

Sistemas de captação de lixo flutuante: Revisão Sistemática de Literatura

Floating trash collection systems: Systematic Literature Review

Sistemas flotantes de recolección de basura: revisión sistemática de literatura

Felipe Arlindo Silva

Mestrando em Ambiente Construído, UFJF, Brasil.
felipe.arlindo@arquitetura.ufjf.br

Cecilia de Mattos Canella

Mestranda em Ambiente Construído, UFJF, Brasil.
cecilia.canella@engenharia.ufjf.br

José Alberto Barroso Castañon

Professor Doutor, UFJF, Brasil.
jose.castanon@ufjf.edu.br

RESUMO

O lixo flutuante nos corpos de água superficiais se tornou um grave problema ambiental, em especial após o aumento na produção de materiais plásticos e descartáveis. A pesquisa buscou, através de uma Revisão Sistemática de Literatura (RSL), sintetizar os estudos realizados sobre o tema, entre os anos de 2014 a 2019, nas plataformas "Periódicos CAPES" e "Science Direct". Foram encontrados 225 artigos com as palavras-chave, previamente definidas, nas duas plataformas, dentre os quais apenas três correspondiam a pergunta central "Quais as tecnologias desenvolvidas que contribuem com o processo de retirada de lixo flutuantes de corpos de água superficiais?". Com isso, é evidenciada a carência de estudos voltados para solucionar o problema de poluição hídrica por resíduos sólidos.

PALAVRAS-CHAVE: Lixo flutuante, resíduos sólidos, revisão sistemática de literatura.

ABSTRACT

Floating waste in surface water has become a serious environmental problem, especially after the increase in the plastic production and disposable materials. The research sought, through a Systematic Literature Review (SLR), to synthesize the studies conducted on the theme, from 2014 to 2019, in the platforms "Periódicos CAPES" and "Science Direct". We found 225 articles with the keywords, previously defined, in both platforms, among which only three answered the central question "What are the developed technologies that contribute to the process of floating trash collection from surface water bodies?". Thus, the absence of studies aimed at solving the problem of water pollution by solid waste is evidenced.

KEYWORD: *Floating waste, floating trash, solid waste, systematic literature review.*

RESUMEN

Los desechos flotantes en las aguas superficiales se han convertido en un problema ambiental serio, especialmente después del aumento en la producción de plástico y materiales desechables. La investigación buscó, a través de una Revisión sistemática de literatura (SLR), sintetizar los estudios realizados sobre el tema, de 2014 a 2019, en las plataformas "Periódicos CAPES" y "Science Direct". Encontramos 225 artículos con las palabras clave, previamente definidas, en ambas plataformas, entre las cuales solo tres respondieron la pregunta central "¿Cuáles son las tecnologías desarrolladas que contribuyen al proceso de recolección de basura flotante de los cuerpos de agua superficiales?". Por lo tanto, se evidencia la ausencia de estudios destinados a resolver el problema de la contaminación del agua por desechos sólidos.

PALABRA CLAVE: *Desechos flotantes, basura flotante, desechos sólidos, revisión sistemática de literatura.*

INTRODUÇÃO

Com o aumento exponencial da população atrelado ao crescente padrão de consumo, uma alta demanda de plástico e materiais descartáveis é exigido para e pela à sociedade. O plástico é um material versátil, resistente, leve e traz inovações para o desenvolvimento da população. Na área da saúde, por exemplo, o uso dos descartáveis evita a contaminação de quem manuseia o material, enquanto no setor alimentício é usado para aumentar a vida útil dos alimentos. Em 1950, a produção de plásticos girava em torno de 2 milhões de toneladas, em 2016 a produção alcançou 396 milhões de toneladas. É esperado que em 2030 esse número chegue a 550 milhões de toneladas (VASCONCELOS, 2019).

