



Como identificar oportunidades de reutilização de resíduos sólidos:

Uma revisão

How to identify solid waste reuse opportunities: A review

Victor Gabriel da Cruz & Marco Aurélio de Carvalho

RESUMO

Os resíduos produzem um impacto significativo no meio ambiente. De acordo com uma projeção de 2016 do Banco Mundial, se as atividades e comportamentos humanos atuais continuarem os mesmos, a quantidade de resíduos sólidos urbanos em todo o mundo deverá crescer de 2,01 bilhões de toneladas em 2016 para 3,40 até 2050. Para mudar essa tendência, as legislações sobre resíduos em todo o mundo estão se tornando mais severas. Apenas cerca de 19% dos resíduos são recuperados: 13,5% por meio da reciclagem e 5,5% por meio da compostagem. De acordo com a hierarquia de gestão de resíduos, a reutilização deve ser uma prioridade maior do que a recuperação e reciclagem de materiais, por conta da menor energia que tende a ser utilizada. Para priorizar o reaproveitamento de resíduos, a questão de como fazer se torna importante. Neste artigo, através de uma pesquisa sistemática na literatura sobre a geração e gestão de resíduos, a identificação e categorização das metodologias que podem fornecer alguma orientação sobre como encontrar ferramentas, técnicas, métodos e abordagens que permitam revelar e identificar oportunidades de reuso foi realizada.

Palavras-chave: Revisão literária, Gestão de resíduos, Oportunidades de reuso.

ABSTRACT

Waste produces a significant impact on the environment. According to a 2016 projection by the World Bank, if the current human activities and behaviors continue the same, the amount of worldwide municipal solid waste is expected to grow from 2.01 billion tonnes in 2016 to 3.40 by 2050. To change this trend, waste legislations around the world are becoming more severe. Only around 19% of the waste material is recovered: 13.5% through recycling and 5.5% through composting. According to the hierarchy of waste management, reuse should be a higher priority than material recovery and recycling, because less energy tends to be used. In order to prioritize waste reuse, the question of how to do it becomes important. In this article, through a systematic search on the generation and waste management literature. Identification and categorization of the methodologies that can provide some guidance on how to find tools, techniques, methods and approaches that can make it possible to reveal and identify reuse opportunities was made.

Keywords: Literature review, Waste management, Reuse opportunities.

1. INTRODUÇÃO

Um dos maiores problemas que a humanidade enfrenta nos dias de hoje está relacionado com o impacto e a crescente deterioração do meio ambiente. Nas últimas décadas, as tendências no gerenciamento de resíduos e proteção ambiental focaram no desenvolvimento de métodos mais limpos de produção e de ecologia industrial para reduzir e evitar o esgotamento de recursos. Essas tendências de gerenciamento de resíduos,

*Engenharia Mecânica, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, Paraná, Brasil; Victorcruz.2019@alunos.utfpr.edu.br

† Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Curitiba; Marcoaurelio@utfpr.edu.br



possuem o objetivo de converter os desperdícios que se encontram em um ponto do sistema para recursos sobre um outro ponto.

“O conceito de redução, reuso e reciclagem (3R) dá ênfase nos conceitos de ciclos fechados através do reuso e reciclagem tanto dos recursos quanto da energia” (Usapein; Chavalparit, 2014, p.01). De acordo com a hierarquia de gestão de resíduos, a prioridade inicial é dada para redução do uso de recursos, seguida da reutilização e por fim a recuperação/reciclagem dos materiais. A definição de

reuso se refere a retornar parte do fluxo de resíduos de um produto para ser usado repetidamente sob o mesmo propósito. Reuso efetivo preserva a estrutura do material ou componente e não requer tempo adicional ou energia para utilidade. Exemplos de reusos incluem o reuso imediato de materiais no local extraídos de um projeto de demolição/desconstrução, ou reutilizar materiais que sobraram para um projeto no futuro ou em progresso (Yeheyis et al, 2013, p. 02).

Na literatura os exemplos de reusos estão quase sempre ligados a técnicas de tentativa e erro. A falta de esclarecimento sobre o assunto chamou a atenção, reuso deveria ser um processo mais controlável e com isso em mente, quais são as abordagens que criam/identificam oportunidades de reuso? Para responder esta questão, propõem-se esta revisão sistemática da literatura sobre os métodos de gestão de resíduos sólidos existentes com o propósito de encontrar abordagens, ferramentas, metodologias e técnicas que possam ajudar a identificar ou criar oportunidades de reutilização.

