos os países participarem ativamente no desenvolvimento de processos mais eficientes (Alam et al., 2019).

A presente dissertação permitiu identificar de forma abrangente os fatores de risco associados ao setor da gestão de resíduos. Estes fatores foram categorizados em diversas dimensões, englobando fatores de riscos físicos, químico, biológico, mecânico, psicossocial e organizacional.

Os fatores sociodemográficos, como baixo nível de escolaridade, desconhecimento ou desinteresse sobre os riscos, longa duração na função e outras características individuais, desempenham um papel fundamental na percepção dos riscos no setor da gestão de resíduos. Reconhecer a influência desses fatores é essencial para o desenvolvimento de estratégias eficazes de mitigação de riscos e para a promoção de práticas seguras (Meng e Chang, 2020).

Os fatores de risco psicossociais abrangem uma diversidade de condições como o assédio, a discriminação, o stress, fadiga, a sobrecarga de trabalho, a falta de segurança no trabalho, o clima organizacional entre outros com potencial para causar ou agravar danos que decorrem da execução das tarefas de gestão de resíduos (Cuenza-Lozano et al, 2023; Derdowski & Mathisen, 2023; Donkor et al, 2023; Meng & Chang, 2020). Estes fatores, para além de afetarem os trabalhadores podem, devido à falta de interesse e desconhecimento provocar danos

significativos no ambiente e conseqüentemente na saúde da população (Cuenza-Lozano et al, 2023; Dardowski & Mathisen, 2023; Donkor et al, 2023; Meng & Chang, 2020).

Relativamente aos fatores de risco físico, os principais agentes identificados foram o ruído, o ambiente térmico, as vibrações e as radiações ionizantes. Estes agentes são comumente avaliados em diversos setores de atividade, no âmbito da SST (Cuenza-Lozano et al, 2023; Karanikas et al, 2021; Okareh et al 2021; Zolnikov et al, 2021;).

No setor em estudo os fatores de risco químico são destacados tendo especial relevância na gestão de resíduos da tipologia de REEE, estes são caracterizados pela presença de metais pesados. Relativamente ao risco químico a exposição a substâncias perigosas, partículas, como poeiras, COV, PAH, agentes amplamente destacados na literatura como potenciais causadores de doença no âmbito ocupacional, ao nível da contaminação das matrizes ambientais, nomeadamente afetando a qualidade do ar e, conseqüentemente, para a saúde da população em geral (Karanikas et al, 2021; Okareh et al 2021; Zolnikov et al 2021).

Nos fatores de risco biológico identificados, destacam-se os microrganismos, como bactérias e fungos e as endotoxinas. Num outro aspeto, a exposição a agentes corto-perfurantes é um fator que pode expor os trabalhadores a doenças infecciosas, através do contacto com agentes microbianos. O risco biológico é especialmente relevante quando há uma gestão inadequada de resíduos orgânicos e materiais em decomposição. Estes resultados estão em conformidade com os estudos de Rim & Lim (2014) e de Eriksen et al. (2023).

Neste estudo, a exposição a agentes corto-perfurantes foi identificada como fatores de risco mecânicos, devido à possibilidade de causarem ferimentos graves, nomeadamente cortes ou perfurações, em concordância com a categorização de Zolnikov et al. (2021).

Por fim foram evidenciados os fatores de risco relacionados com o desenvolvimento de LMERT. Segundo a EU-OSHA (2019) estes podem ser físicos e biomecânicos, individuais e psicossociais e organizacionais. Neste estudo foram destacados os estão relacionados com manipulação de cargas pesadas e instáveis. Durante a execução das atividades de gestão de resíduos os trabalhadores realizam posturas inadequadas, caminham por longas distâncias ou intervalos de tempo, e passam muito tempo em pé. Estes fatores são potenciais causadores de LMERT's (Okareh et al 2021; Tak et al 2011; Winn et al, 1997).

Esta análise aprofundada e holística dos fatores de risco revela a complexidade e a diversidade dos desafios enfrentados pelos trabalhadores e pelo ambiente no contexto da gestão de resíduos. A exposição inadequada a esses riscos pode resultar em lesões, doenças ocupacionais,

contaminação ambiental e questões de saúde pública. Esta perspectiva abrangente dos fatores de risco e sua interação complexa fornecem *insights* valiosos para a formulação de estratégias de gestão de riscos mais eficazes e para a promoção de ambientes de trabalho mais seguros e saudáveis no setor da gestão de resíduos.

