

Artigo de Pesquisa

Revisão sistemática dos estudos de permeabilidade em praias usando técnicas computacionais

Systematic review of beach permeability studies using computational techniques

Elaine Baroni de OLIVEIRA¹  & Eduardo Guimarães BARBOZA² 

¹Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Programa de Pós-Graduação em Geociências, Porto Alegre, Brasil.
E-mail: elaine.bo@hotmail.com.

²Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Centro de Estudos de Geologia Costeira e Oceânica, Porto Alegre, Brasil.
E-mail: eduardo.barboza@ufrgs.br.

Resumo: A permeabilidade é um parâmetro importante na determinação das equações de fluxo e no transporte de sedimentos praia. Este estudo avaliou os estudos de permeabilidade e condutividade hidráulica em praias, analisando o desempenho e a estrutura de pesquisa, através de uma revisão sistemática da literatura. A base de dados foi composta por 51 artigos retirados da plataforma *Web of Science*. A análise dos dados foi compilada usando as ferramentas *Tree of Science*, *VOSviewer* e *Altrimetric Bookmarklet*. Os resultados mostraram que a principal fonte de divulgação dos artigos foi o "*Journal of Coastal Research*" e que os países com a maior parte das publicações e colaborações foram os EUA e a Inglaterra. As redes de conexão mostram uma baixa colaboração entre os diferentes subgrupos de pesquisa, porém uma boa ligação entre os autores de um mesmo grupo. Gear Masselink foi o autor mais influente no tema. Os dados da plataforma *Altrimetric* mostram que o tema não recebe muita atenção social. Os resultados dessa revisão posicionaram a permeabilidade na pesquisa costeira e apontaram lacunas, principalmente a falta de medições da permeabilidade *in situ*, que ainda precisam ser investigadas nos diferentes ramos de pesquisa.

Palavras-chave: Condutividade hidráulica; *Tree of Science*; *VOSviewer*; Fluxo; Morfologia Costeira.

Abstract: Permeability is an important parameter in determining flow equations and beach sediment transport. This article evaluated studies of permeability and hydraulic conductivity in beaches, analyzing the performance and structure of research through a systematic review of the literature. The database consisted of 51 articles taken from the *Web of Science* platform. Data analysis was compiled using the *Tree of Science*, *VOSviewer* and *Altrimetric Bookmarklet* tools. The results showed that the main source of dissemination of the articles was the "*Journal of Coastal Research*" and that the countries with the most publications and collaborations were the USA and England. The connection networks show low collaboration between the different research subgroups, but good links between authors from the same group. Gear Masselink was the most influential author on the subject. The data from *Altrimetric Bookmarklet* shows that the topic does not receive much social attention. The results of this review have positioned permeability in coastal research and pointed out gaps, mainly the lack of *in situ* permeability measurements, which still need to be investigated in the different branches of research.

Keywords: Hydraulic conductivity; *Tree of Science*; *VOSviewer*; Flow; Coastal Morphology.

1. Introdução

A permeabilidade pode ser definida como a facilidade com que um fluido escoar através de uma matriz sedimentar porosa. Em muitos trabalhos a permeabilidade e a condutividade hidráulica são usadas como sinônimos, porém, segundo Horn (2002) os termos têm significados diferentes: enquanto a permeabilidade considera apenas as características do meio poroso, a condutividade hidráulica considera também as características do fluido. Independente da nomenclatura, a permeabilidade (ou condutividade hidráulica) da praia tem sido mencionada em diversas áreas das pesquisas costeiras, como por exemplo nos estudos de geomorfologia praial, engenharia costeira, contaminação, ou na modelagem de descarga subterrânea.

Uma das principais menções da permeabilidade nos estudos costeiros está relacionada às taxas de infiltração durante os ciclos de *swash* e ao transporte transversal de sedimentos (Turner & Masselink, 1998; Butt *et al.*, 2001; Quick, 1991; Masselink & Li, 2001; Elfrink & Baldock, 2002). A infiltração em praias secas (insaturadas, permeáveis) reduz a velocidade da retrolavagem (*backwash*) e prolonga a existência de um fluxo laminar, promovendo o transporte em direção ao continente e a deposição de sedimentos na face de praia, enquanto em uma praia úmida (saturada, impermeável), a velocidade de retrolavagem acelerada devido à adição de água subindo à superfície na zona de efluente promove a erosão pela ação das ondas (Grant, 1948; Masselink & Li, 2001; Li *et al.*, 2002; Kulkarni *et al.*, 2004). Dado que a erosão costeira é um dos principais processos que impactam as praias globalmente (Souza, 2009) e que as iniciativas para conter, recuperar e manter as áreas costeiras são dispendiosas para os cofres públicos (Carmo, 2013), promover uma compreensão aprimorada do transporte de sedimentos e dos fatores que o influenciam é essencial.

A avaliação de diferentes aspectos de pesquisas nas áreas de dinâmica e transporte de sedimentos na zona de *swash* foi abordada por uma série de revisões bibliográficas (Mclachlan & Turner, 1994; Butt & Russell, 2000; Mason & Coates, 2001; Elfrink & Baldock, 2002; Horn, 2002; Masselink & Puleo, 2006; Horn, 2006; Briganti *et al.*, 2016). Adicionalmente, equações empíricas empregadas na estimativa da condutividade hidráulica foram sintetizadas por Chapius (2012) e Rosas *et al.* (2014). Essas revisões apresentam características explanatórias e descritivas do fluxo e caracterizam o estado da arte sobre o campo de pesquisa, porém a permeabilidade não foi o foco dessas pesquisas. Há carência de estudos que integrem os diferentes campos relacionados à permeabilidade em praias, demonstrando a estrutura e ramificações da pesquisa, assim como o enquadramento da permeabilidade em cada ramo. Além disso, a maioria das revisões realizadas já possuem mais de duas décadas, e, portanto, não trazem os avanços do campo nos últimos anos. Por fim, não foram encontrados estudos utilizando uma abordagem bibliométrica para determinar as tendências da pesquisa.

A abordagem bibliométrica utiliza dados estatísticos e quantitativos para processar e analisar publicações, através de técnicas de performance (definição das contribuições e relações entre autores, revistas e países), ou mapeamento científico (identificação da estrutura, evolução e lacunas da pesquisa) (Broadus, 1987; Solorzano & Plevris, 2022). Com o avanço da tecnologia, surgiram diversos softwares para a automatização dessas análises. As principais vantagens na utilização de técnicas computacionais são a capacidade de avaliar um grande volume de dados em uma única vez, e a geração de outputs gráficos que facilitam a comunicação e transmissão da informação. Devido a essas vantagens, diferentes técnicas computacionais e indicadores cientométricos vem sendo aplicadas em diferentes áreas do conhecimento (Van Eck & Waltman, 2010; Fernandes &

Silva, 2018; Patrus & Silva, 2019; Guo *et al.*, 2019; Mishra *et al.*, 2020; Ankrah *et al.*, 2022; Basumatary *et al.*, 2023).

Apesar de figurar em publicações que abrangem os domínios da engenharia e das ciências do solo, a permeabilidade ainda carece da atenção necessária para compreender sua importância nos processos costeiros e para orientar o desenvolvimento das pesquisas ao longo do tempo. Esta lacuna pode ser preenchida por meio de uma revisão bibliográfica. Uma análise sistemática da literatura tem o potencial não apenas de destacar a permeabilidade nas pesquisas costeiras, mas também de oferecer uma visão abrangente do estado atual do conhecimento, apontando áreas específicas que demandam investigação adicional.

Nesse contexto, o presente estudo teve como objetivo avaliar os estudos de permeabilidade em praias, analisando a performance e a estrutura da pesquisa através de técnicas computacionais, e discutindo a presença da permeabilidade ou condutividade hidráulica em cada ramo encontrado. Devido à confusão de nomenclaturas, como mencionado por Horn (2002), no presente trabalho os termos permeabilidade e condutividade hidráulica foram considerados equivalentes.

2. Materiais e Métodos

Esta pesquisa foi baseada em uma revisão sistemática de literatura, de caráter quantitativo descritivo, para analisar o crescimento e as tendências da pesquisa sobre permeabilidade em praias. A Figura 1 ilustra o processo de fluxo de coleta e análise de dados bibliográficos.