2. METODOLOGIA

A metodologia utilizada nessa pesquisa seguiu o modelo de Xiao & Watson (2019), que consiste em oito passos:

- Formular o problema da pesquisa.
- Desenvolver um protocolo de revisão.
- Procurar a literatura.
- Verificação para inclusão.
- Acessar qualidade.
- Análise e sintetização das informações.
- Apresentação dos resultados.

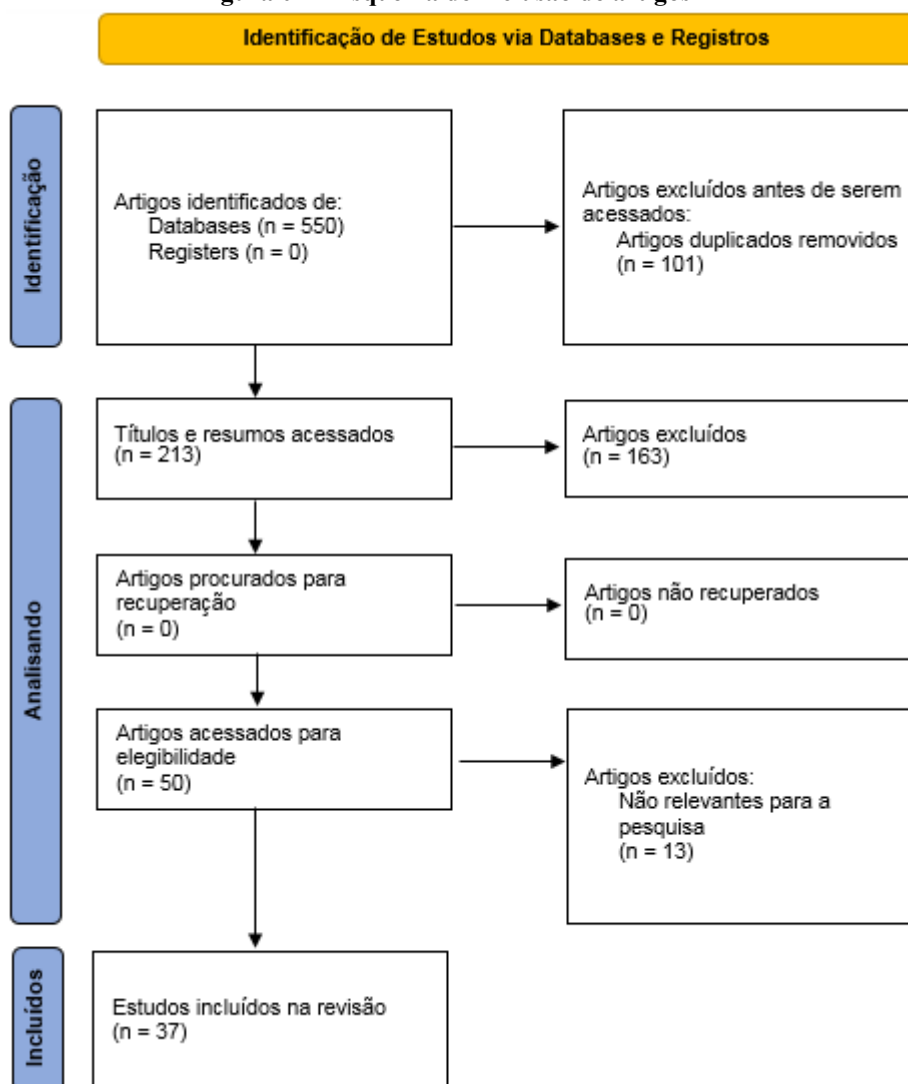
Visando encontrar os textos que tratavam ou estavam próximos do assunto, a seguinte string com palavras-chaves foi utilizada: Solid AND (waste OR rubbish OR garbage) AND (reuse OR repurpose OR reutilize) AND (technique OR tool OR method OR methodology OR approach) AND ((identify OR find OR pinpoint OR spot OR recognize) OR (create OR conceive OR design OR device OR discover OR invent)) AND (opportunity OR idea OR concept OR design OR solution).

