

APROVEITAMENTO DE RESÍDUOS DA MARISCAGEM E DA MARICULTURA: REVISÃO SISTEMÁTICA DA LITERATURA COM META-ANÁLISE

R. F. SANTANA*, W. R. ARAGÃO JÚNIOR

Universidade Federal de Pernambuco
rhaldnefelipe.santana@gmail.com*

Submetido 14/03/2020 - Aceito 9/04/2022

DOI: 10.15628/holos.2023.10110

RESUMO

Presentes em boa parte das zonas costeiras, a mariscagem e a maricultura geram uma grande quantidade de resíduos de concha de mariscos, que podem ser aplicados em diversas indústrias, devido ao seu grande teor de cálcio. O objetivo deste estudo foi investigar a produção científica mundial na base de dados Scopus, acerca do aproveitamento destes resíduos. A partir da aplicação da metodologia PRISMA, foram incluídos 10 artigos, que passaram por análises bibliométricas e bibliográficas. Estes foram publicados em português e em inglês, em sete países distintos, entre 2006 e 2019, o que sugere pouco tempo de abordagem do tema. Cada pesquisador só foi autor ou coautor de um único artigo. Os artigos menos citados foram publicados

nos três últimos anos, e o mais citado foi o mais antigo da análise. Os trabalhos versaram sobre a aplicação dos resíduos de concha de mariscos nas indústrias de águas e esgotos, energia, agricultura e construção civil. Como benefício da aplicação, foi destacada a abundância do resíduo, a economia energética e a diminuição dos impactos ambientais decorrentes da extração de novas matérias-primas e do descarte inadequado. A meta-análise se mostrou eficaz nessa investigação, e evidenciou que ainda há poucos estudos na área, todavia com abordagens distintas. Assim, sugere-se mais pesquisas que tratem do aprimoramento das técnicas de aproveitamento destes resíduos, e mais incentivo político-econômico à utilização dos mesmos.

PALAVRAS-CHAVE: concha de marisco, cálcio, indústria, bibliometria, PRISMA.

UTILIZATION OF SHELLFISH AND MARICULTURE RESIDUES: SYSTEMATIC LITERATURE REVIEW WITH META-ANALYSIS

ABSTRACT

Present in most coastal areas, shellfish and mariculture generate a large amount of shellfish residues, which can be applied in various industries, due to their high calcium content. The goal of this study was to investigate the worldwide scientific production in the Scopus database, about the use of these residues. From the application of the PRISMA methodology, ten articles were selected, which underwent bibliometric and bibliographic analyzes. These were published in portuguese and english, in seven different countries, between 2006 and 2019, which suggests a short time to address the topic. Each researcher was only the author or co-author of a single article. The least cited articles were published in the last three years, and the most cited was the oldest of

the analysis. The works dealt with the application of shellfish residues in the water and sewage, energy, agriculture and civil construction industries. As benefit of the application, the abundance of waste, energy savings and the reduction of environmental impacts resulting from the extraction of new raw materials and inappropriate disposal were highlighted. The meta-analysis proved to be effective in this investigation, and showed that there are still few studies in the area, but with different approaches. Thus, more research is suggested, dealing with the improvement of techniques for the use of these residues, and more political and economic incentive to use them.

KEYWORDS: shellfish, calcium, industry, bibliometry, PRISMA.

1 INTRODUÇÃO

Até o início da década de 1970, o Homem desenvolvia suas atividades econômicas visando apenas o lucro, deixando de lado tópicos essenciais, como os concernentes às questões ambientais (Pott & Estrela, 2017). Em razão do considerável aumento da degradação do meio natural, um dos assuntos muito discutidos em planos e políticas nacionais e internacionais diz respeito aos resíduos sólidos (Crociana, Agovino & Sacco, 2015; Deus, Battistelle & Silva, 2015). O mal gerenciamento desses materiais impactam negativamente tanto a saúde humana, como o ambiente e a economia, no que tange a disseminação de doenças, a degradação ambiental e os custos da sua remediação (Gworek et al., 2016; Ziraba, Haregu & Mberu, 2016; Medus, Escudero & Cifuentes, 2019).

A produção industrial e a extração artesanal de mariscos (mariscagem) são atividades econômicas que têm despertado a atenção de vários setores de todo o mundo, pois, dentre outros aspectos, geram um resíduo que comumente é descartado sem nenhum aproveitamento: a concha (ou casca) dos mariscos (Oliveira, Castilho & El-Deir, 2016; Yao et al., 2014). Se em alguns cultivos artificiais esses resíduos são encaminhados a aterros sanitários ou a incineradores, na maioria das extrações artesanais, esses resíduos são descartados em ambientes naturais, causando a degradação desses locais (Pereira & Saraiva, 2019; R. G. Souza, Sant'Anna, Fredel & Alarcon, 2014). Logo, em qualquer uma das duas situações, as conchas dos mariscos estão sendo tratadas puramente como rejeitos, fato que abre pertinentes discussões no meio técnico-científico acerca das possibilidades de aproveitamento que esses materiais podem ter, essencialmente, devido ao grande teor de carbonato de cálcio na sua composição (Hamestera, Balzer & Becker, 2012).

Além da importância que a reciclagem desses resíduos tem para os ambientes naturais, tal prática pode favorecer economicamente os geradores industriais e artesanais desses materiais, uma vez que ela se torna também uma fonte de receita extra, como falado por Caldas (2018) e Lima e Lopes (2016). Tal fato ganha ainda mais relevância quando são consideradas as condições sociais em que muitas famílias de marisqueiros se encontram; muitas vezes em situação precária, sem acesso à saúde e à educação, por exemplo, como abordado por Campos et al. (2018) e Nuraini (2016). Em suma, o aproveitamento das conchas de mariscos permite que esses resíduos sejam incluídos na cadeia produtiva de diversas indústrias, ao invés de serem simplesmente excluídos dela. Assim, indústrias da construção civil, de vidro, de tintas, de rações animais e de melhoramento de solo, dentre outras, podem utilizar esse resíduo como matéria-prima nos seus processos (Heriyanto, Pahlevani & Sahajwalla, 2018; Perea, Kelly & Hangan-Balkir, 2016; C.-H. Wang, Doan, Nguyen, Nguyen & Wang, 2019; S.-L. Wang, Tseng & Liang, 2011).

Diante do exposto, esse trabalho teve como objetivo investigar a produção técnico-científica mundial, indexada na base de dados Scopus, sobre a utilização de resíduos da mariscagem e da maricultura. A realização de revisão sistemática com meta-análise contribui para aproximação do pesquisador ao objeto de estudo, pois utiliza uma metodologia que elimina o surgimento de vieses (W. Liu, Wang, Li, Chen & Sun, 2019; Bastos, Almeida Pinto, Fiúza & Barros, 2017). Assim, esse tipo de revisão bibliográfica permite construir um panorama amplo e consistente do estado da arte, conseguindo localizar as lacunas e as tendências das produções científicas da área estudada (Pantaleão & Veiga, 2019; Ferigollo & Busato, 2018; Ellegaard & Wallin, 2015).

2 METODOLOGIA

Segundo Pluye e Hong (2014), a revisão sistemática deve ser baseada em uma metodologia mista, que combine técnicas quantitativas e qualitativas para a revisão da literatura e para a análise bibliométrica, a fim de validarem o estudo. Assim, para a delimitação da presente pesquisa, empregou-se um método sistemático a partir de um conjunto de fases e de etapas, buscando investigar o panorama, as aplicações e os resultados dos trabalhos publicados sobre o tema resíduos da mariscagem.

O trabalho foi dividido em três fases: (1) Busca na base de dados, (2) Meta-análise e (3) Análise quantitativa e qualitativa dos dados (Figura 1).