6. Conclusão

Com a elaboração desta dissertação foi possível identificar os principais riscos associados ao setor da gestão de resíduos. Esses, incluem aspetos ambientais, riscos ocupacionais, e ainda refletem os riscos para a saúde da população em geral decorrentes de uma gestão inadequada de resíduos. No que diz respeito aos riscos para o ambiente identificam-se principalmente questões de contaminação do solo e conseqüentemente da água. No decurso disso, e através da bioacumulação, as conseqüências podem atingir o ser humano. Em relação aos riscos para os trabalhadores do setor, é de referir que estes podem estar expostos a uma diversidade de fatores com potencial para causar dano na saúde. Por fim, em relação à população em geral, vários estudos realçam que os habitantes de zonas próximas de infraestruturas de gestão de resíduos, estão associados a problemas respiratórios, e outros problemas de saúde relativos à ingestão de alimentos ou água contaminados. Este setor provoca impactes na qualidade de vida destas comunidades.

Este trabalho pretendeu desenvolver uma revisão sistemática da literatura, com base na metodologia PRISMA 2020, através da qual foram rigorosamente identificados estudos que permitissem sistematizar os riscos associados ao setor da gestão de resíduos.

Os resultados obtidos com a revisão sistemática fornecem um resumo dos fatores de risco associados ao setor em estudo. Este resumo pode ser uma base útil para o desenvolvimento de documentos de apoio, guias técnicos, manuais de boas práticas ou políticas que promovam o desenvolvimento sustentável e seguro do setor, tendo sempre em consideração à melhoria da qualidade de vida e do ambiente. Pretende-se que este trabalho suporte a promoção de práticas que permitam prevenir riscos e promover comportamentos seguros e eficientes.

Para complementar e validar a revisão sistemática, foi elaborada uma análise bibliométrica que permitiu analisar uma grande quantidade de estudos, o que não é possível com a revisão sistemática. Através desta foi possível analisar indicadores bibliométricos que permitem observar as tendências de investigação associadas aos riscos do setor da gestão de resíduos. Esta, de uma forma visual, apresenta por exemplo, as palavras-chave mais citadas pela literatura, o que permite perceber o caminho que já foi percorrido pela investigação da área e identificar lacunas e oportunidades de novas pesquisas. Neste estudo a análise bibliométrica complementa a revisão sistemática, pois os resultados apoiam as informações resultantes da revisão sistemática.

Por fim, de uma forma sintética, este estudo permitiu compreender e aprofundar os riscos ambientais, ocupacionais e para a saúde pública que as práticas de gestão de resíduos produzem. Através deste, foi possível fornecer uma visão abrangente e atualizada dos riscos, que pode permitir aos diversos decisores o desenvolvimento de políticas ou documentos de apoio para orientar a adoção de práticas seguras eficientes e sustentáveis no setor. Os resultados contribuem para a promoção da saúde pública e a proteção do meio ambiente, bem como para o progresso do conhecimento científico na área em estudo.

6.1. Limitações

A principal limitação deste trabalho foi a quantidade de estudos obtidos para analisar, revelando-se necessário a implementação de critérios de seleção para a obtenção dos artigos mais relevantes e representativos. A implementação de critérios rigorosos para a revisão sistemática apresenta vantagens e desvantagens. A principal desvantagem é que podem ser excluídos estudos que não cumprem com os critérios de inclusão mas apresentam informações relevantes. Adicionalmente, é importante notar que os resultados deste estudo se limitam às palavras-chave usadas e bases de dados consultadas.

6.2. Perspetivas Futuras

O desenvolvimento deste trabalho demonstra algumas lacunas na literatura, podendo decorrer deste estudo temas pouco abordados na literatura que precisam ser desenvolvidos. A partir deste trabalho também podem ser desenvolvidas políticas, guias técnicos, orientações ou outros documentos de cariz orientativo pelos diversos decisores e *stakeholders*.