Os dados bibliográficos foram coletados da base de dados “*Web of Science*” (WoS), acessada a partir do Portal de Periódicos da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), por meio da Comunidade Acadêmica Federada (CAFe), usando *login* e senha da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). Os dados foram pesquisados usando os termos de pesquisa [“(*beach*” OR “*beaches*”) AND (“*permeability*” OR “*hydraulic conductivity*”) AND (“*sediment*” OR “*morphology*”)] na seção “Títulos dos artigos, Resumo, Palavras-chave”. Esta pesquisa retornou 97 dados bibliográficos. A seguir, na etapa de elegibilidade, foram aplicados filtros de categorias de forma a obter uma base de dados coerente e alinhada com o campo de estudo, eliminando assim trabalhos não relacionados ao tema. Os artigos relacionados à descarga de águas subterrâneas foram descartados, por ser uma área já bem explorada em revisões qualitativas e quantitativas (Mclachlan & Turner, 1994; Burnett *et al.*, 2003; Slomp & Van Cappellen, 2004; Horn, 2006; Robinson *et al.*, 2018; Ma & Zhang, 2020; Sekar *et al.*, 2022; Afrifa *et al.*, 2022; Gyanendra *et al.*, 2022). Os resultados (N = 51) foram exportados com a extensão TXT.

A análise de dados foi realizada em três etapas. A primeira parte da análise dos dados (medição de desempenho, mapeamento científico e visualização de rede de conexões) foi realizada com o auxílio do software *VOSviewer* (Van Eck & Waltman, 2010). Nessa etapa foram analisadas a influência e conexões dos autores, países, fontes, e palavras-chave dos dados bibliográficos levantados. A segunda parte da análise foi realizada com o *Altmetrics Bookmarklet*¹, um script disponibilizado gratuitamente pela plataforma *Altmetric*, que disponibiliza métricas de compartilhamento de diversas plataformas sociais, incluindo *Facebook*, *Twitter*, *Wikipedia*, blogs, sites de notícia,

¹ Disponível em <https://www.altmetric.com>

documentos de políticas públicas e dados da plataforma de gerenciamento de referências *Mendeley*. Os dados coletados foram transferidos para o Microsoft Excel para análise posterior.

Para a estruturação e evolução dos estudos sobre o tema, primeiramente os artigos foram classificados em grupos através da análise de conteúdo (utilizando as palavras-chave, objetivos e descobertas). Posteriormente, cada grupo foi organizado de forma cronológica a fim de identificar a evolução temporal. A partir da evolução temporal, foram identificadas as relações entre os grupos, estabelecendo as sinergias e o percurso de desenvolvimento, que foram organizadas na forma de um mapa mental. A etapa de evolução foi executada com o auxílio da plataforma “*Tree of Science*” (*ToS*) (Robledo *et al.*, 2014). Esta plataforma permite uma análise sistematizada para identificar artigos relevantes em três indicadores: (i) raiz, que representa os artigos que originam o campo do conhecimento; (ii) tronco, composto pelos links entre os artigos tradicionais e modernos; (iii) e folhas, que são os trabalhos mais recentes sobre o tema (Zuluaga *et al.*, 2022).

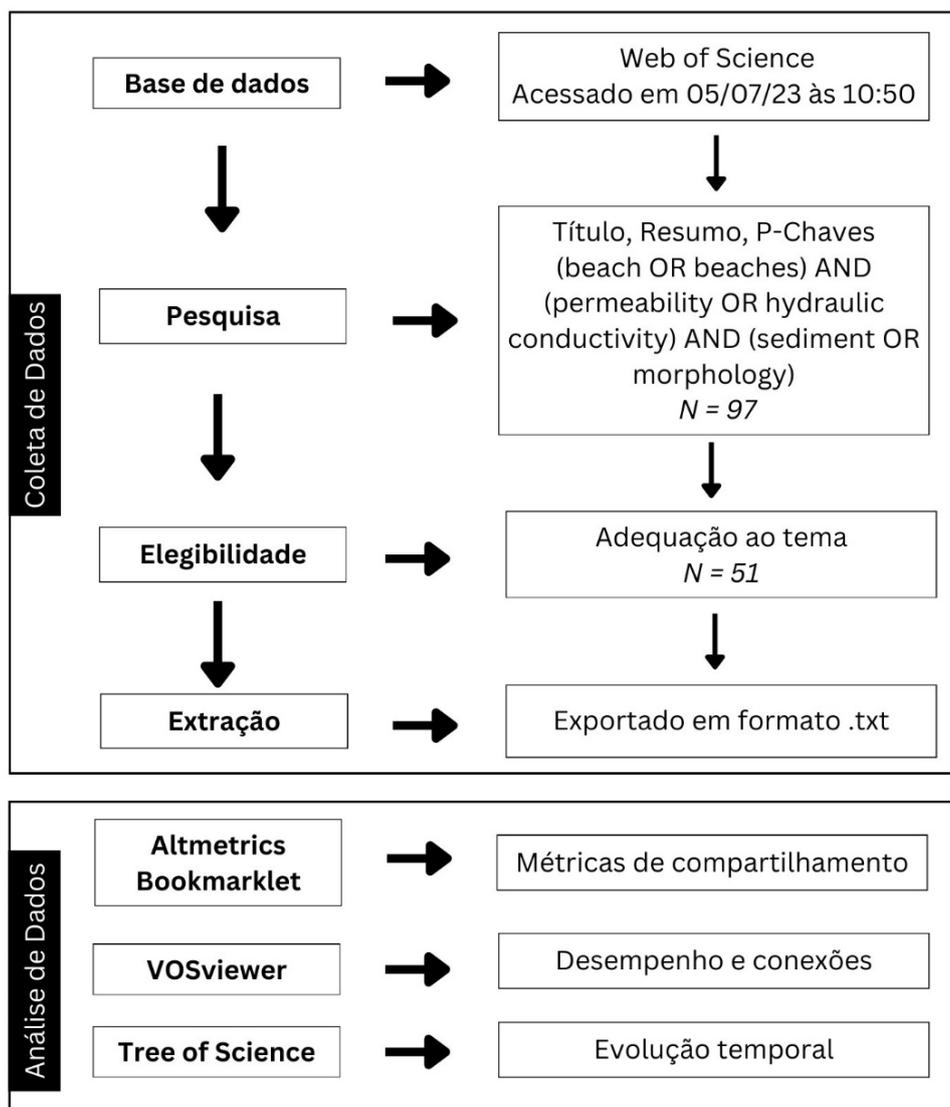


Figura 1. Fluxograma do processo metodológico. Elaborado pelos autores com uso do Canvas.

Figure. Flowchart of the methodological process. Prepared by the authors using Canvas.

3. Resultados

3.1 Desempenho

3.1.1 Documentos mais citados

A análise dos dados bibliográficos constatou que a publicação mais citada (NC = 232) no tema foi publicada por Carson *et al.* (2011). O artigo, publicado pela “*Marine Pollution Bulletin*”, apresenta mudanças físicas no pacote sedimentar praiial provocado pela contaminação por microplásticos. A Tabela 1 mostra as sete publicações com mais de 50 citações. Os dois primeiros artigos da lista possuem características multidisciplinares, transitando entre diferentes áreas de conhecimento, o que favorece a citação por diferentes grupos, ampliando seu alcance e poder de divulgação.

Tabela 2. As sete publicações mais citadas para os estudos de permeabilidade em praias. NC refere-se ao número de citações.

Table 1. The seven most cited publications for beach permeability studies. NC refers to the number of citations.