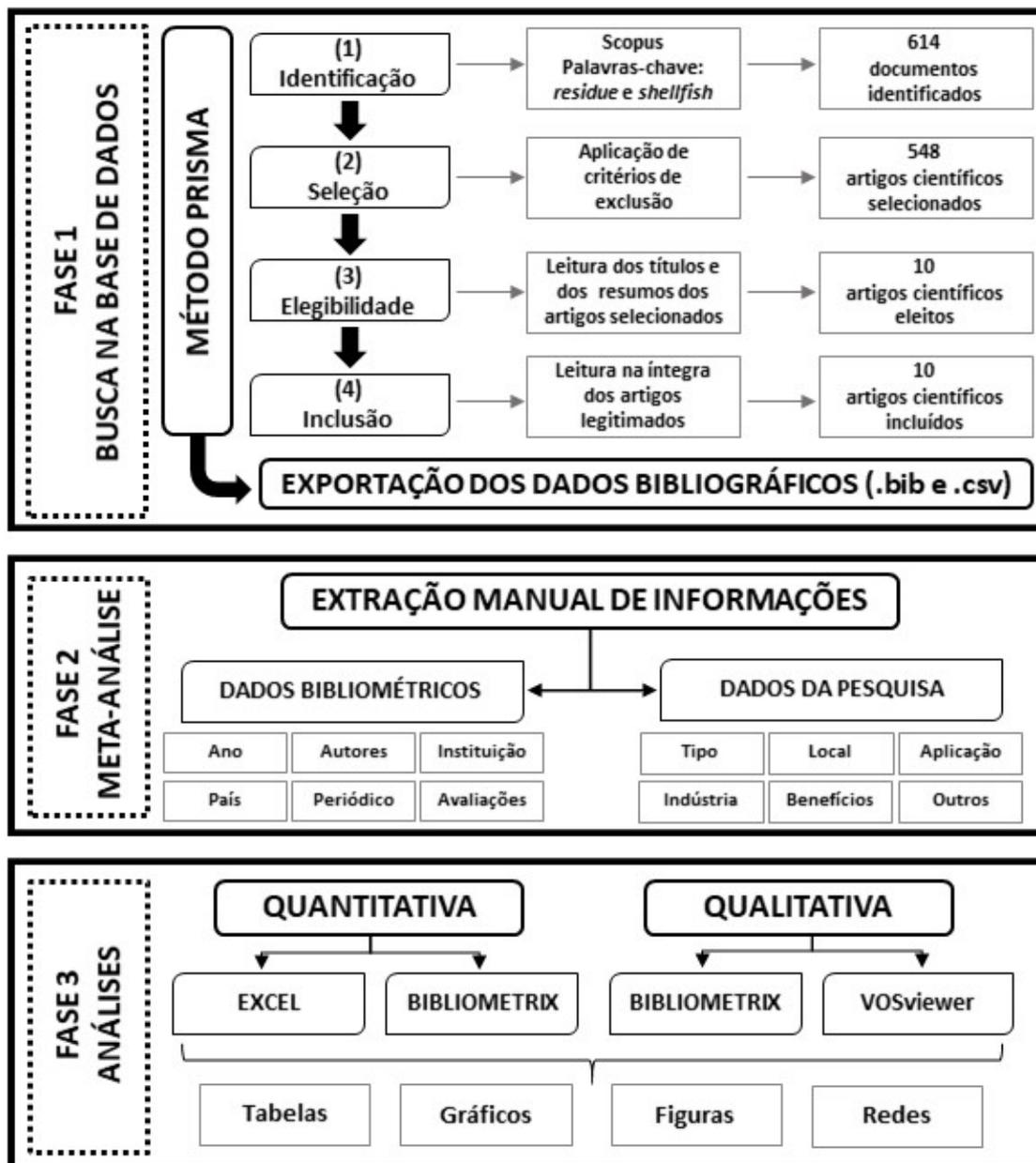


Figura 1: Fluxograma sistemático da pesquisa.

2.1 Fase 1: Busca dos artigos na base de dados

Para selecionar os artigos que se enquadravam no contexto desta pesquisa, foi aplicada a metodologia dos Principais Itens para Relatar Revisões Sistemáticas e Meta-Análises (PRISMA), que é dividida em quatro etapas: (1) Identificação, (2) Seleção, (3) Elegibilidade e (4) Inclusão (Moher, Liberati, Tetzlaff & Altman, 2010).

Na etapa de Identificação, por meio do Portal de Periódicos da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), foi utilizada a base de dados Scopus, onde a busca foi realizada em abril de 2020. Para isso, aplicou-se na procura as palavras-chave, em inglês, *residue* e *shellfish* (resíduo e marisco, em português), que deveriam constar no título ou no resumo ou nas palavras-chave de cada escrita científica. Nessa etapa foram localizados 614 documentos.

Na segunda etapa, Seleção, os trabalhos resultantes da busca passaram por critérios de exclusão, através dos seguintes filtros:

- Ano – artigos publicados em 2020;
- Tipo de documento – livro, capítulo de livro, documento e revisão de eventos e resumo de pesquisa;
- Fase de publicação – artigos que ainda não foram publicados na versão final;
- Tipo de fonte – livro e anais de eventos.

Ao final da etapa de seleção, ficaram 548 artigos científicos que atenderam a todos os parâmetros abaixo especificados:

- Artigos publicados até 2019;
- Artigos no formato de trabalhos de pesquisa ou de revisão bibliográfica;
- Artigos já publicados em periódicos (revistas científicas);
- Artigos de qualquer parte do mundo;
- Artigos em qualquer idioma.

Na terceira etapa, Elegibilidade, prosseguiu-se com a leitura dos títulos e dos resumos dos artigos para seleção dos trabalhos que faziam parte do eixo temático central analisado (aproveitamento de resíduos da mariscagem e da maricultura), com vista a tornar a amostra mais precisa. Buscando abranger coerentemente os trabalhos relacionados ao tema e dirimir eventuais erros, a triagem foi feita através de uma dupla leitura, realizada de forma independente pelos presentes autores. Desse modo, após a leitura dos títulos e dos resumos, foram selecionados, por unanimidade, 10 artigos.

Na quarta etapa, Inclusão, os 10 artigos foram lidos na íntegra para confirmação da inserção definitiva dos trabalhos nas próximas fases: Meta-análise e Análise quantitativa e qualitativa dos dados. Por fim, as informações dos artigos foram exportadas da Scopus nos formatos .bib e .csv, para que pudessem ser lidas pelos seguintes softwares de bibliometria: *R Studio* (pacote *Bibliometrix*) e *VOSviewer*.

2.2 Fase 2: Meta-análise

A extração das informações também foi realizada de maneira dupla por revisores independentes, tendo em vista uma maior exatidão dos dados. De início, a Meta-análise se baseou em uma tabela elaborada manualmente no *software Microsoft Office Excel* contendo os dados dos artigos. Esses dados foram separados em duas tipologias: dados bibliométricos da publicação e informações referentes à pesquisa.

Como dados bibliométricos da publicação, compreenderam-se os itens abaixo listados:

- Ano de publicação do estudo;
- Autores e instituição e país de origem dos autores;
- Periódico;
- Qualis e métricas de impacto do periódico.

Já no que tange as informações referentes à pesquisa, essas dizem respeito aos seguintes dados, atrelados ao objeto dos artigos:

- Tipo de marisco;
- Local de origem do resíduo;
- Aplicação do resíduo;
- Setor industrial de aplicação do resíduo beneficiado;
- Benefícios da utilização do resíduo.

Posteriormente, deu-se andamento à criação de tabelas, de gráficos, de figuras e de redes a partir desses dados coletados e das informações exportadas da Scopus.

2.3 Fase 3: Análise quantitativa e qualitativa dos dados

A análise quantitativa foi realizada por meio dos *softwares Microsoft Office Excel* e *R Studio* (pacote *Bibliometrix*), utilizando-se estatística descritiva para confecção de tabelas, de gráficos e de figuras que ilustrassem as informações organizadas e exportadas.

O *software R Studio* (pacote *Bibliometrix*) também foi usado para agrupar as palavras em função da repetição. Assim, a frequência das palavras foi determinada através da nuvem elaborada na análise textual (qualitativa) de um grupo de textos, que correspondeu aos títulos, aos resumos e às palavras-chave dos autores e da base de dados de cada artigo investigado.

Também foi utilizado para a análise qualitativa o *software VOSviewer*, que permite a construção e a visualização de redes bibliométricas. Essas redes podem ser construídas com base em citação, em cocitação, em acoplamento bibliográfico (relação entre dois artigos, baseada no número de referências em comum citadas por esses artigos) ou em relações de coautoria.

Vale salientar que, como estas ferramentas são apenas para o processamento dos dados adquiridos, a interpretação e a análise dos artigos foram realizadas pelos próprios pesquisadores.

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os 10 trabalhos selecionados foram publicados entre os anos de 2006 e 2019, sendo um trabalho escrito em português e nove em inglês. O número de autores por artigo variou de dois a seis, em H.-Y. Liu e Chen (2017) e Fulgêncio et al. (2018), respectivamente, totalizando 41 autores. Percebeu-se que nenhum pesquisador foi autor ou coautor em mais de um artigo (Quadro 1).