Porém, com a grande produção, há a necessidade de lidar com a grande quantidade de resíduos gerados. A poluição por plástico no ambiente marinho e fluvial é um quadro particularmente alarmante. A problemática com o plástico tornou-se visível em 1997, quando o oceanógrafo americano Charles Moore se deparou com uma enorme área de flutuação lixo, apelidada de “Great Pacific Garbage Patch”, enquanto o mesmo navegava pelo Oceano Pacífico do Havaí à Califórnia. Logo após este fato descobriu que outros oceanos também continham similar concentrações de lixo, sendo a maioria de plástico. “Em um mundo base, cerca de 70% de todo o lixo do mar é plástico”, diz o biólogo marinho Richard Thompson da Universidade de Plymouth, Reino Unido (REED, 2015). Estima-se que, por ano, 8 milhões de toneladas de lixo plástico chega aos oceanos, como é o exemplo da Grande Mancha de Lixo Pacífico, maior concentração de plástico do mar de todo o planeta, está localizada entre o Havaí e a Califórnia, justamente a mesma área citada anteriormente descoberta em 1997 por Charles Moore, em que hoje e até 16 vezes maior do que se tinha notícia e pesa cerca 80 mil toneladas (VASCONCELOS, 2019).

Em geral, quando resíduos chegam aos oceanos, estes são levados pelos rios. Dez rios carregam no mundo, sozinhos, mais de 90% dos resíduos plásticos destinados ao mar. O maior rio da Ásia, o Yangtzé, na China, transporta 1.469.481 tonelada, o Indo, na Índia, 164.332 toneladas, o rio Amarelo, também na China, 124.249 toneladas e o rio Nilo, no Egito, 84.792 toneladas. Na África, o Níger, que abrange os países Guiné, Mali, Níger, Benim e Nigéria, conduz 35.196 toneladas de plástico no mar (ONU, 2019).

O acúmulo de resíduos nos oceanos é uma questão complexa, atrelada a fatores políticos, econômicos e sociais. A gestão ineficaz dos resíduos sólidos é resultado da manipulação descuidada desses materiais, associada a aspectos de nível educacional, poder aquisitivo, e ineficiência do sistema de coleta em cada região (BERNARDINO & FRANZ, 2014).

Esta pesquisa tem por objetivo estudar a relevância da temática sobre os resíduos flutuantes nos últimos anos através do método de Revisão Sistemática de Literatura, bem como compreender e correlacionar as discussões que circundam as discussões sobre o uso de tecnologias para a redução de lixos flutuantes em rios e oceanos.

REFERENCIAL TEÓRICO

Lixo flutuante pode ser definido como resíduo sólido de origem antrópica, ou seja, proveniente da produção humana, que tem como destinação final corpos de água superficiais. Cerca de 80% do lixo são provenientes de gestão inadequada dos resíduos sólidos e 20% por atividades marítimas. O lixo marinho é composto, em sua maioria, por plástico, borracha, metal, vidro, têxtil e papel (MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, 2019).

O lixo flutuante causa prejuízo direto no turismo, resultando em problemas econômicos (ARAÚJO & COSTA, 2019), além de afetar comunidades tradicionais de atividade pesqueira, uma vez que os resíduos se misturam ao pescado dentro das redes (BERNARDINO & FRANZ, 2016). O lixo diminui a qualidade de vida da população, além de colocar em risco a fauna marinha, como peixes, mamíferos e aves marinhas (FARIAS, 2014). Garrafas e recipientes plásticos podem aprisionar pequenos animais, sacolas plásticas são comumente confundidas com alimentos por tartarugas e cetáceos e, quando ingeridas, causam a morte desses animais por obstrução do aparelho digestivo (ARAÚJO & COSTA, 2019). Segundo o Fórum Econômico Mundial de 2016, em 2050 haverá mais plástico do que peixes nos oceanos, evidenciando a urgência de tratar o lixo flutuante como uma prioridade.

Cerca de 80% dos resíduos flutuantes chegam à costa através dos rios, considerando os padrões de circulação das águas. Considerando que a maior parte da população mundial vive nas regiões costeiras, uma parcela considerável da sociedade é afetada pela poluição marinha (FARIAS, 2014). É importante ressaltar que banhistas também são responsáveis por parte deste lixo quando deixam resíduos na areia das praias. Ventos, ondas e marés transferem o lixo para água, tornando a coleta mais difícil (ARAÚJO & COSTA, 2019). Assim, o volume de resíduo se torna um problema ambiental de nível mundial.