#	Título	Autores	Jornal	DOI	NC
1	Small plastic debris changes water movement and heat transfer through beach sediments	Carson <i>et al.</i> (2011)	Marine Pollution Bulletin	10.1016/j.marpolbul.2011.05.032	232
2	Bio-cementation of sandy soil using microbially induced carbonate precipitation for marine environments	Cheng <i>et al.</i> (2014)	Geotechnique	10.1680/geot.14.T.025	149
3	Determination of Hydraulic Conductivity from Grain-Size Distribution for Different Depositional Environments	Rosas <i>et al.</i> (2014)	Groundwater	10.1111/gwat.12078	92
4	Sediment transport processes on mixed beaches: A review for shoreline management	Mason & Coates (2001)	Journal of Coastal Research		87
5	The role of swash infiltration in determining the beachface gradient: a numerical study	Masselink & Li (2001)	Marine Geology	10.1016/S0025-3227(01)00161-X	83
6	Measurements and modelling of beach groundwater flow in the swash-zone: a review	Horn (2006)	Continental Shelf Research	10.1016/j.csr.2006.02.001	82
7	Modelling the morphodynamics of gravel beaches during storms with XBeach-G	McCall <i>et al.</i> (2015)	Coastal Engineering	10.1016/j.coastaleng.2015.06.002	66

3.1.2 Autores mais produtivos

A análise dos dados bibliográficos constatou que o autor mais produtivo no tema pesquisado, considerando o número de publicações e citações, foi Gerd Masselink (Universidade de Plymouth, Inglaterra) com quatro publicações de sua autoria/coautoria e 132 citações. O segundo autor, com duas publicações e 125 citações foi Diane P. Horn (Universidade de Londres, Inglaterra). Esses dois autores são responsáveis por quase 12% das publicações totais. A Tabela 2 mostra os nove autores com mais de uma publicação e que contribuíram significativamente para o campo.

Tabela 2. As sete publicações mais citadas para os estudos de permeabilidade em praias. NP = número de publicações; NC = número de citações

Table 2. The seven most cited publications for beach permeability studies. NP = number of publications; NC = number of citations

#	Autor	Afiliação	País	NP	NC	h-Index
1	Gerd Masselink	University of Plymouth	Inglaterra	4	132	44
2	Diane P. Horn	University of London	Inglaterra	2	125	12
3	Thomas M. Missimer	Florida Gulf Coast University	EUA	2	94	21
4	Ian Turner	University of New South Wales Sydney	Austrália	2	59	45
5	Daniel Buscombe	Northern Arizona University	EUA	2	43	21
6	Hailong Li	Southern University of Science and Technology	China	2	37	32
7	Michel C. Boufadel	New Jersey Institute of Technology	EUA	2	22	33
8	M Poff	Coastal Engn Consultants Inc	EUA	2	0	0
9	MF Stephen	Coastal Engn Consultants Inc	EUA	2	0	2

3.1.3. Países mais produtivos

Os países com o maior número de publicações estão listados na Tabela 3 com a porcentagem de participação global e o total de citações. Os Estados Unidos foram o país que conduziram a maior parte das pesquisas sobre permeabilidade em praias, com 18 documentos, seguido pela Inglaterra com 14. Os dois países juntos somam quase 63% das publicações globais e possuem o dobro de citações que o restante. Esse resultado está alinhado com a análise dos principais autores, comprovando que ambos os países são líderes nas pesquisas relacionadas ao tema. O Brasil encontra-se na nona posição, com três documentos e 35 citações.

Tabela 3. A lista dos 10 países mais produtivos na pesquisa sobre os estudos de permeabilidade em praias com base no número de publicações. NP e NC representam o número de publicações e citações. A participação se refere ao total geral de artigos (N=51).

Table 3. The list of the 10 most productive countries in beach permeability research based on the number of publications. NP and NC represent the number of publications and citations. Participation refers to the overall total of articles (N=51).

Posição	País	NP	NC	Participação%
1	EUA	18	524	35,29
2	Inglaterra	14	531	27,45
3	Austrália	5	238	9,80
4	China	4	88	7,84
5	Canadá	4	34	7,84
6	Escócia	3	111	5,88
7	Países Baixos	3	105	5,88
8	Espanha	3	62	5,88
9	Brasil	3	35	5,88
10	Itália	2	30	3,92

3.1.4. Periódicos mais produtivos

A Tabela 4 mostra as 10 revistas mais proeminentes nos estudos de permeabilidade em praias, classificadas com base no número de publicações, no total de citações e no Fator de Impacto. A análise da pesquisa mostra que o periódico “*Journal of Coastal Research*” é o que possui o maior número de publicações (10). Entretanto, esse periódico apresenta o menor fator de impacto (1,11) entre os 10 mais influentes. Um dos fatores que poderiam explicar o alto número de publicações nessa revista é uma maior facilidade no processo de submissão ou aceitação, ou mesmo a maior popularidade do Jornal entre os autores da área. A segunda posição é ocupada por “*Coastal Engineering*”, com cinco publicações, 175 citações e um fator de impacto de 5,427. O jornal com maior fator de impacto (7,001) é o “*Marine Pollution Bulletin*”, que aparece na quarta posição.

Tabela 4. A lista dos 10 periódicos mais produtivos na pesquisa sobre permeabilidade de praias com base no número de publicações. NP e NC representam o número de publicações e citações.

Table 4. The list of the 10 most productive journals in beach permeability research based on the number of publications. NP and NC represent the number of publications and citations.

#	Periódico	Editora	e-ISSN	NP	NC	Fator de Impacto
1	Journal of Coastal Research	Coastal Education & Research Foundation	1551-5036	10	215	1,11
2	Coastal Engineering	Elsevier	1872-7379	5	175	5,427
3	Groundwater	Wiley-Blackwell	1745-6584	3	150	2,887
4	Marine Pollution Bulletin	Elsevier	1879-3363	2	235	7,001
5	Continental Shelf Research	Elsevier	1873-6955	2	117	2,629
6	Marine Geology	Elsevier	1872-6151	2	104	3,627
7	Journal of Geophysical Research - Ocean	Wiley-Blackwell	2169-9291	2	33	3,938
8	Ocean & Coastal Management	Elsevier	1873-524X	2	32	4,6
9	Geotechnique	Institution of Civil Engineers	1751-7656	1	149	5,8
10	Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology	Elsevier	1872-616X	1	47	3

3.2. Conexões

3.2.1. Colaboração entre Autores

Um dos indicadores de colaboração entre autores é a coautoria em publicações (Bordons & Gómez, 2000). Esse tipo de colaboração pode ser expresso em formato de rede, onde os nós representam os autores e as linhas retratam as conexões entre eles (Newman, 2004). Um total de 171 autores foram encontrados entre as 51 publicações. Os 171 autores estão agrupados em 44 clusters de diferentes tamanhos, estando a maioria desconectados (Fig. 2). O cluster é formado pelo agrupamento de autores que são coautores em diversas pesquisas e publicaram artigos sobre tópicos semelhantes. Portanto, o grande número de clusters indica tanto uma ramificação dos tópicos de estudo, quanto uma falta de colaboração entre autores de um mesmo campo. As cores amarelo, vermelho, verde e azul na Figura 2 representam os maiores clusters, compostos por pelo menos 8 pessoas, enquanto a cor cinza foi escolhida para representar clusters menores e com menos conexões. Os autores que compõem os quatro maiores clusters estão descritos na Quadro 1.