Quadro 1: Dados gerais dos artigos selecionados sobre resíduos da atividade da mariscagem e da maricultura.
(continua)

Título	Autores	Instituição	País	Periódico	Ano
<i>Building a low-cost domestic wastewater reclamation system using local agricultural waste in Kinmen islands, Taiwan</i>	Liu, H.-Y.	Universidade Nacional Quemoy	Taiwan	Paddy and Water Environment	2017
	Chen, S.	Universidade Cristã Chung Yuan			
<i>Calcium diglyceroxide as a catalyst for biodiesel production</i>	Catarino, M.	Universidade de Lisboa	Portugal	Journal of Environmental Chemical Engineering	2019
	Martins, S.				
	Dias, A. P. S.				
	Pereira, M. F. C.				
	Gomes, J.	Universidade de Lisboa Instituto Politécnico de Lisboa			
<i>Combining sewage sludge and clam shell waste to prepare adsorbents for efficient phosphorous removal</i>	Souza, T. A.	Universidade Estadual de Feira de Santana	Brasil	Water, Air and Soil Pollution	2018
	Mascarenhas, A. J. S.	Universidade Federal da Bahia			
	Andrade, H. M. C.				
	Santos, T. S. M.	Universidade Estadual de Feira de Santana			
<i>Effects of mussel shell addition on the chemical and biological properties of a cambisol</i>	Paz-Ferreiro, J.	Centro de Pesquisas Agrárias de Mabegondo	Espanha	Chemosphere	2012
		Universidade Politécnica de Madrid			
	Baez-Bernal, D.	Centro de Pesquisas Agrárias de Mabegondo			
	Insúa, J. C.				
	García Pomar, M. I.				

Quadro 1: Dados gerais dos artigos selecionados sobre resíduos da atividade da mariscagem e da maricultura.
(continuação)

Título	Autores	Instituição	País	Periódico	Ano
Estudo da incorporação de pó de concha de marisco em massa de porcelanato	Fulgêncio, E. B. G. A.	Universidade Federal da Paraíba	Brasil	Cerâmica	2018
	Medeiros, F. K.				
	Cartaxo, J. M.	Universidade Federal de Campina Grande			
	Dutra, R. P. S.	Universidade Federal da Paraíba			
	Macedo, D. A.				
	Campos, L. F. A.				
<i>Pyrolytic oil production by catalytic pyrolysis of refuse-derived fuels: Investigation of low cost catalysts</i>	Whyte, H. E.	Escola de Minas de Nantes	França	Fuel Processing Technology	2015
	Loubar, K.				
	Awad, S.				
	Tazerout, M.				
<i>Recycling of shell wastes into nanosized calcium carbonate powders with different phase compositions</i>	Lu, J.	Universidade de Nanchang Hangkong	China	Journal of Cleaner Production	2015
	Lu, Z.				
	Li, X.				
	Xu, H.				
	Li, X.				
<i>Recycling waste seashells to produce calcitic lime: characterization and wet slaking reactivity</i>	Ferraz, E.	Instituto Politécnico de Tomar	Portugal	Waste and Biomass Valorization	2018
	Gamelas, J. A. F.	Universidade de Coimbra			
	Coroado, J.	Instituto Politécnico de Tomar			
	Monteiro, C.	Conservação do Património Artístico			
	Rocha, F.	Universidade de Aveiro			
<i>Seashells: detoxifying agents for metal-contaminated waters</i>	Tudor, H. E. A.	Universidade Columbia	Estados Unidos	Water, Air and Soil Pollution	2006
	Gryte, C. C.				
	Harris, C. C.				
<i>The use of solid residues derived from different industrial activities to obtain calcium silicates for use as insulating construction materials</i>	Felipe-Sesé, M.	Universidade de Jaén	Espanha	Ceramics International	2011
	Eliche-Quesada, D.				
	Corpas-Iglesias, F. A.				

Todas as instituições tiveram apenas uma única publicação na busca aplicada. Também não foram encontradas interações entre instituições de países diferentes, ou seja, nos casos em que os autores de um mesmo artigo estavam vinculados a instituições distintas, essas pertenciam a um mesmo país, como foi o caso dos trabalhos de H.-Y. Liu e Chen (2017), Catarino, Martins, Dias, Pereira e Gomes (2019), T. A. Souza, Mascarenhas, Andrade e Santos (2018), Paz-Ferreiro, Baez-Bernal, Castro Insúa e García Pomar (2012), Fulgêncio et al. (2018) e Ferraz, Gamelas, Coroado, Monteiro e Rocha (2018). Diante disto, depreende-se que não existiu colaboração científica entre grupos de pesquisa de países distintos, referente à temática abordada. Também é possível afirmar que há uma baixa cooperação entre integrantes de grupos distintos de um mesmo país. Essas verificações chamam atenção, pois vão de encontro com algumas das finalidades que norteiam a essência de um grupo de pesquisa: apoio e partilha de experiências entre os membros e busca por parcerias entre grupos de outras instituições (Katz & Martins, 1997; Newman, 2004), a fim de gerar uma rede de relacionamentos que agregue no avanço do conhecimento técnico-científico e do bem-estar da sociedade, consolidando o tripé acadêmico (ensino, pesquisa e extensão).

O número anual de publicações variou de um a dois. Os anos de 2015, 2018 e 2019 tiveram duas publicações, e os demais, apenas uma. Como o primeiro manuscrito data do ano de 2006, há o indício de que o tema analisado vem sendo estudado há pouco tempo (Figura 2).

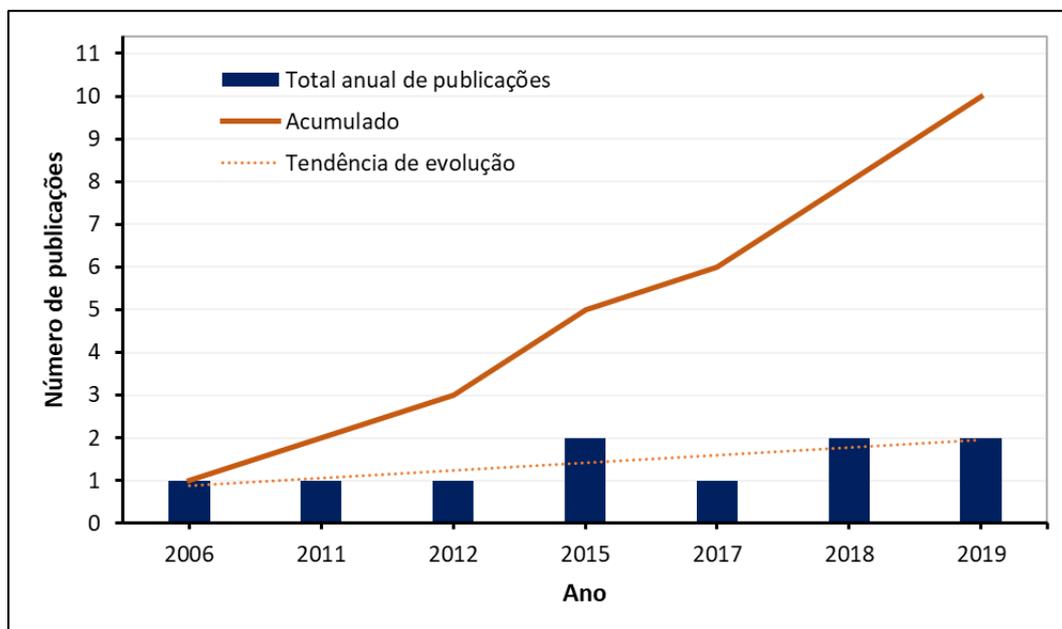


Figura 2: Número de publicações sobre resíduos da atividade da mariscação e da maricultura por ano, de 2006 a 2019.

Foi observado que houve lacunas temporais entre algumas publicações, sendo a maior delas entre 2006 e 2011 (cinco anos). De 2011 a 2019 pôde ser verificada uma elevação da frequência das publicações, sendo que de 2017 a 2019, não houve nenhuma lacuna temporal. Mesmo que com uma baixa quantidade de publicações por ano, pôde ser constatada uma leve tendência de crescimento do gráfico que, somada à ausência de lacunas temporais entre os três últimos anos, indica um aumento da frequência de publicações. Deste modo, nota-se uma descontinuidade das publicações e uma baixa produção científica sobre o tema, o que evidencia oportunidades para pesquisadores e possibilidade de novas descobertas científicas.

Como também pôde ser notado, as publicações foram originárias de sete países distintos, sendo que Brasil, Espanha e Portugal tiveram duas publicações cada, e China, Estados Unidos, França e Taiwan tiveram uma publicação cada. Logo, o continente europeu foi o que teve o maior número de publicações (cinco), seguido do continente americano, com três publicações e, por último, o continente asiático, com duas. Em outras palavras, 80% dos trabalhos analisados concentraram-se no Ocidente (Figura 3).