REVISÃO SISTEMÁTICA DE LITERATURA (RSL)

A RSL consiste em uma técnica de pesquisa abrangente de estudos publicados sobre determinado tema, de forma a compilar as informações e conhecimentos do assunto em questão. Essa técnica auxilia no direcionamento do estudo, com metodologia baseada em busca, seleção, análise crítica dos estudos e sínteses dos resultados (GONÇALVES et al, 2018). Como ponto de partida, está a definição da pergunta central do estudo, que será a base para a análise crítica e norteadora da avaliação dos títulos, resumos e palavras-chave (SANCHES, ABDALLA, ALBERTO, 2018).

Em um segundo momento, é necessário delinear o escopo da revisão a ser seguida, de forma que permita que essa mesma metodologia pode ser replicada. Dessa forma, a organização da base de dados, assim como os critérios de seleção dos estudos devem ser descritos e seguidos por um protocolo (SETEI et al, 2018). Após isso, os estudos avaliados como relevantes são separadas para síntese e análise crítica dos mesmos, considerando a qualidade dos estudos e

sua importância para o objetivo da pesquisa (GONÇALVES et al, 2018).

OBJETIVO

Os objetivos de uma RSL consistem em delimitar a questão abordada na pesquisa, identificar as principais publicações, assim como autores citados, métodos e técnicas utilizadas. Com isso, obtém-se um direcionamento para futuras publicações a respeito do tema (SANCHES, ABDALLA, ALBERTO, 2018).

MÉTODO DE ANÁLISE

Para a busca do referencial teórico do tema, optou-se pela Revisão Sistemática de Literatura (RSL). Em um primeiro momento, foi definida a pergunta norteadora das pesquisas e buscas nas plataformas, bem como as palavras chave que seriam utilizadas.

A pergunta em questão foi definida como “Quais as tecnologias desenvolvidas que contribuem com o processo de retirada de lixo flutuantes de corpos de água superficiais?”. É importante ressaltar que, para o presente estudo, corpos de água superficiais são definidos como “águas doces, salobras e salinas”, de acordo com a Resolução CONAMA, nº 357 (2005).

Com a definição da pergunta, foram escolhidas as palavras-chave que conduziram a busca, assim como as plataformas de busca “Periódicos CAPES” e “Science Direct”. Não foram considerados na pesquisa artigos sem acesso gratuito através dessas plataformas.

Tabela 1 - Palavras-chave utilizadas na RSL

Palavras chave	
Inglês	Português
Floating waste	Resíduo flutuante
Floating trash	Lixo flutuante
Floating residue	Coleta de lixo flutuante
Floating waste collection	Coleta de resíduos flutuante
Floating trash collection	
Floating residue collection	

Fonte: Os autores

Os artigos passaram por uma identificação de adequação ao tema, sendo analisados por título, resumo, objetivo, conclusão, introdução, metodologia e resultados, respectivamente. Foram consideradas somente publicações de 2014 a 2019. Os artigos enquadrados foram avaliados de forma crítica e sintetizados para discussão posterior.

Tabela 2 - Etapas das RSL

Delimitação do tema
Definição das palavras chave
Identificação dos estudos relevantes ao tema com data limite de seis anos de publicação
Avaliação do conteúdo
Súmula do conteúdo avaliado
Discussão e resultados

Fonte: Os autores

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Para uma melhor organização e compreensão dos dados coletados foram separadas em tabelas as informações coletadas, primeiro o total encontrado na plataforma, depois a quantidade e a porcentagem correspondente aos últimos 6 anos e por fim a relação por ano das publicações relativas a cada uma das palavras-chave, como é mostrado nas tabelas 3 e 4.