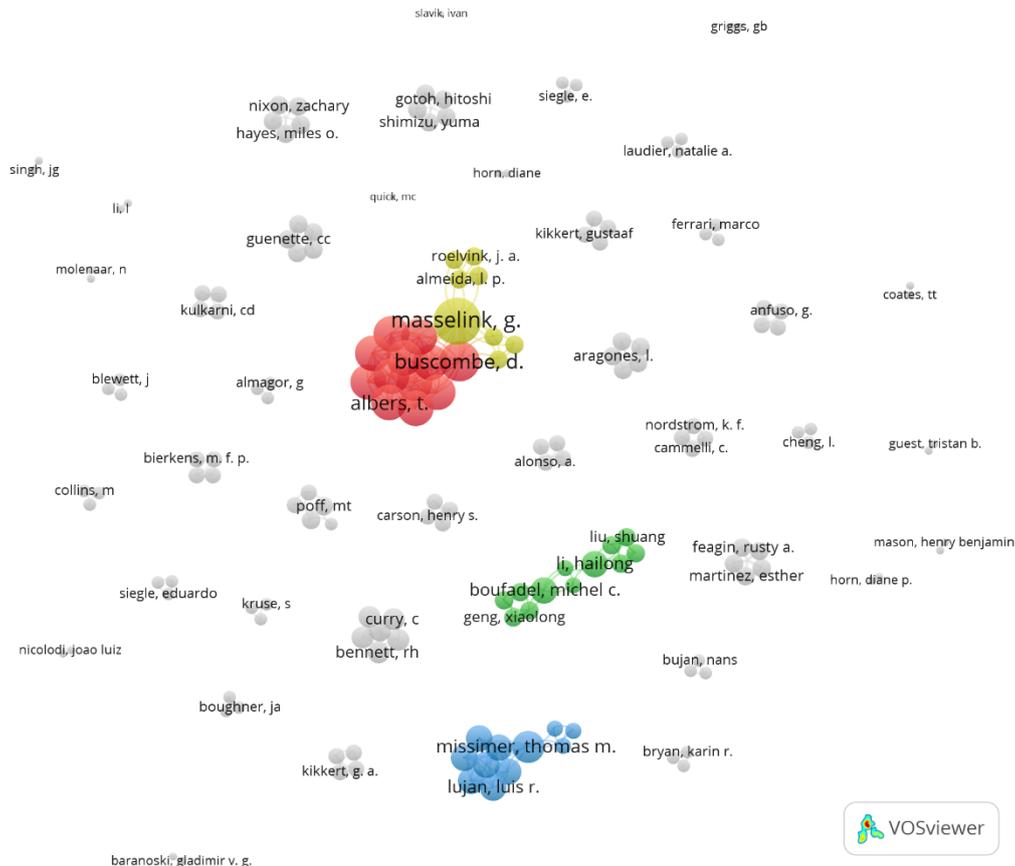


Figura 2. Clusters indicando a colaboração entre autores. O alto número de clusters indica uma ramificação dos tópicos de estudos e uma falta de colaboração entre autores de um mesmo tópico. A cor cinza representa clusters menores e com um menor número de conexões. Elaborado pelos autores com o uso de VOSviewer.

Figure 2. Clusters indicating collaboration between authors. A high number of clusters indicates a ramification of study topics and a lack of collaboration between authors on the same topic. Gray represents smaller clusters with fewer connections. Prepared by the authors using VOSviewer.

Quadro 1. Clusters dos autores colaborativos mais ativos. O cluster é formado pelo agrupamento de autores que são coautores em diversas pesquisas e publicaram artigos sobre tópicos semelhantes.

Chart 1. Clusters of the most active collaborative authors. The cluster is formed by grouping together authors who are co-authors on several research projects and have published articles on similar topics.

CLUSTER 1	CLUSTER 2	CLUSTER 3	CLUSTER 4
Albers, T.	Bobo, A.M.	Coulibaly, K.M.	Almeida, L.P.
Bradbury, A.	Boufadel, M.C.	Dehwah, A.H.A.	Masselink, G.
Buscombe, D.	Chen, S	Goso, C.	McCall, R.T.
Chapman, D.	Geng, X.	Hegy, M.C.	Poate, T.G.
Coates, I.	Heiss, J.W.	Lopes, O.	Roelvink, J.A.
Ferreira, O.	Khoury, N.	Lujan, L.R.	Swinkels, C.
Matias, A.	Lee, K.	Maliva, R.G.	Turner, I.L.
Metje, N.	Li, H.	Mantilla, D.	Williams, J.J.
Pan, S.	Liu, S.	Missimer, T.M.	
Thompson, C.	Michael, H.A.	Rosas, J.	
Turner, I.	Sun, P.	Sesler, K.	
Williams, J.	Xia, Y.		

Dos 171, apenas 20 autores estão conectados em uma rede de colaboração, exibida na Figura 3. O tamanho dos nós na Figura 3 está associado ao número de publicações de cada autor, enquanto a espessura da linha de conexão representa a força da colaboração entre autores. O autor mais colaborativo foi Gear Masselink (NP = 4, NC = 132) com 19 conexões. O segundo autor com o maior número de conexões foi Daniel Buscombe (NP = 2, NC = 43) com 15 links. É importante mencionar que, apesar de não haver sobreposição e cada autor ser designado para apenas um cluster (van Eck & Waltman, 2023), há casos em que o mesmo autor aparece em clusters distintos devido à uma variação no nome publicado, como por exemplo Ian Turner, que aparece em dois clusters diferentes como Turner, I. e Turner, I.L (Fig. 3).

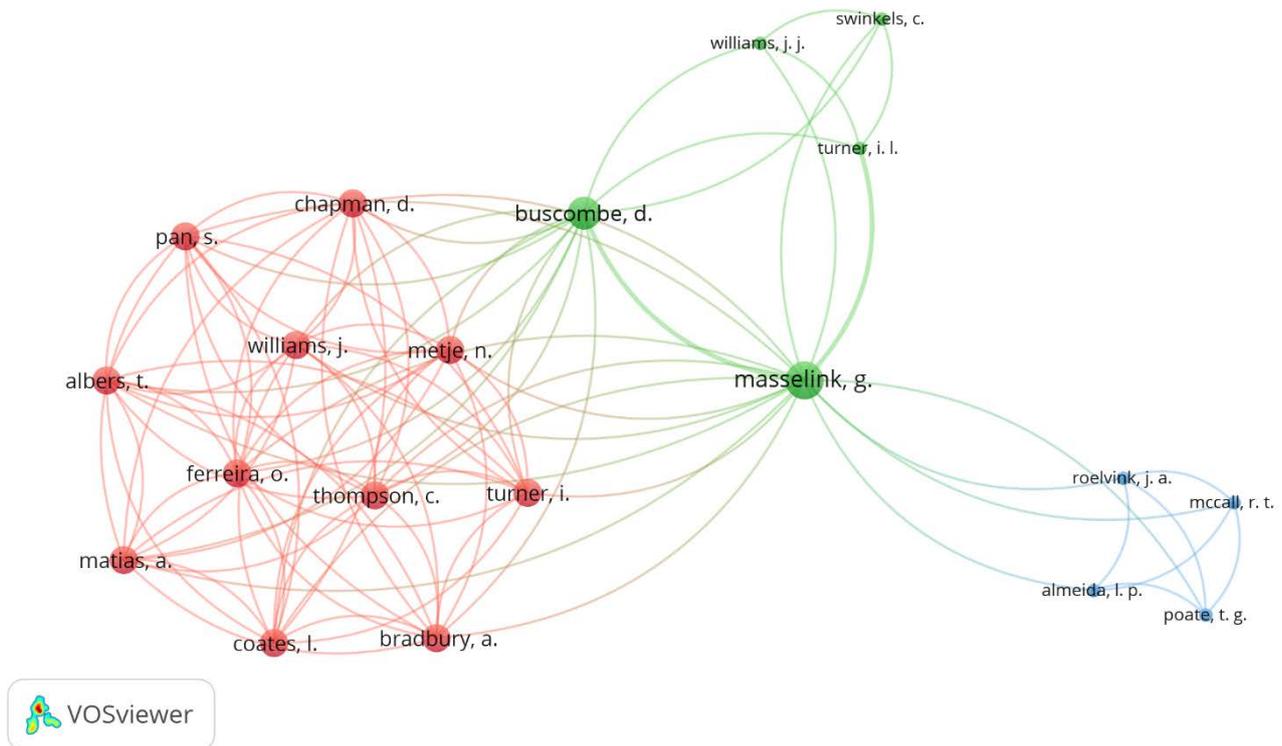


Figura 3. Rede de colaboração entre autores. Os nós representam os autores, e as linhas representam as conexões entre eles. O tamanho dos nós está associado ao número de publicações de cada autor, enquanto a espessura da linha de conexão representa a força da colaboração entre autores. Elaborado pelos autores com o uso de VOSviewer

Figure 3. Collaboration network between authors. The nodes represent the authors and the lines represent the connections between them. The size of the nodes is associated with the number of publications by each author, while the thickness of the connecting line represents the strength of the collaboration between authors. Prepared by the authors using VOSviewer

3.2.2. Colaboração entre Países

Um total de 24 países foram encontrados entre as 51 publicações. Desses, 20 estão conectados na rede de colaboração criada a partir do software VOSviewer (Fig. 4). O tamanho dos nós está associado ao número de publicações em cada país, enquanto a espessura da linha de conexão representa a força da colaboração entre eles. O país mais colaborativo com 12 conexões foi a Inglaterra (NP = 14, NC = 531), seguido pelos Estados Unidos da América com 10 conexões (NP = 73, NC = 2375).