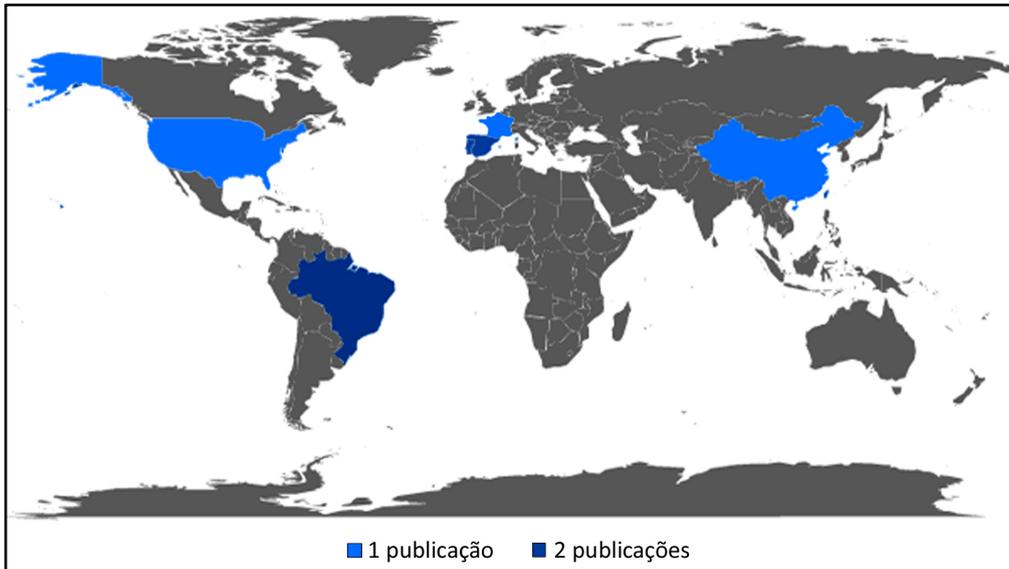


Figura 3: Distribuição mundial das publicações sobre resíduos da atividade da mariscagem e da maricultura.

Segundo o Science and Engineering Indicators 2020, da National Science Foundation dos Estados Unidos (2020), a China e os Estados Unidos, nessa ordem, são os países que mais produzem artigos científicos no mundo todo. No entanto, os Estados Unidos e os países da União Europeia são os que produzem publicações com maior impacto. Coincidentemente, ou não, embora os Estados Unidos não tenha sido o país com o maior número de publicações no presente estudo, a única publicação desse país foi a que teve o maior número de citações. Assim, o trabalho de Tudor, Gryte e Harris (2006) foi o mais citado na base de dados Scopus, com um total de 39 citações, e os trabalhos de Fulgêncio et al. (2018), H.-Y. Liu e Chen (2017) e T. A. Souza, Mascarenhas, Andrade e Santos (2018) foram os três menos citados, isto é, com apenas uma citação (Figura 4).

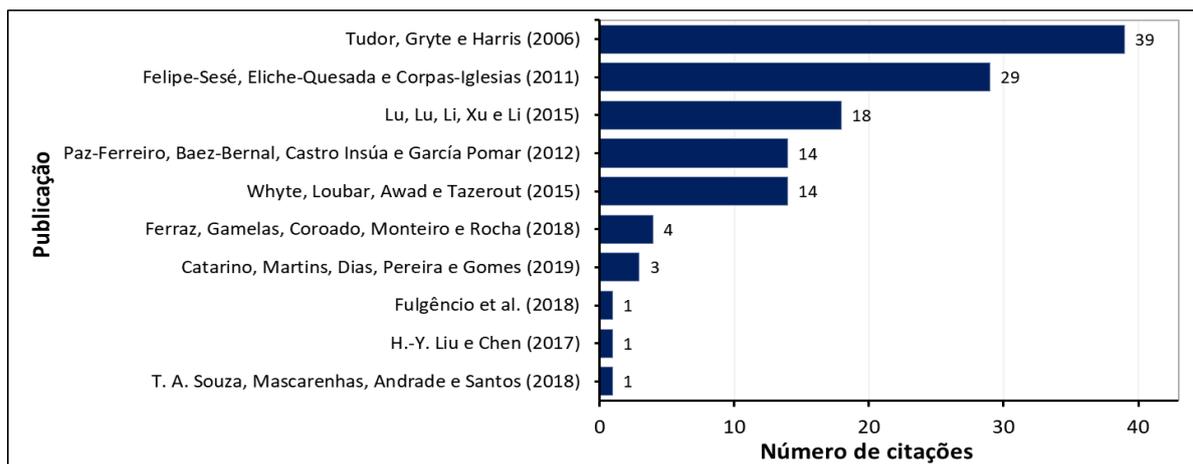


Figura 4: Número de citações por publicação sobre resíduos da atividade da mariscagem e da maricultura.

É importante mencionar que o número de citações está ligado a diversos fatores, dentre eles o interesse da comunidade técnico-científica no tema, a qualidade do escrito, a pertinência das contribuições do trabalho, o periódico onde foi publicado o artigo, a forma de indexação do periódico e o tempo de publicação do manuscrito (Agência USP de Gestão da Informação Acadêmica [AGUIA], 2016). Apesar do número de citações indicar uma provável influência do artigo no meio científico, não é garantia que a pesquisa seja relevante para a área do conhecimento analisada.

Através da Figura 4, pôde-se confirmar alguns aspectos que interferem no número de citações, como por exemplo, o tempo de publicação do manuscrito, visto que os artigos de H.-Y. Liu e Chen (2017), Ferraz, Gamelas, Coroadó, Monteiro e Rocha (2018), Fulgêncio et al. (2018), T. A. Souza, Mascarenhas, Andrade e Santos (2018) e Catarino, Martins, Dias, Pereira e Gomes (2019), publicados nos últimos três anos, tiveram poucas citações, bem abaixo da média dos 10 artigos analisados. Além disso, a publicação mais antiga, Tudor, Gryte e Harris (2006), tem o maior número de citações. Outra circunstância que pode interferir é a língua em que o artigo foi escrito, pois trabalhos em inglês tendem a ter um alcance maior. Assim, essa é uma hipótese para o fato do artigo de Fulgêncio et al. (2018), publicado em português, ter possuído apenas uma citação.

A Figura 5 apresenta a rede de acoplamento bibliográfico dos artigos. Essa análise verifica a relação das citações presentes nos trabalhos, isto é, parte do pressuposto que quanto mais dois artigos citam os mesmos trabalhos mais parecidos eles serão. Em outras palavras, a ocorrência das mesmas citações em artigos distintos converge para uma maior relação entre esses artigos (Eck & Waltman, 2018). À vista disto, atesta-se que três trabalhos possuem relação com outros dois artigos: Lu, Lu, Li, Xu e Li (2015) com Tudor, Gryte e Harris (2006) e Paz-Ferreiro, Baez-Bernal, Castro Insúa e García Pomar (2012); Paz-Ferreiro, Baez-Bernal, Castro Insúa e García Pomar (2012) com Lu, Lu, Li, Xu e Li (2015) e Ferraz, Gamelas, Coroadó, Monteiro e Rocha (2018); e Ferraz, Gamelas, Coroadó, Monteiro e Rocha (2018) com Paz-Ferreiro, Baez-Bernal, Castro Insúa e García Pomar (2012) e T. A. Souza, Mascarenhas, Andrade, e Santos (2018).



Figura 5: Análise do acoplamento bibliográfico dos artigos sobre resíduos da atividade da mariscagem e da maricultura.

A Figura 6 ilustra os termos mais frequentes nos títulos, nos resumos, nas palavras-chave dos autores e nas palavras-chave da base de dados, isto é, quanto maior for a frequência de aparição do termo nos tópicos mencionados, maior será o tamanho da sua ilustração na figura. Como mais de 90% dos trabalhos foram publicados em inglês, o *software R Studio* (pacote *Bibliometrix*) identificou poucos termos em português do artigo de Fulgêncio et al. (2018).

As palavras que mais apareceram nos títulos foram *shell* (concha), *calcium* (cálcio) e *waste* (desperdício ou resíduo). Foi observado também termos em português do artigo de Fulgêncio et al. (2018), porém, diferentemente das palavras em inglês, o *software R Studio* (pacote *Bibliometrix*)

Quadro 2: Detalhamento metodológico dos artigos selecionados.

Artigo	Marisco utilizado		Aplicação	Setor industrial
	Código (ver Quadro 3)	Origem		
H.-Y. Liu e Chen (2017)	12	Arquipélago de Kinmen, China	Tratamento de água residuária	Águas e esgotos
Catarino, Martins, Dias, Pereira e Gomes (2019)	17	Resíduos alimentares	Catalisador para a produção de biodiesel	Energia
T. A. Souza, Mascarenhas, Andrade e Santos (2018)	1 e 15	Pesca artesanal (Bahia, Brasil)	Produção de adsorventes para tratamento de água residuária	Águas e esgotos
Paz-Ferreiro, Baez-Bernal, Castro Insúa e García Pomar (2012)	10	Calizas Marinas S. A. (Boiro, Espanha)	Melhoramento do solo	Agricultura
Fulgêncio et al. (2018)	8	Paraíba, Brasil	Produção de porcelanato	Construção civil
Whyte, Loubar, Awad e Tazerout (2015)	12	Não identificado	Catalisador para produção de óleo pirolítico	Energia
Lu, Lu, Li, Xu e Li (2015)	16	Mercado de mariscos de água doce	Produção de pó de carbonato de cálcio	Não especificado
Ferraz, Gamelas, Coroado, Monteiro e Rocha (2018)	2, 3, 5, 6, 7, 11, 13 e 14	Não identificado	Produção de cal calcítica	Não especificado
Tudor, Gryte e Harris (2006)	9 e 4	Fornecedores de frutos do mar e resíduos alimentares de restaurantes	Tratamento de água contaminada por metais	Águas e esgotos
Felipe-Sesé, Eliche-Quesada e Corpas-Iglesias (2011)	10	Fábricas de conservas (Galiza, Espanha)	Produção de silicato de cálcio para fabricação de materiais cerâmicos	Construção civil

Quadro 3: Discriminação das espécies de mariscos utilizadas nos trabalhos selecionados.