7. Referências Bibliográficas

- Adenuga, A. A., Amos, O. D., Olajide, O. D., Eludoyin, A. O., & Idowu, O. O. (2022). Environmental impact and health risk assessment of potentially toxic metals emanating from different anthropogenic activities related to E-wastes. *Heliyon*, 8(8), e10296. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2022.e10296>
- Aghaei, M., Yaghmaeian, K., Hassanvand, M. S., Hedayati, M. H., Yousefian, F., Janjani, H., Nabizadeh, R., & Yunesian, M. (2020). Exposure to endotoxins and respiratory health in composting facilities. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 202, 110907. <https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2020.110907>
- Akni, A., & Chaib, R. (2020). Hospital waste: Effects on public health and environment. *International Journal of Environment and Waste Management*, 26(3), 349–361. <https://doi.org/10.1504/ijewm.2020.109164>
- Alam, Z. F., Riego, A. J. V., Samson, J. H. R. P., & Valdez, S. A. V. (2019). The assessment of the genotoxicity of e-waste leachates from e-waste dumpsites in Metro Manila, Philippines. *International Journal of Environmental Science and Technology*, 16(2), 737–754. <https://doi.org/10.1007/s13762-018-1719-6>
- Ansar, M. A., Assawadithalerd, M., Tipmanee, D., Laokiat, L., Khamdahsag, P., & Kittipongvises, S. (2021). Occupational exposure to hazards and volatile organic compounds in small-scale plastic recycling plants in Thailand by integrating risk and life cycle assessment concepts. *Journal of Cleaner Production*, 329. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.129582>
- Aragaw, T. A., & Mekonnen, B. A. (2022). Understanding disposable plastics effects generated from the PCR testing labs during the COVID-19 pandemic. *Journal of Hazardous Materials Advances*, 7, 100126. <https://doi.org/10.1016/j.hazadv.2022.100126>
- Arman, F., Bandpey, A. M., Shahsavani, A., Saadani, M., Saeedi, R., & Abtahi, M. (2022). Characterization, source identification, and health risk assessment of odorous compounds in solid waste management facility of Tehran. *Air Quality Atmosphere and Health*, 15(9), 1609–1621. <https://doi.org/10.1007/s11869-022-01205-z>
- Arya, S., Rautela, R., Chavan, D., & Kumar, S. (2021). Evaluation of soil contamination due to crude E-waste recycling activities in the capital city of India. *Process Safety and Environmental Protection*, 152, 641–653. <https://doi.org/10.1016/j.psep.2021.07.001>
- Asefzadeh, S., Raeisi, A., & Mousavi, A. (2012). Risk Management Status of Waste Anesthetic Gases Using ECRI Institute Standards. *Iranian Journal of Public Health*, 41(11), 85–91. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/23304681>
- Asibey, M. O., Amponsah, O., & Yeboah, V. (2019). Solid waste management in informal urban neighbourhoods. Occupational safety and health practices among tricycle operators in Kumasi, Ghana. *International Journal of Environmental Health Research*, 29(6), 702–717. <https://doi.org/10.1080/09603123.2019.1569211>
- Aziminezhad, M., & Taherkhani, R. (2023). BIM for deconstruction: A review and bibliometric analysis. *Journal of Building Engineering*, 73, 106683. <https://doi.org/10.1016/j.jobe.2023.106683>

- Beckert, A., & Barros, V. G. (2022). Waste management, COVID-19 and occupational safety and health: Challenges, insights and evidence. *Science of The Total Environment*, 831, 154862. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.154862>
- Blasch, K., Kolivosky, J., & Hill, B. (2016). Occupational exposures among personnel working near combined burn pit and incinerator operations at Bagram Airfield, Afghanistan. *Inhalation Toxicology*, 28(5), 216–225. <https://doi.org/10.3109/08958378.2016.1145768>
- Bragoszewska, E. (2019). The Dose of Fungal Aerosol Inhaled by Workers in a Waste-Sorting Plant in Poland: A Case Study. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(1). <https://doi.org/10.3390/ijerph17010177>
- Chand, A., Lal, P., Prasad, K., & Mamun, K. (2021). Practice, benefits, and impact of personal protective equipment (PPE) during COVID-19 pandemic: Envisioning the UN sustainable development goals (SDGs) through the lens of clean water sanitation, life below water, and life on land in Fiji. *Annals of Medicine and Surgery*, 70. <https://doi.org/10.1016/j.amsu.2021.102763>
- Cruvinel, V. R. N., Marques, C. P., Cardoso, V., Novaes, M., Araujo, W. N., Angulo-Tuesta, A., Escalda, P. M. F., Galato, D., Brito, P., & da Silva, E. N. (2019). Health conditions and occupational risks in a novel group: Waste pickers in the largest open garbage dump in Latin America. *BMC Public Health*, 19(1), 581. <https://doi.org/10.1186/s12889-019-6879-x>
- Cuenca-Lozano, M. F., & Ramírez-García, C. O. (2023). Occupational Hazards in Firefighting: Systematic Literature Review. *Safety and Health at Work*, 14(1), 1–9. <https://doi.org/10.1016/j.shaw.2023.01.005>
- Decreto Regulamentar n.º 76/2007 de 17 de Julho. (2007). Ministério do Trabalho e da Solidariedade Social. Diário da República: I série, n.º 136. https://www.pgdlisboa.pt/leis/lei_mostra_articulado.php?nid=1178&tabela=leis
- Decreto-Lei n.º 102-A/2020 de 9 de dezembro. (2020). Presidência do Conselho de Ministros. Diário da República: I série, n.º 238. <https://dre.pt/dre/detalhe/decreto-lei/102-a-2020-150661864>
- Decreto-Lei n.º 102-D/2020 de 10 de dezembro. (2020). Presidência do Conselho de Ministros. Diário da República: I série, n.º 239. <https://files.dre.pt/1s/2020/12/23901/0000200269.pdf>
- Decreto-Lei n.º 108/2018 de 3 de dezembro. (2018). Presidência do Conselho de Ministros. Diário da República: I série, n.º 232. <https://dre.pt/dre/detalhe/decreto-lei/108-2018-117202785>
- Decreto-Lei n.º 182/2006 de 6 de Setembro. (2006). Ministério do Trabalho e da Solidariedade Social. Diário da República: I série, n.º 172. <https://dre.pt/dre/detalhe/decreto-lei/182-2006-539986>
- Decreto-Lei n.º 24/2012 de 6 de fevereiro. (2012). Ministério da Economia e do Emprego. Diário da República: I série, n.º 26. <https://dre.pt/dre/detalhe/decreto-lei/24-2012-543690>