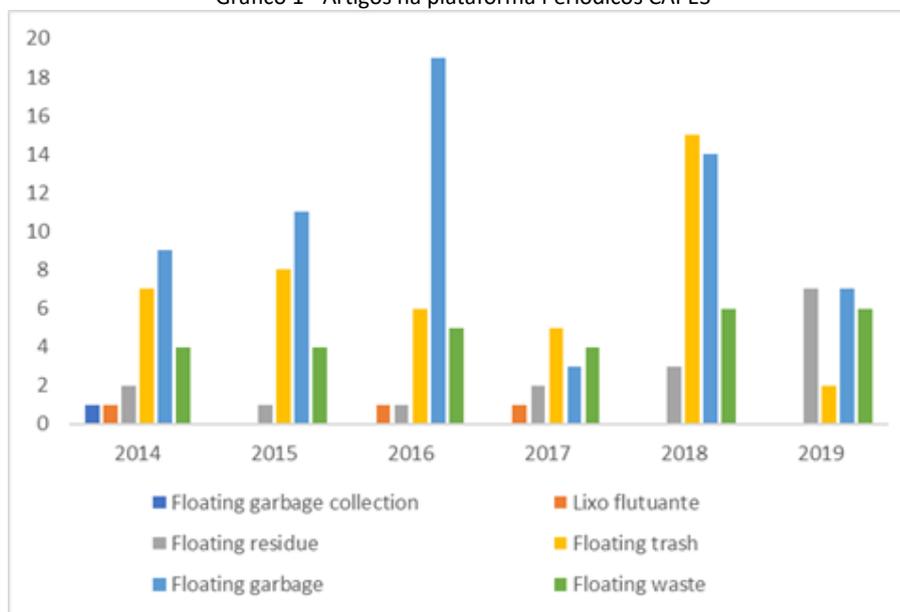
Tabela 3 - Artigos encontrados na plataforma Periódicos CAPES

PLATAFORMA	ARTIGOS ENCONTRADOS						DATA
	PALAVRAS - CHAVE						
	Floating garbage collection	Lixo flutuante	Floating residue	Floating trash	Floating garbage	Floating waste	
Periódicos CAPES	1	5	57	187	318	107	Total disponível (A)
Porcentagem diferencial	100,00%	60,00%	28,07%	22,99%	19,81%	27,10%	2014 - 2019* (B)
Periódicos CAPES	1	1	2	7	9	4	2014
	0	0	1	8	11	4	2015
	0	1	1	6	19	5	2016
	0	1	2	5	3	4	2017
	0	0	3	15	14	6	2018
	0	0	7	2	7	6	2019*
Somatório dos anos	1	3	16	43	63	29	154

*Dados levantados até 12 de setembro de 2019

Fonte: Os autores

Gráfico 1 - Artigos na plataforma Periódicos CAPES



Fonte: Os autores

Na busca através da plataforma Periódicos CAPES, foram identificados 154 artigos com as palavras chave selecionadas realizada no dia 12 de setembro de 2019. Para as palavras chave “resíduo flutuante”, “coleta de resíduo flutuante”, “coleta de lixo flutuante”, nenhum artigo foi encontrado na plataforma. Para “floating garbage collection”, apenas um artigo foi encontrado e se encontrava indisponível para acesso.

A palavra-chave “floating residue” resultou em 16 artigos dentro do período estipulado. Porém, em maioria, os artigos são relacionados à área da biologia. A expressão é mais usada para tipos específicos de resíduos industriais e também resíduos orgânicos provenientes de algas marinhas, não trazendo respostas à questão específica de tecnologia de retirada de resíduos sólidos flutuantes da pesquisa em questão.

Para as palavras chave “lixo flutuante”, “floating garbage” e “floating waste”, alguns títulos de artigos foram selecionados, porém não foi possível a avaliação por não ter acesso gratuito ao conteúdo.