Código	Identificação dos mariscos	
	Espécie	Nome comum
1	<i>Anomalocardia brasiliana</i> (Gmelin, 1791)	Berbigão, vôngole, chumbinho ou sernambi
2	<i>Cerastoderma edule</i> (Linnaeus, 1758)	Berbigão
3	<i>Crassostrea gigas</i> (Thunberg, 1793)	Ostra-do-Pacífico
4	<i>Crassostrea virginica</i> (Gmelin, 1791)	Ostra-americana
5	<i>Donax vittatus</i> (Da Costa, 1778)	Cadelinha ou conchilha
6	<i>Ensis siliqua</i> (Linnaeus, 1758)	Longueirão ou navalha
7	<i>Glycymeris glycymeris</i> (Linnaeus, 1758)	Castanhola
8	–	Marisco
9	<i>Mercenaria mercenaria</i> (Linnaeus, 1758)	Amêijoia-Quahog ou amêijoia-mercenária
10	–	Mexilhão
11	<i>Mytilus galloprovincialis</i> (Lamarck, 1819)	Mexilhão do Mediterrâneo
12	–	Ostra
13	<i>Pecten maximus</i> (Linnaeus, 1758)	Vieira
14	<i>Spisula solida</i> (Linnaeus, 1758)	Ameijoa-branca
15	<i>Tagelus plebeius</i> (Lightfoot, 1786)	Unha-de-velho ou navalha-da-praia
16	<i>Tapes japonica</i> (Deshayes, 1854)	Molusco de Manila ou molusco japonês
17	–	Vieira

Foi observado que os resíduos de concha de marisco investigados nos estudos tiveram três tipos distintos de origem: (1) quando as conchas de mariscos utilizadas provinham diretamente da natureza, (2) quando as conchas de marisco eram adquiridas em pontos comerciais, como lojas de frutos do mar e restaurantes, e (3) quando as conchas de marisco eram adquiridas em indústrias de processamento de frutos do mar. Dois grupos de autores não especificaram a origem do resíduo utilizado em seus estudos.

Os resíduos de concha de marisco foram investigados quanto à sua aplicação em seis processos distintos: tratamento de águas residuais, produção de biodiesel, melhoramento de solo para fins agrícolas, fabricação de materiais cerâmicos e produção de carbonato de cálcio e de cal. Assim, os artigos analisados tiveram como enfoque o aproveitamento dos resíduos de concha de marisco nos setores de águas e esgotos, energia, agricultura e construção civil, sendo águas e esgotos o setor com um maior número de ocorrências nos estudos analisados: três, no total. O setor industrial não foi identificado ou não se aplicava às investigações de dois dos 10 artigos analisados. A seguir, são apresentados os principais comentários dos autores quanto aos resultados da aplicação de resíduos de mariscos.

De acordo com a análise de H.-Y. Liu e Chen (2017), o sistema de recuperação de águas residuais domésticas desenvolvido, possuindo resíduos de conchas de mariscos como agente filtrador, apresentou um bom desempenho, tendo um baixo consumo de energia. Por ser compacto, os autores dizem que o mesmo pode ser implementado no próprio local de geração da água residual, além de possuir um baixo custo de instalação e manutenção, sendo uma boa opção para locais cuja população possui poucos recursos financeiros, como as comunidades de marisqueiros. Devido a essas características, o tratamento é uma alternativa para formas mais convencionais de recuperação de águas, que além de gastarem mais energia, geram resíduos do material filtrador.

Ainda segundo H.-Y. Liu e Chen (2017), a água residual tratada nesse sistema alcançou a qualidade exigida para a recarga de cursos e reservatórios naturais de água. No entanto, os autores ressaltam a importância da otimização dos parâmetros de operação do sistema, com vista a manutenção da qualidade da água recuperada. T. A. Souza, Mascarenhas, Andrade e Santos (2018) também obtiveram resultados positivos em seu experimento, utilizando resíduos de conchas de *Anomalocardia brasiliana* e *Tagelus plebeius* para remover fosfato de águas residuais.

Ademais, os resíduos de concha de mariscos também têm potencial até para reduzir a carga de metais pesados no meio aquático. Em seu artigo, Tudor, Gryte e Harris (2006) mostraram que resíduos de concha de *Mercenaria mercenaria* reduziram uma concentração inicial de chumbo de 10.000 mg.L⁻¹ para 0,5 mg.L⁻¹ em menos de cinco minutos. Em concentrações iniciais mais altas do metal, o desempenho do experimento foi melhor quando resíduos de concha de *M. mercenaria* e de *Crassostrea virginica* foram usados juntos. Na primeira hora de contato, esses resíduos se mostraram mais eficazes na retenção do chumbo do que materiais geológicos, como calcita, aragonita e quitosana. No entanto, após esse período, a calcita e a aragonita passaram a ser mais eficientes na remoção do chumbo, enquanto a quitosana não.

Além das duas espécies de molusco, Tudor, Gryte e Harris (2006) também fizeram testes com resíduos da casca de *Homarus americanus* (H. Milne Edwards, 1837), a lagosta-americana, mas essa possui cerca de 60% da quantidade de carbonato de cálcio dos moluscos. Assim, como os resíduos de conchas de mariscos, investigações sobre a utilização de resíduos de casca de crustáceos também podem sugerir impactos ambiental e econômico positivos, tendo em vista que são animais muito apreciados na culinária de todo o mundo.

Na análise de Whyte, Loubar, Awad e Tazerout (2015), os resíduos de concha de ostra se mostraram bons catalisadores para o processo de pirólise (transformação a altas temperaturas) de combustível derivado de resíduo, com vista a produção de óleo. De acordo com os autores, houve a redução da quantidade de alcatrão produzido, um subproduto indesejado no processo, e houve uma maior geração de líquido orgânico na transformação. Após a pirólise catalítica, foi identificado que as propriedades físicas do óleo eram similares às do diesel convencional. Além disso, a composição final do óleo continha elementos químicos que a tornavam uma fonte de produtos químicos valiosos. O processo produz um gás com um alto valor de aquecimento que também pode ser utilizado para a geração de energia, embora esse contenha altas concentrações de gás carbônico, o que, do ponto de vista ambiental, não foi algo tão benéfico. Com a mesma finalidade, o trabalho de Catarino, Martins, Dias, Pereira e Gomes (2019) produziu um catalisador a partir do óxido de cálcio do resíduo de concha de marisco, obtendo resultados similares.

Ao aplicarem resíduos da concha do mexilhão para a correção do solo, Paz-Ferreiro, Baez-Bernal, Castro Insúa e García Pomar (2012) observaram que o material, em conjunto com doses de lama residual, pode ser usado na calagem do solo. Como resultados, os autores obtiveram melhorias no pH do solo e redução das concentrações de alumínio. Conforme discutido pelos pesquisadores, em condições muito favoráveis, a médio prazo pode haver o aumento da atividade microbiana do solo, o que contribui muito para o seu grau de fertilidade.

Fulgêncio et al. (2018) propuseram diferentes formulações para a inclusão do carbonato de cálcio proveniente dos resíduos de concha de marisco na fabricação de porcelanato. Segundo os autores, o produto atendia a determinação da NBR 13818/1997 – Placas cerâmicas para revestimentos: especificações e métodos (Associação Brasileira de Normas Técnicas [ABNT], 1997), quando possuía em sua formulação até 7% do produto proveniente das conchas dos mariscos. No estudo, experimentos mostraram que o carbonato de cálcio dos resíduos de concha de mariscos possui uma função reguladora, que evita trincas no produto final. Além disso, também foi observado que essa aplicação diminuiu a temperatura de uma das fases do processo, levando a uma maior velocidade de processamento e a reduções do consumo de energia. Assim, os autores falam que os resíduos de concha de mariscos são uma promissora matéria-prima para esse tipo de indústria, isto é, esse material tem potencial para substituir o carbonato de cálcio comercial.