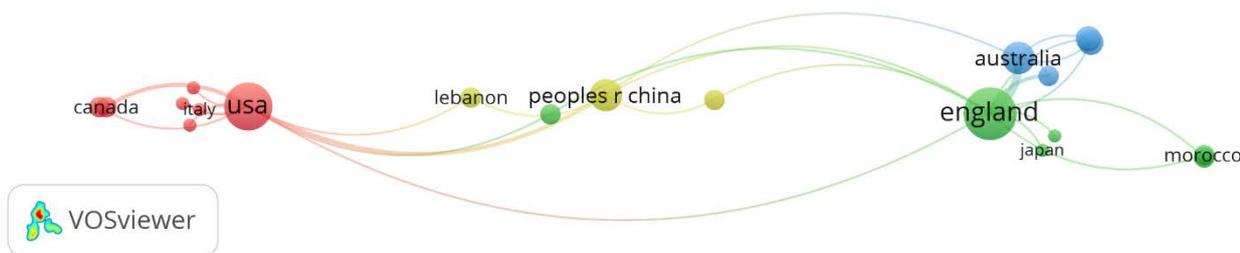


Figura 4. Rede de colaboração entre países. Os nós representam os países, e as linhas representam as conexões entre eles. O tamanho dos nós está associado ao número de publicações, enquanto a espessura da linha de conexão representa a força da colaboração entre países. Elaborado pelos autores com o uso de VOSviewer.

Figure 4. Collaboration network between countries. The nodes represent the authors and the lines represent the connections between them. The size of the nodes is associated with the number of publications, while the thickness of the connecting line represents the strength of the collaboration between countries. Prepared by the authors using VOSviewer

3.3. Palavras-chave

A análise verificou todas as palavras-chave, incluindo tanto as palavras fornecidas pelos autores originais, quanto as chamadas “*Keyword plus*”, que são aquelas extraídas por algoritmos dos títulos das referências citadas pela *Web of Science* (Zhang *et al.*, 2016). A Figura 5 apresenta a análise de co-ocorrência das palavras-chave considerando pelo menos três ocorrências. Os nós da Figura 5 representam a frequência de aparecimento das palavras-chave, enquanto a linha representa a associação entre elas. Das 305 palavras encontradas no conjunto de dados, 30 satisfazem os requisitos e estão conectadas na rede. Dinâmica (“*Dynamics*”) foi a palavra-chave com o maior número de ocorrências (oito) e o maior número de conexões (23). Ela foi seguida por Permeabilidade com oito ocorrências e 16 links (“*Permeability*”). A Tabela 5 apresenta as 10 palavras-chave mais proeminentes. É importante mencionar que algumas palavras aparecem em diferentes formatos. Cascalho (“*Gravel*”), por exemplo, aparece tanto sozinho, quanto acompanhado pela palavra praia (“*Gravel Beach*”), assim como “*Run-up*”, que também aparece junto da palavra onda (“*Wave Run-up*”).

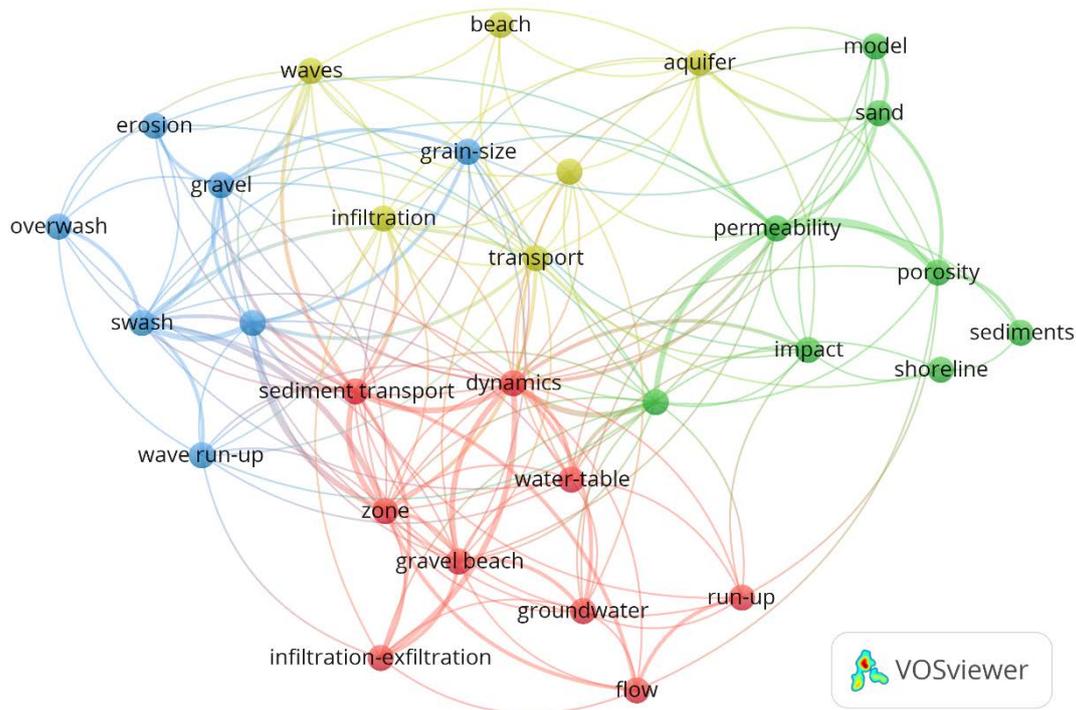


Figura 5. Co-ocorrência de palavras-chave. A cor do cluster representa o grupo de palavras-chave associadas, enquanto o tamanho dos nós representa a frequência de ocorrência. Elaborado pelos autores com o uso de VOSviewer.

Figure 5. Cooccurrence of keywords. The color of the cluster represents the group of associated keywords, while the size of the nodes represents the frequency of occurrence. Prepared by the authors using VOSviewer

Tabela 5. As 10 principais palavras-chave com base em sua ocorrência. N representa o número de ocorrências. Links se refere ao número de conexões. A força total do link (FTL) refere-se à soma das forças dos links conectados a determinadas palavras-chave.

Table 5. The top 10 keywords based on their occurrence. N represents the number of occurrences. Links refers to the number of connections. Total link strength (FTL) refers to the sum of the strengths of the links connected to certain keywords.

#	Palavra	Tradução	N	Links	FTL
1	<i>Dynamics</i>	Dinâmica	8	23	35
2	<i>Permeability</i>	Permeabilidade	8	16	24
3	<i>Sediment transport</i>	Transporte de Sedimentos	7	18	29
4	<i>Porosity</i>	Porosidade	7	9	14
5	<i>Zone</i>	Zona	6	18	27
6	<i>Hydraulic conductivity</i>	Condutividade Hidráulica	6	17	22
7	<i>Swash</i>	Lavagem	6	14	23
8	<i>Transport</i>	Transporte	5	15	18
9	<i>Sediments</i>	Sedimentos	5	3	4
10	<i>Gravel beach</i>	Praia de cascalho	4	15	20

As palavras estão agrupadas em quatro clusters de cores diferentes (Quadro 2), que acompanham o alinhamento dos temas de pesquisa. O cluster vermelho inclui nove palavras relacionadas principalmente ao fluxo vertical e à dinâmica do lençol freático. O

cluster verde é composto por oito palavras ligadas principalmente à determinação e estimativa da condutividade hidráulica. O cluster azul é composto por sete palavras e é focado nos processos e impactos do fluxo na praia. O cluster amarelo possui seis palavras ligadas ao transporte e contaminação por óleo.

Quadro 2. Clusters das principais palavras-chave sobre o papel da permeabilidade na morfologia praial. O cluster é formado pelo agrupamento de palavras com tópicos semelhantes.

Chart 2. Clusters of the main keywords on the role of permeability in beach morphology. The cluster is formed by grouping words with similar topics.