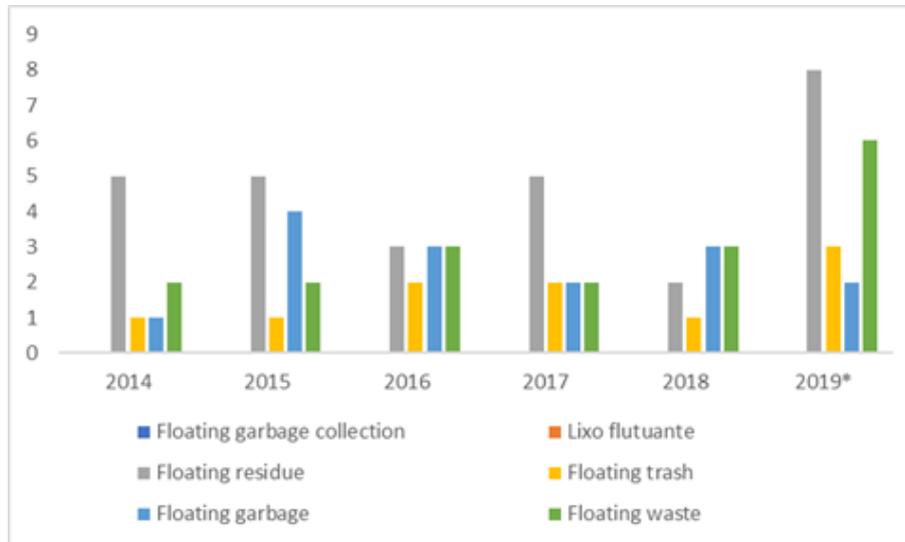
Tabela 4 - Artigos encontrados na plataforma Science Direct

PLATAFORMA	ARTIGOS ENCONTRADOS						DATA
	PALAVRAS - CHAVE						
	Floating garbage collection	Lixo flutuante	Floating residue	Floating trash	Floating garbage	Floating waste	
Science Direct	0	0	71	28	28	44	Total disponível
	0	0	28	10	15	18	2014 - 2019*
Porcentagem diferencial	-	-	39,44%	35,71%	53,57%	40,91%	
Science Direct	0	0	5	1	1	2	2014
	0	0	5	1	4	2	2015
	0	0	3	2	3	3	2016
	0	0	5	2	2	2	2017
	0	0	2	1	3	3	2018
	0	0	8	3	2	6	2019*
Somatório dos anos	0	0	28	10	15	18	71

*Dados levantados até 12 de setembro de 2019

Fonte: Os autores

Gráfico 2 - Artigos encontrados na plataforma Science Direct



Fonte: Os autores

Na busca através da plataforma Science Direct, foram identificados 71 artigos com as palavras chave selecionadas realizada no dia 12 de setembro de 2019. Para as palavras chave “resíduo flutuante”, “coleta de resíduo flutuante”, “coleta de lixo flutuante”, “lixo flutuante” e “floating garbage collection”, nenhum artigo foi encontrado na plataforma.

Dos iniciais 154 artigos encontrados na Plataforma CAPES, apenas 2 tratavam especificamente do tema ao qual foi pretendido obter informações com a Revisão Sistemática de Literatura. O

primeiro, intitulado “ALTER TERRA: Using trash to clean up trash” de Oscar Romo (2019), trata da criação e uso de uma tecnologia chamada se booms, que se trata de uma malha de metal ligada em peças articuladas de concreto com agregados provenientes de resíduos sólidos plásticos, desta forma o lixo flutuante é capturado e coletado para remoção (ROMO, 2019). O segundo, intitulado “Brase: Seabins catch pollution, should catch globe's attention” da UWIRE Text (2016), trata do Seabins, filtros que coletam lixo flutuando no oceano em um balde de cinco litros.

Dos iniciais 71 artigos encontrados na Plataforma Science Direct, apenas 1 tratava especificamente do tema ao qual foi pretendido obter informações com a Revisão Sistemática de Literatura. O artigo, intitulado “Treatment characteristics of microplastics at biological sewage treatment facilities in Korea” de Hyesung Leea, Yongjin Kim (2018), trata da eficiência no uso de técnicas de específicas nas “sewage treatment facilities (STF)” (equivalente às Estações de Tratamento de Esgoto - ETE) para a filtragem e retenção se microplásticos provenientes das residências.

Com este breve resultado, de um total se 225 artigos, apenas 3 tratam ou correlacionam com o uso de tecnologias no processo de tratamento de resíduos flutuantes. Esse resultado evidencia a carência de estudos voltados para este fim, ainda que o lixo flutuante se mostre um grave problema a nível mundial.

CONCLUSÃO

O presente estudo buscou apresentar a problemática do lixo flutuante nos corpos de água superficiais através do método de RSL. A RSL foi realizada com duas plataformas “Periódicos CAPES” e “Science Direct”, com um total de dez palavras-chave em português e inglês.