O tijolo produzido com esses resíduos por Felipe-Sesé, Eliche-Quesada e Corpas-Iglesias (2011) também apresentou uma boa qualidade estrutural, possuindo como principal característica a capacidade de isolamento térmico, que leva à economia de energia nos prédios onde forem utilizados. Mesmo diferindo em alguns aspectos dos tijolos convencionais, os tijolos feitos com resíduos de concha de mariscos atenderam às normas do órgão normatizador local.

Embora não tenham desenvolvido seu estudo com foco em nenhuma indústria específica, Lu, Lu, Li, Xu e Li (2015) corroboram os resultados dos demais artigos analisados neste estudo: resíduos de concha de mariscos possuem grande potencial para serem incorporados nos processos produtivos de diversas indústrias, tornando-os mais limpos. Ademais, Ferraz, Gamelas, Coroado, Monteiro e Rocha (2018) compartilham da mesma ideia e tratam também da importância da reciclagem das conchas de marisco, no que tange a inexistência de impactos ambientais próprios da extração de calcário nas pedreiras e da redução do gasto energético. Outrossim, a cal obtida por eles através do aproveitamento desses resíduos apresentou uma tonalidade branca superior à das cal convencionais.

O Quadro 4 detalha as formas de tratamento dos resíduos de concha de mariscos empregadas nas pesquisas.

Quadro 4: Detalhamento do tratamento dos resíduos de concha de mariscos utilizados em cada artigo.

Artigo	Tratamento dos resíduos de concha de mariscos
H.-Y. Liu e Chen (2017)	Queima. Contudo, não houve detalhamento dos demais procedimentos adotados.
Catarino, Martins, Dias, Pereira e Gomes (2019)	Obtenção de cal por calcinação a 900 °C, durante 3 h.
T. A. Souza, Mascarenhas, Andrade e Santos (2018)	Lavagem com água destilada e secagem a 105 °C por 24 h. Posterior trituração e peneiração (malha de 200-325).
Paz-Ferreiro, Baez-Bernal, Castro Insúa e García Pomar (2012)	Lavagem com água comum, aquecimento a 500 °C para eliminação de matéria orgânica e posterior trituração. O rendimento do processo foi entre 70 % e 80 % e o produto final teve 90 % de carbonato de cálcio.
Fulgêncio et al. (2018)	Moagem das conchas via seca, em moinho de discos, para obtenção de um pó fino, posteriormente peneirado para a obtenção de partículas com diâmetro menor ou igual a 74 µm (#200).
Whyte, Loubar, Awad e Tazerout (2015)	Moagem das conchas, resultando em partículas de aproximadamente 1 mm.
Lu, Lu, Li, Xu e Li (2015)	Lavagem com detergente doméstico e trituração manual com almofariz e mão de gral, seguida por peneiração através de uma peneira de 180 mm. O pó grosso foi imerso em uma solução aquosa de hidróxido de sódio a 5 % e mecanicamente agitada a 85 °C por 4 h para remoção do perióstraco. O pó amarelo claro foi filtrado, lavado com água destilada e seco durante a noite.
Ferraz, Gamelas, Coroado, Monteiro e Rocha (2018)	Secagem das conchas a 105 ± 5 °C, trituração grosseira e moagem em um moedor de tungstênio por 3 min e peneiração com malha de 38 µm.
Tudor, Gryte e Harris (2006)	Limpeza das conchas para retirada de resíduos de proteínas, lavagem com água e secagem em forno a 50-60 °C. Posterior moagem até a obtenção de partículas com 125 a 250 µm. Uso imediato, para evitar possíveis contaminações.
Felipe-Sesé, Eliche-Quesada e Corpas-Iglesias (2011)	Moagem em moinho de martelos e, posteriormente, um moinho de bolas para obtenção de partículas com 100 µm. Mistura da cal com dióxido de silício, em uma razão molar de 1: 1. Posterior eliminação da umidade, através do aquecimento da mistura a 110 °C por 24 h. Por fim, foi feita a colocação em forno de laboratório a 1100 °C por 24 h com uma rampa de aquecimento de 20 °C/min, para obtenção de silicatos de cálcio através de reação em estado sólido.

A partir do Quadro 4, pôde-se notar que, em geral, as formas de tratamento dos resíduos de concha de mariscos empregadas pelos pesquisadores dos estudos analisados consistem basicamente em lavagem, secagem, trituração (ou moagem) e peneiração. Porém, pôde ser observado também que em alguns artigos houve o acréscimo de alguns tratamentos, como imersão em solução aquosa com hidróxido de sódio ou mistura com dióxido de silício, como aconteceu nos trabalhos de Lu, Lu, Li, Xu e Li (2015) e Felipe-Sesé, Eliche-Quesada e Corpas-Iglesias (2011), respectivamente. Essa análise torna evidente que grande parte dos tratamentos necessários ao aproveitamento desse tipo de resíduo são baratos e acessíveis às indústrias e instituições de pesquisa, principalmente.

Por fim, foi identificado um total de nove diferentes periódicos onde os artigos analisados foram publicados. Com exceção do Water, Air and Soil Pollution, que teve duas publicações, todos os demais periódicos tiveram apenas uma publicação. Com relação à classificação Qualis/CAPES do quadriênio 2013-2016, dos nove periódicos que contemplaram as publicações selecionadas, somente o Paddy and Water Environment não possuiu avaliação para as áreas consideradas neste estudo (Ciências Ambientais e Engenharias I). Já seis periódicos possuem a métrica de impacto do CiteScore 2018, que variou de 3.50 (Ceramics International) a 7.32 (Journal of Cleaner Production). Foram encontrados nove periódicos possuindo a métrica do Fator de Impacto 2018, cujo índice variou de 0.039 (Cerâmica) a 6.395 (Journal of Cleaner Production) (Quadro 5).

Quadro 5: Discriminação dos periódicos por total de publicações, classificação no Qualis/CAPES (2013-2016) e métricas de impacto.

Periódico	Total de publicações	Classificação Qualis/CAPES (quadriênio 2013-2016)		Métricas de impacto	
		Ciências Ambientais	Engenharias I	CiteScore 2018	Fator de Impacto 2018
Cerâmica	1	B1	B2	–	0.039
Ceramics International	1	A2	A1	3.50	3.450
Chemosphere	1	A1	A1	5.34	5.108
Fuel Processing Technology	1	A1	A2	4.72	4.507
Journal of Cleaner Production	1	A1	A1	7.32	6.395
Journal of Environmental Chemical Engineering	1	A1	B1	4.09	–
Paddy and Water Environment	1	–	–	–	1.264
Waste and Biomass Valorization	1	B1	A2	–	2.358
Water, Air and Soil Pollution	2	A2	A1	–	1.774

Para a área de avaliação Ciências Ambientais da classificação Qualis/CAPES, o conceito que apresentou o maior número de publicações foi o A1, com um total de quatro trabalhos, e o conceito com menos publicações foi o B1, com dois trabalhos. Já a área de avaliação Engenharias I possuiu quatro trabalhos conceituados em A1 (conceito de maior ocorrência nessa área) e um trabalho conceituado em B1 e B2 (dois conceitos de menor ocorrência) (Figura 7). Vale ressaltar que as duas áreas de avaliação do Qualis/CAPES analisadas neste estudo estão fora do escopo do periódico Paddy and Water Environment e, portanto, o mesmo não apresentou conceito para nenhuma das duas áreas.

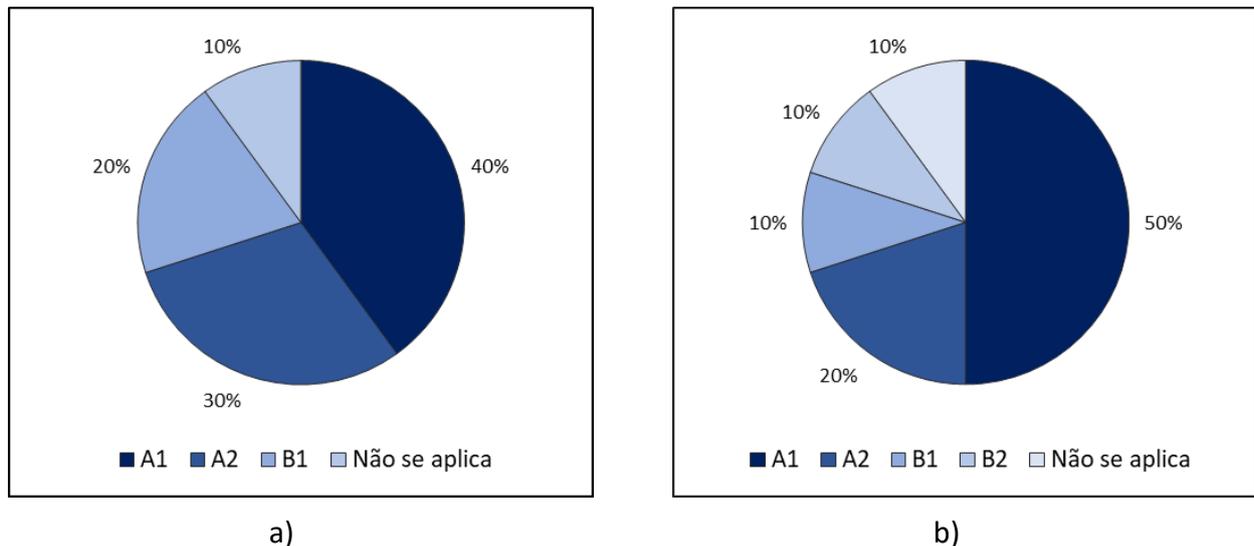


Figura 7: Distribuição do conceito Qualis/CAPES por área de avaliação – a) Ciências Ambientais; b) Engenharias I.