CLUSTER 1	CLUSTER 2	CLUSTER 3	CLUSTER 4
Dynamics	Hydraulic conductivity	Erosion	Aquifer
Flow	Impact	Grain-size	Beach
Gravel beach	Model	Gravel	Exxon-valdez oil
Groundwater	Permeability	Overwash	Infiltration
Infiltration-exfiltration	Porosity	Swash	Transport
Run-up	Sand	Swash infiltration-exfiltration	Waves
Sediment transport	Sediments	Wave run-up	
Water-table	Shoreline		
Zone			

3.4. Atenção social: *Altmetric Bookmarklet*

Dos 51 artigos que compõem a base bibliográfica extraída do WoS, 41 possuem DOI (identificador de objeto digital) e estão indexados nas bases de dados, facilitando a recuperação de dados de engajamento on-line. Entre esses 41, apenas 15 possuem dados de compartilhamento na plataforma *Altmetric*. A análise desses 15 artigos mostrou que as mídias sociais ainda são pouco utilizadas como meio de divulgação nos trabalhos envolvendo a permeabilidade em praias (Tab. 6). O *Twitter*, no entanto, parece ser a plataforma mais usada, com um total de 61 postagens. 11 publicações foram mencionadas pelo menos uma vez na plataforma, enquanto o trabalho de Huizer *et al.* (2019) teve um total de 20 *tweets*. O trabalho de Carson *et al.* (2011) apresentou a maior diversidade de plataformas, tendo sido mencionado no *Tweeter* (cinco), *Wikipedia* (um), Canais de Notícias (três) e documentos políticos (três). O maior engajamento desse trabalho reflete novamente as características multidisciplinares e a relevância do tema microplásticos não apenas para os acadêmicos, mas também para a sociedade em geral.

Tabela 6. Atenção social das publicações sobre permeabilidade e praia, incluindo o compartilhamento e menções on-line em diferentes mídias sociais e o número de leitores na plataforma *Mendeley*.

Table 6. Social attention of publications on permeability and the beach, including online sharing and mentions on different social media and the number of readers on the *Mendeley* platform.

Leitores	Compartilhamento e menções						
	<i>Mendeley</i>	<i>Tweeter</i>	<i>Facebook</i>	Documentos políticos	<i>Wikipedia</i>	Notícias	<i>Blog</i>
1371	61	1	6	1	3	1	3

Com relação à quantidade de leitores no *Mendeley*, 15 artigos foram lidos, sendo que o trabalho de Carson *et al.* (2011) possui, sozinho, 726 leitores. O *Mendeley* é uma plataforma de gerenciamento de referências, que permite aos usuários adicionarem documentos a uma biblioteca pessoal, fornecendo assim estatísticas do número de leitores

de uma determinada publicação. Os 1371 leitores no *Mendeley* estão distribuídos entre diferentes países ao redor do mundo. No entanto, 90,66% dos leitores (N=1243) são de regiões geográficas desconhecidas e apenas 3,5% (48 leitores) puderam ter sua localização reconhecida (Fig. 6). Esses leitores estão distribuídos entre 20 países, sendo a maioria do Brasil (N = 14).

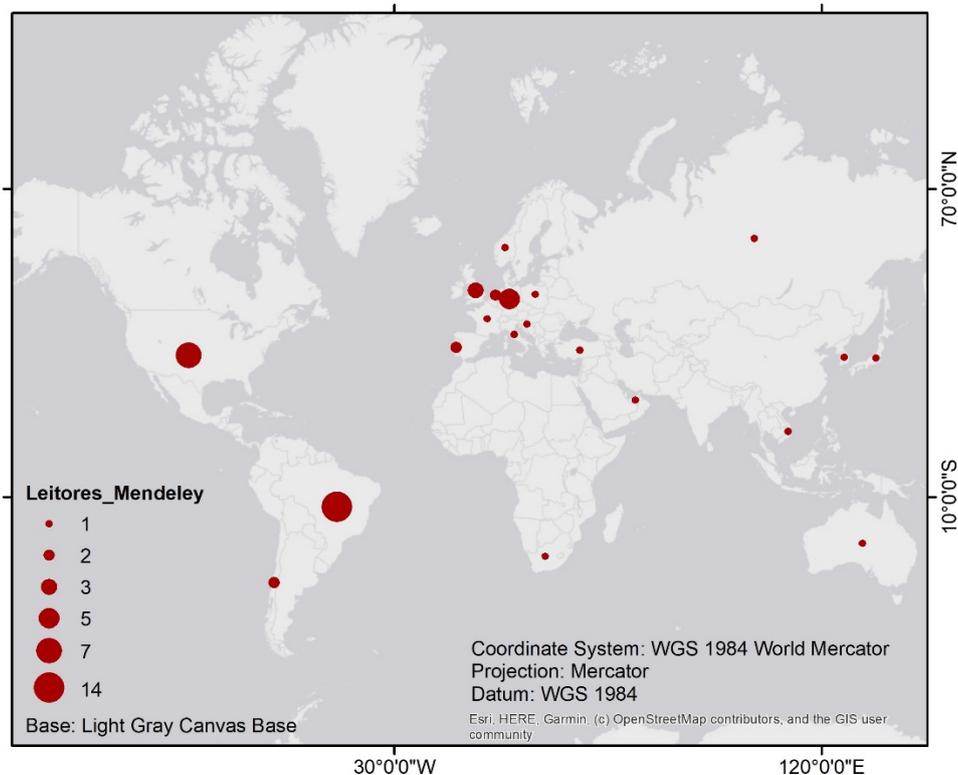


Figura 6. Mapa de distribuição dos leitores na plataforma *Mendeley*. O tamanho dos pontos representa o número de leitores. Elaborado pelos autores com o uso de ArcGis®.

Figure 6. Map of the distribution of readers on the *Mendeley* platform. The size of the dots represents the number of readers. Prepared by the authors using ArcGis®.

3.5. Tree of Science (ToS)

A análise da base bibliográfica extraída da *WoS* gerou uma árvore (*ToS*) com um número grande de raízes (20), uma quantidade média de troncos (10) e um baixo volume de folhas (seis). A Tabela 7 apresenta os artigos que compõe a árvore do conhecimento extraída da plataforma *ToS* sobre o papel da permeabilidade na morfologia de praias. É importante mencionar que é recomendado utilizar ao menos 100 registros dos resultados da pesquisa para gerar a rede de citações. De acordo com Zuluaga *et al.* (2022), se tivermos menos registros do que o recomendado, podemos estar vendo apenas um ramo da árvore.

Desde que a nossa base bibliográfica apresentou apenas 51 registros, a árvore do conhecimento gerada pode ser considerada incompleta, e, provavelmente o resultado é apenas um dos ramos de uma árvore maior. Dentro dessa árvore, estão as pesquisas relacionadas à descarga submarina de águas subterrâneas, contemplando temas como descarga submarina, salinização de aquíferos, transporte de solutos e qualidade de reservatórios, temas que estão além dos objetivos desse trabalho e que já foram bem explorados em algumas revisões bibliográficas qualitativas e quantitativas (Mclachlan & Turner, 1994; Burnett *et al.*, 2003; Slomp & Van Cappellen, 2004; Horn, 2006; Robinson *et al.*, 2018; Ma & Zhang, 2020; Sekar *et al.*, 2022; Afrifa *et al.*, 2022; Gyanendra *et al.*, 2022).

Tabela 7. Árvore do conhecimento sobre o papel da permeabilidade na morfologia de praias, mostrando a divisão entre os documentos que compõem a raiz, tronco e folhas da árvore.

Table 7. Tree of knowledge on the role of permeability in beach morphology, showing the division between the documents that make up the root, trunk and leaves of the tree.