A pesquisa foi feita nas bases de dados Web of Science e Scopus. Para cada artigo relevância preliminar foi determinada de acordo com o maior número de citações, os estudos foram organizados do maior número de citações para o menor, em seguida, analisando seus respectivos títulos e resumos, se o conteúdo fosse de relevância a pesquisa, a obtenção das referências completas incluindo ano, autor e texto era realizada para análise posterior.

Um total de quinhentos (550) artigos foram coletados para análise posterior de seus títulos e resumos. Mendeley Desktop foi utilizado para reunir, organizar e selecionar os pontos mais importantes dos estudos que poderiam fornecer alguma ferramenta para encontrar oportunidades de reuso.

Dos quinhentos e cinquenta (550) artigos iniciais, cento e um (101) foram eliminados por estarem duplicados e duzentos e treze (213) artigos tiveram seus títulos e resumos lidos, desses somente os cinquenta (50) mais relevantes para essa pesquisa foram selecionados para obtenção dos textos completos. Após a leitura dos textos completos, aqueles que falharam em fornecer alguma ferramenta ou metodologia para encontrar reusos e que não eram de ajuda para o estudo foram excluídos. Um total de trinta e sete (37) artigos foi utilizado nesta pesquisa, o esquema de inclusão de artigos pode ser observado na figura 01.

Figura 01 – Esquema de inclusão de artigos



Fonte: Autoria própria (2021)

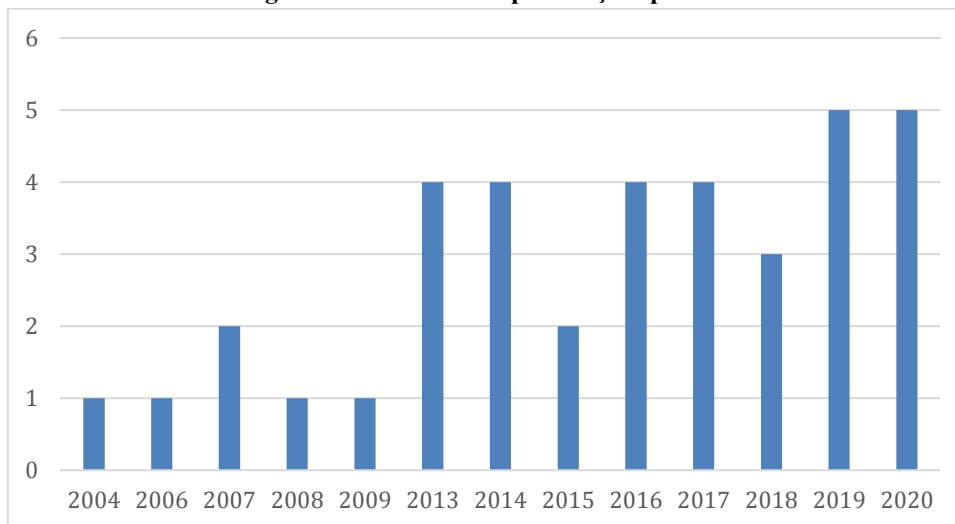
Nesta pesquisa foram incluídos somente artigos que forneciam alguma orientação sobre as metodologias para encontrar oportunidades de reuso. Textos que tratavam de reusos de líquidos, Gases, sólidos orgânicos e que tratavam o material em diversos processos para fornecer alguma reutilização foram excluídos desta pesquisa. Somente textos na língua inglesa foram utilizados.

3. RESULTADOS



Os artigos analisados tinham seus temas centrais envoltos no gerenciamento de resíduos sólidos. Na figura 02 é possível observar a divisão dos artigos pelos seus anos de publicação.