A Figura 7 ilustra que, para ambas as áreas de avaliação, 70% dos periódicos onde os artigos analisados foram publicados possuem conceitos excelentes (A1 e A2) na classificação Qualis/CAPES do quadriênio 2013-2016, mostrando que as pesquisas realizadas têm uma boa qualidade e atenderam a rigorosos critérios de avaliação.

4 CONCLUSÃO

A revisão sistemática com meta-análise mostrou-se como um método eficaz para compreensão do panorama técnico-científico mundial do aproveitamento dos resíduos oriundos da mariscagem e da maricultura, bem como para nortear futuras pesquisas que busquem novas descobertas científicas na temática, visto que ficou comprovado o escasso número de publicações de trabalhos até a realização do presente artigo.

Como principais pontos discutidos pelos autores quanto ao aproveitamento dos resíduos de concha de mariscos, destacam-se: os benefícios da economia energética em diversos processos industriais, a abundância desse tipo de resíduo e a diminuição de impactos ambientais, no que tange os locais de despejo inadequado e a extração de novas matérias-primas na natureza. Tendo em vista esses aspectos, é de grande relevância o desenvolvimento de normas e de políticas voltados ao uso desses materiais, especialmente nos locais em que há uma grande geração desses resíduos, mas não ocorre o seu aproveitamento.

5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABNT NBR 13818, de 30 de abril de 1997. Placas cerâmicas para revestimento – Especificação e métodos de ensaios. Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Normas Técnicas.
- AGUIA. Agência USP de Gestão da Informação Acadêmica. (2016). Disponível em: <<https://www.aguia.usp.br/apoio-pesquisador/indicadores-pesquisa/lista-indicadores-bibliometricos/>>. Acesso em: 04 maio 2020.
- Bastos, R. A., F., Almeida Pinto, N. M., Fiúza, A. L. C., & Barros, V. A. M. (2017). Segregação socioespacial: uma meta-análise dos trabalhos publicados em periódicos a partir da aprovação do estatuto da cidade (2001-2017). *HOLOS*, 33(8), 298-320. Recuperado de <http://www2.ifrn.edu.br/ojs/index.php/HOLOS/article/view/6527>. doi: 10.15628/holos.2017.6527
- Caldas, A. A. (2018). Uso de conchas de marisco na fabricação de blocos vazados de concreto simples para alvenaria. *Revista Ibero Americana de Ciências Ambientais*, 9(5), 248-257. Recuperado de <http://www.sustenere.co/index.php/rica/article/view/CBPC2179-6858.2018.005.0022>. doi: 10.6008/CBPC2179-6858.2018.005.0022
- Campos, M. A. G., Hindelang, B. A., Carvalho, D. S., Finke, I. U., Herrera, R., & Radon, K. (2018). Prevalence and Risk Factors for Hearing Loss in Chilean Shellfish Divers. *Annals of Global Health*, 84(3), 442-449. Recuperado de <https://annalsglobalhealth.org/articles/10.29024/aogh.2310/>. doi: 10.29024/aogh.2310
- Catarino, M., Martins, S., Dias, A. P. S., Pereira, M. F. C., & Gomes, J. (2019). Calcium diglyceroxide as a catalyst for biodiesel production. *Journal of Environmental Chemical Engineering*, 103099. Recuperado de <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S2213343719302222?via%3Dihub>. doi: 10.1016/j.jece.2019.103099
- Crociata, A., Agovino, M., & Sacco, P. L. (2015). Reciclagem de resíduos: a cultura importa?. *Jornal de Economia Comportamental e Experimental*, 55, 40-47. Recuperado de <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S2214804315000075?via%3Dihub>. doi: 10.1016/j.socec.2015.01.005
- Deus, R. M., Battistelle, R. A. G., & Silva, G. H. R. (2015). Resíduos sólidos no Brasil: contexto, lacunas e tendências. *Engenharia Sanitária e Ambiental*, 20(4), 685-698. Recuperado de https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-41522015000400685. doi: 10.1590/S1413-41522015020040129347
- Eck, N. J., & Waltman, L. (2018). VOSviewer manual. Universiteit Leiden 1-51. https://www.vosviewer.com/documentation/Manual_VOSviewer_1.6.9.pdf.
- Ellegaard, O., & Wallin, J. A. (2015). The bibliometric analysis of scholarly production: How great is the impact? *Scientometrics*, 105(3), 1809-1831. Recuperado de <https://link.springer.com/article/10.1007/s11192-015-1645-z>. doi: 10.1007/s11192-015-1645-z

- Felipe-Sesé, M., Eliche-Quesada, D., & Corpas-Iglesias, F. A. (2011). The use of solid residues derived from different industrial activities to obtain calcium silicates for use as insulating construction materials. *Ceramics International*, 37(8), 3019-3028. Recuperado de <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0272884211003749?via%3Dihub>. doi: 10.1016/j.ceramint.2011.05.003
- Ferigollo, M. C., & Busato, M. A. (2018). Desperdício de alimentos em unidades de alimentação e nutrição: uma revisão integrativa da literatura. *HOLOS*, 34(1), 91-102. Recuperado de <http://www2.ifrn.edu.br/ojs/index.php/HOLOS/article/view/4081>. doi: 10.15628/holos.2018.4081
- Ferraz, E., Gamelas, J. A. F., Coroado, J., Monteiro, C., & Rocha, F. (2018). Recycling Waste Seashells to Produce Calcitic Lime: Characterization and Wet Slaking Reactivity. *Waste and Biomass Valorization*, 10, 2397-2414. Recuperado de <https://link.springer.com/article/10.1007/s12649-018-0232-y>. doi: 10.1007/s12649-018-0232-y
- Fulgêncio, E. B. G. A., Medeiros, F. K., Cartaxo, J. M., Dutra, R. P. S., Macedo, D. A., & Campos, L. F. A. (2018). Estudo da incorporação de pó de concha de marisco em massa de porcelanato. *Cerâmica*, 64(371), 381-387. Recuperado de https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0366-69132018000300381&lng=pt&tlng=pt. doi: 10.1590/0366-69132018643712368
- Gworek, B., Dmuchowski, W., Koda, E., Marecka, M., Baczewska, A. H., Brągoszewka, P., ... Osiński, P. (2016). Impact of the municipal solid waste Łubna Landfill on environmental pollution by heavy metals. *Water*, 8(10), 470. Recuperado de <https://www.mdpi.com/2073-4441/8/10/470>. doi: 10.3390/w8100470
- Hamester, M. R. R., Balzer, P. S., & Becker, D. (2012). Characterization of calcium carbonate obtained from oyster and mussel shells and incorporation in polypropylene. *Materials Research*, 15 (2), 204-208. Recuperado de https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1516-14392012000200006. doi: 10.1590/S1516-14392012005000014
- Heriyanto, Pahlevani, F., & Sahajwalla, V. (2018). Synthesis of calcium silicate from selective thermal transformation of waste glass and waste shell. *Journal of Cleaner Production*, 172, 3019-3027. Recuperado de <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0959652617327828>. doi: 10.1016/j.jclepro.2017.11.109
- Katz, J. S., & Martin, B. R. (1997). What is research collaboration? *Research Policy*, 26(1), 1-18. Recuperado de <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0048733396009171?via%3Dihub>. doi: 10.1016/S0048-7333(96)00917-1.
- Lima, G. F., & Lopes, R. L. (2016). Impactos ambientais dos resíduos gerados na pesca artesanal de moluscos bivalve no Distrito de Patané/Arez – RN. *HOLOS*, 32(4), 206-216. Recuperado de <http://www2.ifrn.edu.br/ojs/index.php/HOLOS/article/view/3668>. doi: 10.15628/holos.2016.3668