- Decreto-Lei n.º 330/93 de 25 de setembro. (1993). Ministério do Emprego e da Segurança Social. Diário da República: I série - A, n.º 226. <https://dre.pt/dre/detalhe/decreto-lei/330-1993-653125>
- Decreto-Lei n.º 348/93 de 1 de outubro. (1993). Ministério do Emprego e da Segurança Social. Diário da República: I série, n.º 231. <https://dre.pt/dre/detalhe/decreto-lei/348-1993-646298>
- Decreto-Lei n.º 46/2006 de 24 de fevereiro. (2006). Ministério do Trabalho e da Solidariedade Social. Diário da República: I série - A, n.º 40. <https://dre.pt/dre/detalhe/decreto-lei/46-2006-694051>
- Despacho n.º 242/96 de 13 de agosto. (1996). Ministério da Saúde. Diário da República: II série, n.º 187. <https://files.diariodarepublica.pt/gratuitos/2s/1996/08/2S187A0000S00.pdf>
- Derdowski, L. A., & Mathisen, G. E. (2023). Psychosocial factors and safety in high-risk industries: A systematic literature review. *Safety Science*, 157, 105948. <https://doi.org/10.1016/j.ssci.2022.105948>
- Diana, D., Abreu, J., Serafini, D., Ortiz, J. F., Samaniego, M. J., Aranda, A. C., & Zamorano-Ponce, E. (2018). Increased genetic damage found in waste picker women in a landfill in Paraguay measured by comet assay and the micronucleus test. *Genetic Toxicology and Environmental Mutagenesis*, 836, 19–23. <https://doi.org/10.1016/j.mrgentox.2018.06.011>
- Donkor, P., Siabi, E. K., Frimpong, K., Mensah, S. K., Siabi, E. S., & Vuu, C. (2023). Socio-demographic effects on role assignment and associated occupational health and safety issues in artisanal and small-scale gold mining in Amansie Central District, Ghana. *Heliyon*, 9(3), e13741. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e13741>
- Donthu, N., Kumar, S., Mukherjee, D., Pandey, N., & Lim, W. M. (2021). How to conduct a bibliometric analysis: An overview and guidelines. *Journal of Business Research*, 133, 285–296. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2021.04.070>
- Ellili, N. (2023). Bibliometric analysis of sustainability papers: Evidence from Environment, Development and sustainability. *Environment Development and Sustainability*. <https://doi.org/10.1007/s10668-023-03067-6>
- Eriksen, E., Graff, P., Pedersen, I., Straumfors, A., & Afanou, A. (2022). Bioaerosol Exposure and in vitro Activation of Toll-like Receptors in a Norwegian Waste Sorting Plant. *Safety and Health at Work*, 13(1), 9–16. <https://doi.org/10.1016/j.shaw.2021.09.002>
- EU-OSHA. (2019). Work-related musculoskeletal disorders: prevalence, costs and demographics in the EU. Report. <https://osha.europa.eu/pt/themes/musculoskeletal-disorders>
- EUROSTAT. (2021). Accidents at work statistics [Data set]. EUROSTAT. https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Accidents_at_work_statistics
- EUROSTAT. (2022). Waste generation and treatment [Data set]. EUROSTAT. https://ec.europa.eu/eurostat/cache/metadata/en/env_wasgt_esms.htm