Três artigos foram encontrados que respondiam à questão levantada pela pesquisa “Quais as tecnologias desenvolvidas que contribuem com o processo de retirada de lixo flutuantes de corpos de água superficiais?”. O método se mostrou eficiente para a pesquisa, evidenciando o pequeno número de estudos realizados voltados para o tema.

Com isso, a pesquisa apresenta a necessidade de estudos voltados para novas tecnologias de coleta e tratamento de resíduos sólidos nos corpos hídricos, reduzindo os riscos ambientais e para saúde humana representados por esse tipo de poluição.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARAÚJO. M. C. B. COSTA. M. F. **Lixo no ambiente marinho**. Ciência Hoje. v 32. n 191. p 64-69. 2019.

BERNARDINO. D. FRANZ. B. **Lixo flutuante na Baía de Guanabara: passado, presente e perspectivas para o futuro**. Desenvolv. Meio Ambiente, v. 38, p. 231-252, agosto 2016.

CONSELHO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE. **Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras**

providências. Resolução CONAMA nº 357, de 17 de março de 2005

FARIAS. S.C.G. **Acúmulo de deposição de lixo em ambientes costeiros: a praia oceânica de Piratininga - Niterói.** Geo UERJ. Rio de Janeiro - Ano 16, no. 25, v.2, p. 276-296. 2014.

GONÇALVES. A. T. T. MORAES. F. T. F. MARQUES. G. L. LIMA. J. P. LIMA. R. S. **Urban solid waste challenges in the BRICS countries: a systematic literature review.** Rev. Ambient. Água. vol. 13 n. 2, e2157 - Taubaté 2018.

LEE, Hyesung; KIM, Yongjin. **Treatment characteristics of microplastics at biological sewage treatment facilities in Korea.** Marine Pollution Bulletin, v. 137, p. 1-8, 2018.

MILLER. K. A. WEBB. J. A. LITTLE. S. C. STEWARDSON. M. J. **Environmental Flows Can Reduce the Encroachment of Terrestrial Vegetation into River Channels: A Systematic Literature Review.** Environmental Management (2013) 52:1202–1212.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Plano de Combate ao Lixo no Mar.** Agenda Nacional de Qualidade Ambiental Urbana. Brasília. 2019.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. **ONU Meio Ambiente e parceiros miram a poluição nos rios para reduzir o lixo marinho,** Acesso em: <<https://nacoesunidas.org/onu-meio-ambiente-e-parceiros-miram-a-poluicao-nos-rios-para-reduzir-o-lixo-marinho/>>. 2019.

REED, Christina. **Dawn of the Plasticene.** NewScientist, Paris, France, p. 28-32, 31 jan. 2015.

ROMO, Oscar. **ALTER TERRA: Using Trash to Clean Up Trash.** Earth Island Journal, Vol. 34, Issue 2, 22 junho de 2019.

SANCHES, Leonardo; ABDALLA, José Gustavo Francis; ALBERTO, Klaus Chaves. **As pesquisas sobre sistemas generativos: uma revisão sistemática de literatura.** PARC Pesquisa em Arquitetura e Construção, Campinas, SP, v. 9, n. 2, p. 133-151, jun. 2018. ISSN 1980-6809. Acesso em: 24 maio 2018. doi:<https://doi.org/10.20396/parc.v9i2.8650200>.

SETEI. K. F.; FONTANINI. P. S. P.; GRANJA. A. D.; ILHA. M. S. O.; PICCHI. F. A. **Percepção de valor na habitação: uma revisão sistemática de literatura.** PARC Pesq. em Arquit. e Constr., Campinas, SP, v. 9, n. 2, p. 152-163, jun. 2018.

UWIRE Text. **Brase: Seabins catch pollution, should catch globe's attention.** ULOOP Inc. 29 janeiro de 2016.

VASCONCELOS. Y. **Planeta Plástico.** Pesquisa FAPESP. Edição 281. 2019. Acesso em: <<https://revistapesquisa.fapesp.br/2019/07/08/planeta-plastico/>>