- Liu, W., Wang, J., Li, C., Chen, B., & Sun, Y. (2019). Using Bibliometric Analysis to Understand the Recent Progress in Agroecosystem Services Research. *Ecological Economics*, 156, 293-305. Recuperado de <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0921800918302192?via%3Dihub>. doi: 10.1016/j.ecolecon.2018.09.001
- Liu, H.-Y., & Chen, S. (2017). Building a low-cost domestic wastewater reclamation system using local agricultural waste in Kinmen islands, Taiwan. *Paddy and Water Environment*, 15(4), 809-819. Recuperado de <https://link.springer.com/article/10.1007/s10333-017-0594-y?shared-article-renderer>. doi: 10.1007/s10333-017-0594-y
- Lu, J., Lu, Z., Li, X., Xu, H., & Li, X. (2015). Recycling of shell wastes into nanosized calcium carbonate powders with different phase compositions. *Journal of Cleaner Production*, 92, 223-229. Recuperado de <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S095965261401395X?via%3Dihub>. doi: 10.1016/j.jclepro.2014.12.093
- Medus, S., Escudero, D., & Cifuentes, O. (2019). Environmental Impact of a Garbage Dump in an Estuary. In: Vega Sáenz A., Pereira N., Carral Couce L., Fraguera Formoso J. (eds) Proceedings of the 25th Pan-American Conference of Naval Engineering—COPINAVAL. COPINAVAL 2017. Recuperado de https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-319-89812-4_25. doi: 10.1007/978-3-319-89812-4_25
- Moher, D., Liberati, A., Tetzlaff, J., & Altman, D. G. (2010). Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: The PRISMA statement. *International Journal of Surgery*, 8(5), 336-341. Recuperado de <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1743919110000403?via%3Dihub>. doi: 10.1016/j.ijssu.2010.02.007
- Newman, M. E. J. (2004). Coauthorship networks and patterns of scientific collaboration. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 101 (Suppl. 1), 5200-5205. Recuperado de https://www.pnas.org/content/101/suppl_1/5200. doi: 10.1073/pnas.0307545100
- National Science Foundation dos Estados Unidos (NSF). (2020). Science and Engineering Indicators 2020: The state of U.S. Science & Engineering. Alexandria: Autor.
- Nuraini, C. (2016). The intangible legacy of the Indonesian Bajo. *Wacana*, 17(1), 1-18. Recuperado de https://brill.com/view/journals/waca/17/1/article-p1_2.xml. doi: 10.17510/wacana.v17i1.427
- Oliveira, B. M. C., Castilho, C. J. M., & El-Deir, S. G. (2016). Por uma gestão ambiental integrada na mariscagem pernambucana. *Revista Movimentos Sociais e Dinâmicas Espaciais*, 5(1), 160-183. Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5842641>
- Pantaleão, P. F., & Veiga, H. M. S. (2019). Bem-estar no trabalho: revisão sistemática da literatura nacional na última década. *HOLOS*, 35(5), 1-24. Recuperado de <http://www2.ifrn.edu.br/ojs/index.php/HOLOS/article/view/7570>. doi: 10.15628/holos.2019.7570

- Paz-Ferreiro, J., Baez-Bernal, D., Castro Insúa, J., & García Pomar, M. I. (2012). Effects of mussel shell addition on the chemical and biological properties of a Cambisol. *Chemosphere*, 86(11), 1117-1121. Recuperado de <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0045653511013774?via%3Dihub>. doi: 10.1016/j.chemosphere.2011.12.009
- Perea, A., Kelly, T., & Hangun-Balkir, Y. (2016). Utilization of waste seashells and *Camelina sativa* oil for biodiesel synthesis. *Green Chemistry Letters and Reviews*, 9(1), 27-32. Recuperado de <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/17518253.2016.1142004>. doi: 10.1080/17518253.2016.1142004
- Pereira, K. L. S., & Saraiva, A. G. (2019). Ações de sustentabilidade do descarte e utilização de conchas de mariscos na comunidade pesqueira do distrito de Livramento, Santa Rita (PB). *Revista Brasileira de Educação Ambiental (RevBEA)*, 14(2), 189-200. Recuperado de <https://periodicos.unifesp.br/index.php/revbea/article/view/2710>. doi: 10.34024/revbea.2019.v14.2710
- Pluye, P., & Hong, Q. N. (2014). Combining the Power of Stories and the Power of Numbers: Mixed Methods Research and Mixed Studies Reviews. *Annual Review of Public Health*, 35(1), 29-45. Recuperado de <https://www.annualreviews.org/doi/10.1146/annurev-publhealth-032013-182440>. doi: 10.1146/annurev-publhealth-032013-182440
- Pott, C. M., & Estrela, C. C. (2017). Histórico ambiental: desastres ambientais e o despertar de um novo pensamento. *Estudos Avançados*, 31(89), 271-283. Recuperado de https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0103-40142017000100271&script=sci_abstract&lng=pt. doi: 10.1590/s0103-40142017.31890021
- Souza, T. A., Mascarenhas, A. J. S., Andrade, H. M. C., & Santos, T. S. M. (2018). Combining Sewage Sludge and Clam Shell Waste to Prepare Adsorbents for Efficient Phosphorous Removal. *Water, Air, & Soil Pollution*, 229(12). Recuperado de <https://link.springer.com/article/10.1007/s11270-018-4029-1>. doi: 10.1007/s11270-018-4029-1
- Souza, R. G., Sant'Anna, F. S. P., Fredel, M. C., & Alarcon, O. E. (2014). Emprego das Conchas Residuais da Maricultura na Fabricação de Revestimento Cerâmico Autoclavado. *Cerâmica Industrial*, 19(4), 27-30. Recuperado de <https://ceramicaindustrial.org.br/article/587657577f8c9d6e028b4808>. doi: 10.4322/cerind.2014.082
- Tudor, H. E. A., Gryte, C. C., & Harris, C. C. (2006). Seashells: Detoxifying Agents for Metal-Contaminated Waters. *Water, Air, and Soil Pollution*, 173, 209-242. Recuperado de <https://link.springer.com/article/10.1007/s11270-005-9060-3>. doi: 10.1007/s11270-005-9060-3
- Wang, C.-H., Doan, C. T., Nguyen, V. B., Nguyen, A. D., & Wang, S.-L. (2019). Reclamation of Fishery Processing Waste: A Mini-Review. *Molecules*, 24(12), 2234. Recuperado de <https://www.mdpi.com/1420-3049/24/12/2234>. doi: 10.3390/molecules24122234

- Wang, S.-L., Tseng, W.-N., & Liang, T.-W. (2011). Biodegradation of shellfish wastes and production of chitosanases by a squid pen-assimilating bacterium, *Acinetobacter calcoaceticus* TKU024. *Biodegradation*, 22(5), 939-948. Recuperado de <https://link.springer.com/article/10.1007/s10532-011-9453-5>. doi: 10.1007/s10532-011-9453-5
- Whyte, H. E., Loubar, K., Awad, S., & Tazerout, M. (2015). Pyrolytic oil production by catalytic pyrolysis of refuse-derived fuels: Investigation of low cost catalysts. *Fuel Processing Technology*, 140, 32-38. Recuperado de <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S037838201530134X?via%3Dihub>. doi: 10.1016/j.fuproc.2015.08.022
- Yao, Z., Xia, M., Li, H., Chen, T., Ye, Y., & Zheng, H. (2014). Bivalve Shell: Not an Abundant Useless Waste but a Functional and Versatile Biomaterial. *Critical Reviews in Environmental Science and Technology*, 44(22), 2502-2530. Recuperado de <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/10643389.2013.829763>. doi: 10.1080/10643389.2013.829763
- Ziraba, A. K., Haregu, T. N., & Mberu, B. (2016). A review and framework for understanding the potential impact of poor solid waste management on health in developing countries. *Archives of Public Health*, 74(1). Recuperado de <https://archpublichealth.biomedcentral.com/articles/10.1186/s13690-016-0166-4#citeas>. doi: 10.1186/s13690-016-0166-4

HOW TO CITE THIS ARTICLE:

Santana, R. F. de, & Aragão Júnior, W. R. (2023). APROVEITAMENTO DE RESÍDUOS DA MARISCAGEM E DA MARICULTURA: REVISÃO SISTEMÁTICA DA LITERATURA COM META-ANÁLISE. *HOLOS*, 4(39). Recuperado de <https://www2.ifrn.edu.br/ojs/index.php/HOLOS/article/view/10110>

ABOUT THE AUTHORS

R.F. SANTANA

Universidade Federal de Pernambuco. Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente (PRODEMA).

E-mail: rhaldneyfelipe.santana@gmail.com

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-2945-5143>

W. R. ARAGÃO JÚNIOR

Universidade Federal de Pernambuco. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil (PPGEC).

E-mail: wilsonramosaragao@hotmail.com

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-8998-7611>

Editor: Francinaide de Lima Silva Nascimento

Ad Hoc Reviewer: Marcio Luiz Farias Rato e André Luis da Silva Castro



Received: May 14, 2020

Accepted: April 9, 2022

Published: September 25, 2023