- Ezekwe, I. C., & Arokoyu, S. B. (2017). Landfill Emissions and their Urban Planning and Environmental Health Implications in Port Harcourt, South-South Nigeria. *Desenvolvimento e Meio Ambiente*, 42, 224–241. <https://doi.org/10.5380/dma.v42i0.52098>
- Giusti, L. (2009). A review of waste management practices and their impact on human health. *Waste Management*, 29(8), 2227–2239. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2009.03.028>
- Hebisch, R., & Linsel, G. (2012). Workers' exposure to hazardous substances and biological agents in recycling enterprises. *Gefahrstoffe Reinhaltung Der Luft*, 72(4), 163–169. [://WOS:000304238800009](https://doi.org/10.1007/s000304238800009)
- Jain, M., Kumar, D., Chaudhary, J., Kumar, S., Sharma, S., & Verma, A. S. (2023). Review on E-waste management and its impact on the environment and society. *Waste Management Bulletin*, 1(3), 34–44. <https://doi.org/10.1016/j.wmb.2023.06.004>
- Jerie, S. (2016). Occupational Risks Associated with Solid Waste Management in the Informal Sector of Gweru, Zimbabwe. *Journal of Environmental and Public Health*, 2016, 9024160. <https://doi.org/10.1155/2016/9024160>
- Kageyama, I., Hashiguchi, N., Cao, J., Niwa, M., Lim, Y., Tsutsumi, M., Yu, J., Sengoku, S., Okamoto, S., Hashimoto, S., & Kodama, K. (2022). Determination of Waste Management Workers' Physical and Psychological Load: A Cross-Sectional Study Using Biometric Data. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(23). <https://doi.org/10.3390/ijerph192315964>
- Karanikas, N., Steele, S., Bruschi, K., Robertson, C., Kass, J., Popovich, A., & MacFadyen, C. (2021). Occupational health hazards and risks in the wind industry. *Energy Reports*, 7, 3750–3759. <https://doi.org/10.1016/j.egy.2021.06.066>
- Karimian, S., Shekoohiyan, S., & Moussavi, G. (2021). Health and ecological risk assessment and simulation of heavy metal-contaminated soil of Tehran landfill. *RSC Advances*, 11(14), 8080–8095. <https://doi.org/10.1039/d0ra08833a>
- Kasemy, Z. A., Rohlman, D. S., & Abdel Latif, A. A. (2021). Health disorders among Egyptian municipal solid waste workers and assessment of their knowledge, attitude, and practice towards the hazardous exposure. *Environmental Science and Pollution Research*, 28(24), 30993–31002. <https://doi.org/10.1007/s11356-021-12856-3>
- Kumari, S., & Kiran, U. V. (2022). Prevalence of health problems of rag pickers due to various hazards at Lucknow city. *Human Factors in Healthcare*, 2, 100023. <https://doi.org/10.1016/j.hfh.2022.100023>
- Lee, K. H., Jung, H. J., Park, D. U., Ryu, S. H., Kim, B., Ha, K. C., Kim, S., Yi, G., & Yoon, C. (2015). Occupational Exposure to Diesel Particulate Matter in Municipal Household Waste Workers. *PLoS One*, 10(8), e0135229. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0135229>
- Lehtinen, J., Tolvanen, O., Nivukoski, U., Veijanen, A., & Hanninen, K. (2013). Occupational hygiene in terms of volatile organic compounds (VOCs) and bioaerosols at two solid waste management plants in Finland. *Waste Management*, 33(4), 964–973. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2012.11.010>

- Lei n.º 3/2014 de 28 de janeiro. (2014). Assembleia da República. Diário da República: I série, n.º 19. <https://dre.pt/dre/detalhe/lei/3-2014-571052>
- Lei n.º 98/2009 de 4 de Setembro. (2009). Assembleia da República. Diário da República: I série, n.º 172. <https://dre.pt/dre/detalhe/lei/98-2009-489505>
- Leopizzi, R., Palmi, P., & Cagno, P. D. (2023). Sustainability reporting and electric utilities: A bibliometric analysis. *Utilities Policy*, 84, 101651. <https://doi.org/10.1016/j.jup.2023.101651>
- Mavakala, B. K., Sivalingam, P., Laffite, A., Mulaji, C. K., Giuliani, G., Mpiana, P. T., & Poté, J. (2022). Evaluation of heavy metal content and potential ecological risks in soil samples from wild solid waste dumpsites in developing country under tropical conditions. *Environmental Challenges*, 7, 100461. <https://doi.org/10.1016/j.envc.2022.100461>
- Meng, X., & Chan, A. H. S. (2020). Demographic influences on safety consciousness and safety citizenship behavior of construction workers. *Safety Science*, 129, 104835. <https://doi.org/10.1016/j.ssci.2020.104835>
- Odewabi, A. O., Ogundahunsi, O. A., Ebesunu, M. O., & Ekor, M. (2013). The levels of inflammatory markers and oxidative stress in individuals occupationally exposed to municipal solid waste in Ogun State, South West Nigeria. *Toxicology and Industrial Health*, 29(9), 846–855. <https://doi.org/10.1177/0748233712445043>
- Okareh, O. T., Solomon, O. E., & Olawoyin, R. (2021). Prevalence of ergonomic hazards and persistent work-related musculoskeletal pain among textile sewing machine operators. *Safety Science*, 136, 105159. <https://doi.org/10.1016/j.ssci.2021.105159>
- Page, M. J., McKenzie, J. E., Bossuyt, P. M., Boutron, I., Hoffmann, T. C., Mulrow, C. D., Shamseer, L., Tetzlaff, J. M., Akl, E. A., Brennan, S. E., Chou, R., Glanville, J., Grimshaw, J. M., Hróbjartsson, A., Lalu, M. M., Li, T., Loder, E. W., Mayo-Wilson, E., McDonald, S., ... Moher, D. (2021). The PRISMA 2020 statement: An updated guideline for reporting systematic reviews. *BMJ*, 372. <https://doi.org/10.1136/bmj.n71>
- Portaria n.º 53/71 de 3 de fevereiro. (1971). Ministérios da Economia das Corporações e Previdência Social e da Saúde e Assistência. Diário do Governo: I série, n.º 28. <https://dre.pt/dre/detalhe/portaria/53-1971-446313>
- Rafeeq, A., Ali, S. A., Tanoli, A. K., Shah, A. R., Khan, A., & Mumtaz, M. (2020). Soil Contamination Due to Heavy Metals at Electronic Waste Dumpsites in Karachi, Pakistan. *Pakistan Journal of Analytical & Environmental Chemistry*, 21(2), 332–332–341. <https://doi.org/10.21743/pjaec/2020.12.35>
- Rakib, M. R. J., Al Nahian, S., Alfonso, M. B., Khandaker, M. U., Enyoh, C. E., Hamid, F. S., Alsubaie, A., Almalki, A. S. A., Bradley, D. A., Mohafez, H., & Islam, M. A. (2021). Microplastics pollution in salt pans from the Maheshkhali Channel, Bangladesh. *Scientific Reports*, 11(1), 1–10. <https://doi.org/10.1038/s41598-021-02457-y>
- Ream, P. S., Tipple, A. F., Salgado, T. A., Souza, A. C., Souza, S. M., Galdino-Junior, H., & Alves, S. B. (2016). Hospital housekeepers: Victims of ineffective hospital waste management. *Archives of Environmental & Occupational Health*, 71(5), 273–280. <https://doi.org/10.1080/19338244.2015.1089827>