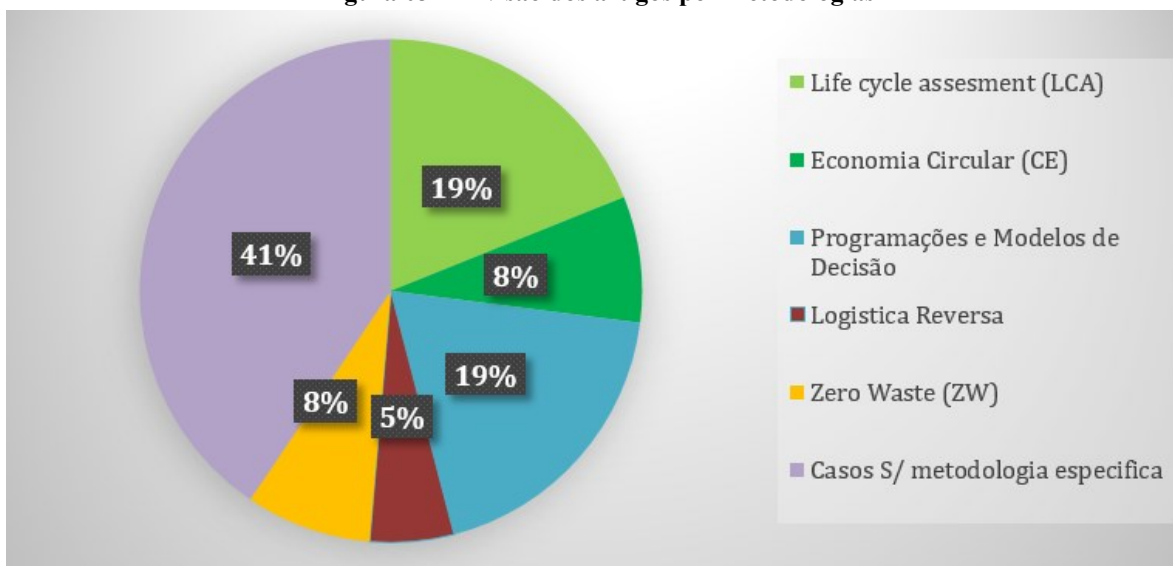
Figura 02 – Número de publicações por ano



Fonte: Autoria própria (2021)

Nota-se o aumento crescente das pesquisas, principalmente entre o ano de 2009 e 2013. Na figura 03, os artigos foram agrupados de acordo com as ferramentas e metodologias que tinham em comum para identificar ou que poderiam ajudar a identificar as oportunidades de reusos.

Figura 03 – Divisão dos artigos por metodologias



Fonte: Autoria Própria (2021).

As metodologias são discutidas abaixo.

3.1 Discussão sobre as metodologias



LCA é um processo que analisa os impactos ambientais dos produtos da criação a eliminação. Segundo Viera et al (2016), nessa metodologia o ciclo de vida de um material é a sequência de transformações da matéria prima e energia, incluindo a extração de matéria prima, manufaturação, uso, recuperação de material, reciclagem e reuso, com o propósito de otimizar o uso que a sociedade faz dos recursos. “LCA promove uma ferramenta para avaliar a carga ambiental de produtos e processos (bens e serviços) durante seu ciclo de vida do berço ao túmulo” (Yeheyis et al, 2016, p. 05). A metodologia consiste em 4 diferentes etapas, (1) definir o objetivo e escopo do estudo, (2) Criar um inventário de ciclo de vida dos materiais, (3) Avaliação dos impactos do ciclo de vida dos produtos e (4) Interpretar os resultados.

A CE como descreve Preston (2012), diferente da economia linear que é baseada no uso extensivo dos recursos, o que garante impactos negativos ao ambiente devido a geração de resíduos, a economia circular envolve a reutilização dos materiais como os resíduos do processo de fabricação para se tornar uma fonte potencial de materiais para outros processos. “A ideia central é reter recursos nos processos produtivos a partir do seu reaproveitamento, produzindo mais valor agregado por um período maior de tempo, em um sistema produtivo o mais fechado possível” (Aceleanu et al, 2019, p. 02). A ideia central da metodologia e divindade em três etapas:

- Limitar os ciclos de recursos – Menor uso de materiais na entrada da produção, a fim da menor saída de resíduos no final da vida.
- Reduzir os ciclos – Objetivo de prolongar a vida útil do material.
- Fechar ciclos de recurso – Reuso e reciclagens.

A logística reversa compreende o setor de cadeias de abastecimento que processa os produtos e desperdícios que retornam para dentro através da cadeia de abastecimento. O fluxo de produto tradicional começa com os fornecedores e segue para uma fábrica ou distribuidor. Neste ponto, as mercadorias vão para varejistas e clientes. A gestão da logística reversa começa no consumidor e, na direção oposta, devolve produtos a qualquer ponto da cadeia de suprimentos. A metodologia incorpora reusos e incorpora uma visão organizacional sobre os problemas relacionados ao deslocamento e tratamento de resíduos, além de motivar as indústrias a uma postura mais amigável com o meio ambiente.