Raiz	Tronco	Folhas
Hazen (1911)	Quick (1991)	McCall <i>et al.</i> (2015)
Bagnold (1940)	Mason & Coates (2001)	Guest & Hay (2017)
Krumbein <i>et al.</i> (1943)	Masselink & Li (2001)	Bujan <i>et al.</i> (2019)
Grant (1948)	Kulkarni <i>et al.</i> (2004)	Emami <i>et al.</i> (2019)
Folk & Ward (1957)	Horn & Li (2006)	Missimer <i>et al.</i> (2019)
Duncan Jr. (1964)	Horn & Walton (2007)	Geng <i>et al.</i> (2020)
Packwood (1983)	Williams <i>et al.</i> (2012)	
Longuet-Higgins & Smith (1983)	Masselink & Turner (2012)	
Carter & Orford (1984)	Rosas <i>et al.</i> (2014)	
Nielsen (1990)	Aragonés <i>et al.</i> (2015)	
Turner (1993)		
Masselink & Short (1993)		
Conley & Inman (1994)		
Turner (1995)		
Baird & Horn (1996)		
Turner <i>et al.</i> (1997)		
Turner & Masselink (1998)		
Butt <i>et al.</i> (2001)		
Horn (2002)		
Jennings & Shulmeister (2002)		

O uso do *ToS* com um número de registros abaixo do recomendado, apesar de não apresentar a evolução completa da pesquisa, foi útil na identificação de artigos relacionados ao tema, que originaram o conhecimento, e que não estão incluídos na base bibliográfica extraída do *WoS*, permitindo assim compreender melhor a divisão de grupos e evolução das linhas de pesquisa.

3.6. Agrupamento e Evolução

Por meio da análise de conteúdo, considerando as palavras-chave, objetivos e descobertas, procedeu-se à classificação dos artigos em oito grupos, sendo que a inclusão da permeabilidade em cada uma delas ocorre de maneira ligeiramente distinta (Tabela 8). O primeiro grupo, intitulado "Infiltração e transporte de sedimentos na zona de swash", emprega a permeabilidade como um parâmetro nas equações do fluxo e na movimentação sedimentar. O grupo "Mecanismos de controle das flutuações no nível de água" estabelece uma relação entre a permeabilidade, a presença de camadas impermeáveis e a saturação do pacote sedimentar. Essa associação entre saturação e camadas impermeáveis também é explorada no grupo "Processos e impactos do fluxo na praia". O grupo "Estruturas e estratégias de proteção contra a erosão costeira" considera a importância da permeabilidade do leito em projetos de engenharia.

Os outros quatro grupos abordam diretamente a determinação da condutividade hidráulica, cada um com objetivos distintos. O grupo "Influência e propriedades sedimentológicas e hidráulicas na dinâmica do swash" incorpora a permeabilidade por meio

da caracterização da heterogeneidade da condutividade hidráulica. Por sua vez, o grupo "Estimativa da condutividade hidráulica" inclui a permeabilidade nas equações de predição da condutividade hidráulica. Ambos os grupos "Determinação da permeabilidade in situ" e "Permeabilidade do petróleo em praias arenosas" realizam medidas da permeabilidade em campo, sendo que o primeiro utiliza água como fluido percolante, enquanto o segundo utiliza hidrocarbonetos como fluido.

Uma das formas de entender a evolução geral do tema é através do uso de cronologia. Segundo Oliveira *et al.* (2019), a cronologia ajuda a ilustrar tanto a evolução geral de cada grupo ao longo dos anos, quanto a maturidade (volume de publicações) das subáreas de investigação, permitindo identificar os eixos de pesquisa que representam os grupos com maior necessidade de desenvolvimento. A cronologia de cada grupo foi realizada com o auxílio dos resultados obtidos no ToS e pode ser visualizada na Figura 7.

Através da cronologia dos grupos de estudos, podemos perceber um adensamento das pesquisas a partir dos anos 2000. Além disso, as pesquisas relacionadas à simples descrição do transporte de sedimentos evoluíram para avaliar os impactos do fluxo nas variações morfológicas da praia. Além disso, as propriedades do pacote sedimentar começaram a ser consideradas na movimentação do fluxo nas últimas duas décadas. Finalmente, a condutividade hidráulica estimada a partir de equações por mais de um século, passou a ser comparada com medições in situ. Essas relações entre os grupos deram suporte para a criação do mapa de interações exibido na Figura 8.

A partir da permeabilidade podemos visualizar três ramos principais da pesquisa. A primeira relacionada diretamente à determinação da permeabilidade, que pode ser medida ou estimada; a segunda relacionada à descrição da infiltração e transporte de sedimentos; e a terceira concentrada nos mecanismos controladores do fluxo. Nesses dois últimos ramos, a permeabilidade é apenas um parâmetro de entrada nas equações do fluxo. Os processos e impactos do fluxo são um corolário da junção entre os dois ramos, enquanto as estruturas e estratégias de proteção costeira são um efeito colateral do último.

Os resultados permitem estabelecer uma linha de pesquisa que inicia com a definição dos processos e mecanismos do fluxo. A descrição do transporte de sedimento e o papel das ondas levou à quantificação das variações morfodinâmicas nas praias, que impulsionou os estudos de proteção costeira. Além disso, conforme a permeabilidade ganhava notoriedade no campo, surgiram ramificações para quantificar a importância da condutividade hidráulica tanto nos processos, quanto na permanência de contaminantes.

Tabela 8. Agrupamento do campo de pesquisa em subcategorias. A forma de inclusão da permeabilidade em cada grupo também é mostrada.

Table 8. Grouping of the research field into subcategories. The way in which permeability is included in each group is also shown.

Grupo	Objetivo	Palavras-chave	Inclusão da Permeabilidade	Autores
<i>Infiltração e transporte de sedimentos na zona de swash</i>	Descrever os processos de fluxo verticais na zona de <i>swash</i> e a relação com o transporte transversal de sedimentos na praia	<i>Swash</i> ; <i>Uprush</i> ; <i>backwash</i> ; transporte de sedimentos; pressão de poros; face da praia; infiltração; exfiltração; cascalho; morfologia	Permeabilidade é um dos parâmetros-chave na determinação da magnitude do fluxo e da movimentação do sedimento	Grant (1948); Turner & Masselink (1998); Butt <i>et al.</i> (2001); Quick (1991); Masselink & Li (2001); Elfrink & Baldock (2002)
<i>Mecanismos de controle das flutuações no nível de água</i>	Verificar o efeito de forçantes, como ondas, marés e tsunamis, na hidrodinâmica e nas flutuações do lençol freático	Fluxo; lençol freático; <i>runup</i> ; ondas; infiltração; marés; cascalho; permeável; onda solitária; modelo; tsunami; tempestade	Infiltração em condições saturadas, efeitos de uma camada impermeável, influência das variações da condutividade hidráulica	Nielsen (1990); Zelt (1991); Turner <i>et al.</i> (1997); Gedik <i>et al.</i> (2005); Williams <i>et al.</i> (2009); Laudier <i>et al.</i> (2011); Tsurudome <i>et al.</i> (2020)
<i>Processos e impactos do fluxo na praia</i>	Analisar a morfodinâmica, as variações morfológicas e as alterações do perfil da praia induzidas pelas ondas	<i>Swash</i> ; cascalho; infiltração; exfiltração; morfodinâmica; <i>overwash</i> ; <i>overtopping</i> ; tempestades; morfologia; erosão; evolução da praia	Efeito da variabilidade da condutividade hidráulica; relação entre saturação e morfologia; efeitos de uma camada impermeável	Kulkarni <i>et al.</i> (2004); Horn & Li (2006); Pedrozo-Acuña <i>et al.</i> (2006); Laudier <i>et al.</i> (2011); McCall <i>et al.</i> (2015); Emami <i>et al.</i> (2019)
<i>Estruturas e estratégias de proteção contra a erosão costeira</i>	Verificar a eficiência de métodos protetivos no combate à erosão costeira e acompanhar as modificações provocadas pelas estruturas	Proteção da costa; erosão; molhes; engordamento (<i>nourishment</i>); quebra-mar; morfodinâmica; morfologia costeira; modelagem numérica; Boussinesq	Estruturas costeiras permeáveis versus impermeáveis; importância da permeabilidade do leito em projetos de engenharia	McFarland <i>et al.</i> (1994); Cammelli <i>et al.</i> (2006); Horn & Walton (2007); Reis & Gama (2010); Postacchini <i>et al.</i> (2016); Martinez <i>et al.</i> (2020)
<i>Influência das propriedades sedimentológicas e hidráulicas na dinâmica do swash</i>	Verificar os efeitos da heterogeneidade do pacote (ex. permeabilidade, porosidade e rugosidade) na dinâmica da zona de lavagem	Ar; <i>swash</i> ; dinâmica; heterogeneidade; humidade; capilaridade; permeabilidade; porosidade; tensão; rugosidade	Heterogeneidade da condutividade hidráulica; fundos impermeáveis; praias permeáveis	Kikkert <i>et al.</i> (2009); Steenhauer <i>et al.</i> (2009); Dai & Kikkert (2013); Guest & Hay (2017); Geng <i>et al.</i> (2020)
<i>Estimativa da condutividade hidráulica</i>	Investigar analiticamente a relação entre o tamanho dos grãos e a permeabilidade, definindo métodos empíricos para estimar a condutividade hidráulica.	Condutividade hidráulica; permeabilidade; previsão; equações; porosidade; tamanho de grão; sedimentos; areia	Equação de predição da condutividade hidráulica a partir de parâmetros sedimentares	Hazen (1911); Van Genuchten (1980); Shepherd (1989); Schaap <i>et al.</i> (2001); Chapuis (2004); Chapuis (2012); Rosas <i>et al.</i> (2014)
<i>Determinação da permeabilidade em situ</i>	Medição da condutividade hidráulica com uso de permeâmetro em sedimentos marinhos costeiros ou entre marés	Sedimentos; medição da permeabilidade; fundo do mar; condutividade hidráulica, permeâmetro	Medição da condutividade hidráulica através de permeâmetros e relação com as características sedimentares	Bennett <i>et al.</i> (2002); Forster <i>et al.</i> (2003); She <i>et al.</i> (2006); Li <i>et al.</i> (2010); Wang <i>et al.</i> (2014); Lee <i>et al.</i> (2015)
<i>Permeabilidade do Petróleo em Praias Arenosas</i>	Determinar a profundidade de penetração e tempo de persistência de hidrocarbonetos em praias arenosas	Exxon Valdez; óleo; persistência; sedimentos; derramamento de óleo; remediação permeabilidade	Ensaio para determinação da condutividade hidráulica; Persistência do óleo em praias permeáveis	Vandermeulen & Singh (1994); Owens <i>et al.</i> (2003); Bobo <i>et al.</i> (2012); Nixon <i>et al.</i> (2013); Oliveira & Nicolodi (2017); Nachite <i>et al.</i> (2020)