- Reddy, E. M., & Yasobant, S. (2015). Musculoskeletal disorders among municipal solid waste workers in India: A cross-sectional risk assessment. *Journal of Family Medicine and Primary Care*, 4(4), 519–524. <https://doi.org/10.4103/2249-4863.174270>
- Rim, K.-T., & Lim, C.-H. (2014). Biologically Hazardous Agents at Work and Efforts to Protect Workers' Health: A Review of Recent Reports. *Safety and Health at Work*, 5(2), 43–52. <https://doi.org/10.1016/j.shaw.2014.03.006>
- Rodrigues, M. A., Sá, A., Masi, D., Oliveira, A., Boustras, G., Leka, S., & Guldenmund, F. (2020). Occupational Health & Safety (OHS) management practices in micro- and small-sized enterprises: The case of the Portuguese waste management sector. *Safety Science*, 129. <https://doi.org/10.1016/j.ssci.2020.104794>
- Shiferaw, Y., Abebe, T., & Mihret, A. (2012). Sharps injuries and exposure to blood and bloodstained body fluids involving medical waste handlers. *Waste Management & Research*, 30(12), 1299–1305. <https://doi.org/10.1177/0734242X12459550>
- Shin, K. H., Shin, S. H., Kang, K. J., & Kim, H. R. (2022). Radiation safety evaluation of workers on aerosol generated during radioactive waste processing in hot cell facility. *Journal of the Korean Physical Society*, 81(9), 848–857. <https://doi.org/10.1007/s40042-022-00632-6>
- Sycheva, L. P., Kiselev, S. M., & Shandala, N. K. (2021). Cytogenetic analysis (buccal micronucleus cytome assay) of radioactive waste management workers. *Genetic Toxicology and Environmental Mutagenesis*, 870–871, 503403. <https://doi.org/10.1016/j.mrgentox.2021.503403>
- Tak, S., Buchholz, B., Punnett, L., Moir, S., Paquet, V., Fulmer, S., Marucci-Wellman, H., & Wegman, D. (2011). Physical ergonomic hazards in highway tunnel construction: Overview from the Construction Occupational Health Program. *Applied Ergonomics*, 42(5), 665–671. <https://doi.org/10.1016/j.apergo.2010.10.001>
- Tsai, F. M., Bui, T.-D., Tseng, M.-L., Lim, M. K., & Hu, J. (2020). Municipal solid waste management in a circular economy: A data-driven bibliometric analysis. *Journal of Cleaner Production*, 275, 124132. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.124132>
- Tshivhase, S. E., Mashau, N. S., Ngobeni, T., & Ramathuba, D. U. (2022). Occupational health and safety hazards among solid waste handlers at a selected municipality South Africa. *Health SA*, 27, 1978. <https://doi.org/10.4102/hsag.v27i0.1978>
- Veiga-del-Baño, J. M., Cámara, M. Á., Oliva, J., Hernández-Cegarra, A. T., Andreo-Martínez, P., & Motas, M. (2023). Mapping of emerging contaminants in coastal waters research: A bibliometric analysis of research output during 1986–2022. *Marine Pollution Bulletin*, 194, 115366. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2023.115366>
- Venkataraman, S., Suguna, A., Surekha, A., & Sree Priyanka, R. S. (2022). Screening for respiratory morbidities and obstructive lung function among municipal waste handlers in Puducherry: A community-based cross-sectional study. *Journal of Family Medicine and Primary Care*, 11(3), 1119–1125. https://doi.org/10.4103/jfmpc.jfmpc_636_21
- Viegas, C., Pena, P., Dias, M., Gomes, B., Cervantes, R., Carolino, E., Twaruzek, M., Soszczynska, E., Kosicki, R., Caetano, L. A., & Viegas, S. (2022). Microbial contamination in waste collection:

Unveiling this Portuguese occupational exposure scenario. *Journal of Environmental Management*, 314, 115086. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2022.115086>

- Viegas, S., Veiga, L., Figueiredo, P., Almeida, A., Carolino, E., & Viegas, C. (2015). Assessment of workers' exposure to aflatoxin B1 in a Portuguese waste industry. *The Annals of Occupational Hygiene*, 59(2), 173–181. <https://doi.org/10.1093/annhyg/meu082>
- Wassiem, A., Zaki, G. R., Charl, F., & El-Gazzar, R. (2021). Biochemical changes among municipal solid waste sorting workers: Implications for personal protective equipment availability and use. *International Journal of Occupational Safety and Ergonomics*, 27(4), 1028–1038. <https://doi.org/10.1080/10803548.2019.1674504>
- Winn, F. J., Biersner, R. J., & Morrissey, S. (1996). Exposure probabilities to ergonomic hazards among miners. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 18(5), 417–422. [https://doi.org/10.1016/0169-8141\(95\)00104-2](https://doi.org/10.1016/0169-8141(95)00104-2)
- Wu, S., Zhou, J., Pan, Y., Zhang, J., Zhang, L., Ohtsuka, N., Motegi, M., Yonemochi, S., Oh, K., Hosono, S., & Qian, G. (2016). Dioxin distribution characteristics and health risk assessment in different size particles of fly ash from MSWIs in China. *Waste Management*, 50, 113–120. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2016.01.038>
- Yang, Y. C., Xue, M. Q., Xu, Z. M., & Huang, C. (2013). Health risk assessment of heavy metals (Cr, Ni, Cu, Zn, Cd, Pb) in circumjacent soil of a factory for recycling waste electrical and electronic equipment. *Journal of Material Cycles and Waste Management*, 15(4), 556–563. <https://doi.org/10.1007/s10163-013-0120-2>
- Zhao, H., Wu, Y., Lan, X., Yang, Y., Wu, X., & Du, L. (2022). Comprehensive assessment of harmful heavy metals in contaminated soil in order to score pollution level. *Scientific Reports*, 12(1), 1–13. Complementary Index. <https://doi.org/10.1038/s41598-022-07602-9>
- Zolnikov, T. R., Furio, F., Cruvinel, V., & Richards, J. (2021). A systematic review on informal waste picking: Occupational hazards and health outcomes. *Waste Management*, 126, 291–308. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2021.03.006>

8. Anexos

8.1. Anexo I – Equação de Pesquisa Análise Bibliométrica

ALL=((("Waste management") AND (((("occupational health") OR ("occupational safety") OR ("occupational Hygiene") OR ("safety at work") OR ("health at work") OR ("hygiene at work") OR ("work* safety") OR ("work* health") OR ("work* hygiene")) AND (("risk*") OR ("hazard*") OR ("exposure")) OR (("Environment* contamination") OR ("Environment* pollution") OR ("environment* degradation")))) NOT ("review"))))

8.2. Anexo II – Estratégia de Pesquisa Revisão Sistemática

8.2.1. ScienceDirect

A pesquisa na base de dados *Science Direct* foi realizada no dia 24 de dezembro de 2022, devido a limitação de uso de operadores booleanos a pesquisa foi efetuada com recurso a 5 expressões de pesquisa de forma individual. As expressões de pesquisa foram utilizadas no campo que permite pesquisar no título, resumo e palavras-chave. A pesquisa foi ainda restringida a *Research Articles* publicados entre 2012 e 2022.

Equação 1 "Waste management" AND ("occupational health" OR "occupational safety" OR "occupational Hygiene") AND ("risk" OR "hazard" OR "exposure") – da utilização desta foram obtidos 17 resultados.

Equação 2 "Waste management" AND ("safety at work" OR "health at work" OR "Hygiene at work") AND ("risk" OR "hazard" OR "exposure") – não obteve resultados

Equação 3 "Waste management" AND ("work safety" OR "work health" OR "work hygiene") AND ("risk" OR "hazard" OR "exposure") – 1 resultado.

Equação 4 "Waste management" AND ("risk" OR "hazard" OR "exposure") AND ("Environment contamination" OR "Environment pollution" OR "environment degradation") – 2 resultados

Equação 5 "Waste management" AND ("risk" OR "hazard" OR "exposure") AND ("Environmental contamination" OR "Environmental pollution" OR "environmental degradation") – Desta foram obtidos 49 resultados, no entanto só foram descarregados 48 visto um deles pertencer a uma revista que não estava subscrita.

No total, a pesquisa nesta base de dados resultou em 68 artigos.