Com relação a ZW, “Uma variedade de definições existe para Zero Waste dependendo do foco primário. Estes incluem ‘Zero resíduos para aterro’ e ‘Zero emissões de resíduos para a terra, mar e ar’” (Cole et al, 2014, p. 02). O conceito de ZW vai além do objetivo de maximizar reciclagens e reusos e foca na hierarquia de desperdícios, visando a recuperação de todos os recursos, e ainda pretende reduzir a quantidade de resíduos coletados, reutilizando e reciclando progressivamente em proporções cada vez maiores, projetando e gerenciando processos para eliminar os desperdícios e mitigar os impactos ambientais. ZW apresenta forte ligação com os conceitos 3R.

As programações e modelos de decisões são estudos de caso realizados de forma sistêmica, a ideia é que através da coleta de dados e da visualização dos desperdícios, seja possível modelar ferramentas que seguem fórmulas e que dão resultados mais precisos com relação a como reutilizar/reciclar e qual os benefícios dessas recuperações. Enquanto os casos sem metodologia específica, se resumem em reusos de materiais específicos como o uso de pneus para drenagem sorptiva e de desmontagem de estruturas de ferros para o mesmo propósito. Além disso dentro desse último caso temos os estudos das normas sociais e as políticas que podem ser implementadas para aumentar o comprometimento e influenciar a melhora dos comportamentos da comunidade diante de recuperação de recursos.

4. CONCLUSÃO



A revisão na literatura de gerenciamento de resíduos, deixou claro a crescente preocupação com os impactos e a deterioração do meio ambiente. As pesquisas sobre o assunto nos países ao redor do mundo têm aumentado significativamente. Metodologias como LCA, economia circular, logísticas reversas, ZW além dos diversos sistemas de programação e modelos de decisão, se mostram efetivas no aumento das iniciativas de reuso e na identificação dessas oportunidades. O reuso está ligado a diversos fatores industriais e a outras tentativas de recuperação de materiais que estão consoantes com a diminuição nos impactos ambientais e que visam zero desperdícios, uso intensivo/aumento da vida útil dos materiais, criação de ciclos de uso e descarte além de evidenciar políticas que aumentam o engajamento da comunidade nas recuperações e reutilizações de materiais.

O presente estudo por meio de uma revisão sistemática da literatura, identificou ferramentas, metodologias, técnicas e abordagens que trazem a luz oportunidades de reuso. Essas oportunidades de reuso estão diretamente ligadas a maior rentabilidade do uso de materiais, ao ciclo fechado (input e output) dos produtos, estudos feitos em campos e com materiais específicos da indústria, além de iniciativas que promovem maior participação na visualização e utilização de oportunidades de reuso.

AGRADECIMENTOS

Agradecimentos ao professor orientador Marco A. de carvalho, a Coordenação de aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES), Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e tecnológico (CNPq), Fundação Araucária e a Fundação de Apoio à Universidade Tecnológica Federal do Paraná (FUNTEF-PR).

REFERÊNCIAS

- Xiao, Yu; Watson, Maria. Guidance on conducting a Systematic literature Review, *Journal of Planning Education and Research*, n. 39, p. 93-112, 2019.
- Yeheyis, Muluken et al. An overview of construction and demolition waste management in Canada: A lifecycle analysis approach to sustainability, *Clean Technologies and Environmental Policy*, n. 15, p. 81-91, 2013.
- Vieira, Darli; Calmon, João; Coelho, Felipe. Life Cycle Assessment (LCA) applied to the manufacturing of common and ecological concrete: A review, *Construction and Building Materials*, n. 124, p. 656-666, 2016.
- Usapein, Parnuwait; Chavalparit, Orathai. Development of sustainable waste management toward zero landfill waste for the petrochemical industry in Thailand using a comprehensive 3R methodology: A case study, *Waste Management & Research: The Journal for a Sustainable Circular Economy*, n. 32, p. 509-518, 2014.
- Preston, Felix. A Global Redesign? Shaping the Circular Economy, *Journal: Energy, Environment and Resource Governance*, n. , p. 1-20, 2012.
- Acelandu, Mirela et al. The Management of Municipal Waste through Circular Economy in the Context of Smart Cities Development, 2019.
- Cole, Chistine et al. Towards a zero waste strategy for an english local authority, *Journal: Resources, Conservation and Recycling*, n. 89, p. 64-75, 2014.