8.2.2. Web of Science

A pesquisa foi efetuada no dia 27 de dezembro de 2022. A pesquisa para a *Web of Science* foi dividida em SST e ambiente. Assim foram utilizadas 4 expressões para pesquisar na parte de SST e outras 4 para pesquisar no âmbito do ambiente.

SST Equação 1 – a Equação 1 foi utilizada para pesquisa no título dos artigos. TI= ((Waste management) AND ((occupational health) OR (occupational safety) OR (occupational Hygiene) OR (safety at work) OR (health at work) OR (Hygiene at work) OR (work* safety) OR (work* health) OR (work* hygiene)) AND ((risk*) OR (hazard*) OR (exposure)) NOT (review)) – foram obtidos 6 resultados

SST Equação 2– a Equação 2 foi utilizada para pesquisa no resumo dos artigos

AB= ((Waste management) AND ((occupational health) OR (occupational safety) OR (occupational Hygiene) OR (safety at work) OR (health at work) OR (Hygiene at work) OR (work* safety) OR (work* health) OR (work* hygiene)) AND ((risk*) OR (hazard*) OR (exposure)) NOT (review)) – foram obtidos 447 resultados

SST Equação 3– a Equação 3 foi utilizada para pesquisa nas palavras-chave dos autores dos artigos.

AK= ((Waste management) AND ((occupational health) OR (occupational safety) OR (occupational Hygiene) OR (safety at work) OR (health at work) OR (Hygiene at work) OR (work* safety) OR (work* health) OR (work* hygiene)) AND ((risk*) OR (hazard*) OR (exposure)) NOT (review)) – foram obtidos 14 resultados

SST Equação 4– a Equação 3 foi utilizada para pesquisa nas Keywords plus dos autores dos artigos.

KP= ((Waste management) AND ((occupational health) OR (occupational safety) OR (occupational Hygiene) OR (safety at work) OR (health at work) OR (Hygiene at work) OR (work* safety) OR (work* health) OR (work* hygiene)) AND ((risk*) OR (hazard*) OR (exposure)) NOT (review)) – foram obtidos 7 resultados

Ambiente Equação 1 – a Equação 1 foi utilizada para pesquisa no título dos artigos.

TI = (("Waste management") AND (((("risk*") OR ("hazard*") OR ("exposure")) AND (("Environment* contamination") OR ("Environment* pollution") OR ("environment* degradation"))) NOT ("review")))) – resultado 0 artigos

Ambiente Equação 2 – a Equação 1 foi utilizada para pesquisa no resumo dos artigos.

AB = (("Waste management") AND (((("risk*") OR ("hazard*") OR ("exposure")) AND (("Environment* contamination") OR ("Environment* pollution") OR ("environment* degradation"))) NOT ("review")))) – resultado 76 artigos.

Ambiente Equação 3– a Equação 3 foi utilizada para pesquisa nas palavras-chave dos autores dos artigos.

AK = (("Waste management") AND (((("risk*") OR ("hazard*") OR ("exposure")) AND (("Environment* contamination") OR ("Environment* pollution") OR ("environment* degradation"))) NOT ("review")))) – 4 resultados

Ambiente Equação 4– a Equação 4 foi utilizada para pesquisa nas Keywords plus dos autores dos artigos.

KP = (("Waste management") AND (((("risk*") OR ("hazard*") OR ("exposure")) AND (("Environment* contamination") OR ("Environment* pollution") OR ("environment* degradation"))) NOT ("review"))))
– 0 resultados.

Da pesquisa efetuada na base de dados Web of Science resultaram 554 resultados.

8.2.3. EBSCOhost

Para a base de Dados *EBSCOhost*, a pesquisa foi efetuada no dia 27 de dezembro de 2022. No âmbito da SST a Equação utilizada foi a seguinte:

"Waste management" AND ("occupational health" OR "occupational safety" OR "occupational Hygiene" OR "safety at work" OR "health at work" OR "Hygiene at work" OR "work* safety" OR "work* health" OR "work* hygiene") AND ("risk*" OR "hazard*" OR "exposure") NOT "review" – associado à Equação de pesquisa foram utilizados os seguintes limitadores: texto integral; revistas científicas (analisadas pelos pares); Data de publicação: 20210101-20221231; Tipo de publicação: *Academic Journal*; Idioma: *English*; Texto integral em PDF. – Desta pesquisa foram obtidos 72 resultados.

No que diz respeito à pesquisa sobre os riscos ambientais:

"Waste management" AND ("risk*" OR "hazard*" OR "exposure") AND ("Environment* contamination" OR "Environment* pollution" OR "Environment* degradation") NOT "review" – associado à Equação de pesquisa foram utilizados os seguintes limitadores: texto integral; revistas científicas (analisadas pelos pares); Data de publicação: 20210101-20221231; Tipo de publicação: *Academic Journal*; Idioma: *English*; Texto integral em PDF. – Desta pesquisa foram obtidos 105 resultados.

No total desta base de dados foram recolhidos 177 resultados.