	Estimativa da condutividade hidráulica Hazen (1911) Kozeny (1927) Krumbein & Monk (1942)	Transporte de sedimentos na zona de swash Grant (1948) Duncan Jr. (1964)					
1911-1989	Bear (1972) Shepherd (1989)		Mecanismos de controle do fluxo Packwood (1983) Kobayashi et al. (1987)		Estruturas e estratégias de proteção costeira		Permeabilidade do óleo em praias
1990-1999		Hughes et al. (1997) Masselink & Hughes, 1998 Turner & Masselink (1998)	Nielsen (1990) Zelt (1991) Baird & Horn (1996) Turner et al. (1997)		Dean (1991) Plant & Griggs (1992) Mcfarland (1994)		Vandermeulen & Singh (1994) Wise (1994) Hayes & Michel (1999)
2000 - 2008	Schaap et al. (2001)	Butt & Russell (2000) Shanehsaz-Z. et al. (2001) Butt et al. (2001) Masselink & Li (2001) Mason & Coates (2001) Elfrink & Baldock (2002) Austin & Masselink (2006)	Horn (2002) Kakinuma (2003) Gedik et al. (2005) Hsu et al. (2006)	Processos e impactos do fluxo na praia Kulkarni et al. (2004) Horn & Li (2006) Horn (2006) Pedrozo-Acuña et al. (2006)	Stephen (2000) Poff et al. (2000) Raudkivi & Dete (2002) Cammelli et al. (2006) Horn & Walton (2007)	Determinação da permeabilidade em situ Bennett et al. (2002) Forster et al. (2003) She et al. (2006)	Influência das propriedades sedimentológicas e hidráulicas Owens et al. (2003) Short et al. (2006)
2009 - 2013	Chapuis (2012)		Hafsia et al. (2009) Kikkert et al. (2012) Williams et al. (2012) Kikkert et al. (2013)	Williams et al. (2009) Bakhtyar et al. (2011) Laudier et al. (2011) Masselink & Turner (2012)	Reis & Gama (2010)	Li et al. (2010)	Kikkert et al. (2009) Steenhauer et al. (2009) Boufadel et al. (2010)
2014 - 2018	Rosas et al. (2014)			McCall et al. (2014) McCall et al. (2015)		Wang et al. (2014) Lee et al. (2015)	Dai & Kikkert (2013) Nixon et al. (2013)
2019-2020			Qu et al. (2019) Qiu & Mason (2019) Tsurudome et al. (2020)	Bujan et al. (2019) Emami et al. (2019)	Kobayashi, 2016 Postacchini et al. (2016) Beuzen et al. (2018) Martinez et al. (2020)	Guest & Hay (2017) Geng et al. (2020)	Oliveira & Nicolodi (2017) Nachite et al. (2020)

Figura 7. Linha do tempo para o campo de estudo "estudos de permeabilidade e condutividade em praias".

Figure 7. Timeline for the field of study "permeability and conductivity studies on beaches".

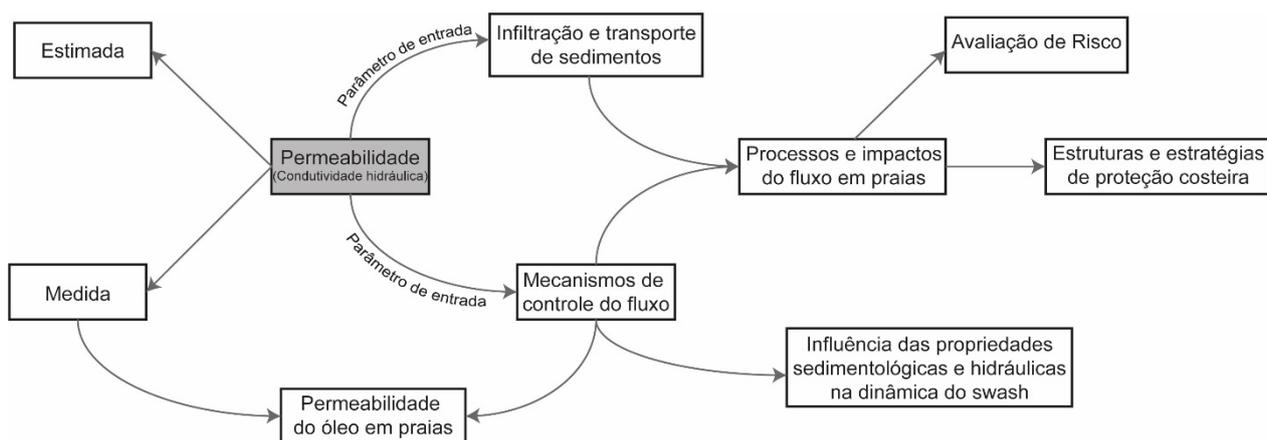


Figura 8. Mapa de interações do campo de pesquisa. Elaborado pelos autores.

Figure 8. Map of research field interactions. Prepared by the authors.

4. Discussão

A importância das praias no contexto econômico, cultural e ambiental, impulsionam cada vez mais as pesquisas para entender os processos e mecanismos reguladores da morfologia. A inclusão da permeabilidade nesses processos ainda é recente, no entanto, ela vem ganhando espaço ao longo do tempo, e tendo cada vez mais destaques dentro das pesquisas. Os resultados da figura 7 mostram não só um adensamento do número de publicações a partir dos anos 2000, como também uma modificação na forma em que a permeabilidade é incluída nesses estudos, se antes ela era uma coadjuvante nas equações de fluxo, mais recentemente ela virou a protagonista das pesquisas, sendo o principal objeto de estudo (Tab. 8). Segundo Basumatary *et al.* (2023), o crescimento anual das publicações fornece uma visão geral do desenvolvimento, sendo que um aumento constante no número de publicações indica um avanço da pesquisa. O número total de publicações ao longo do tempo mostra uma tendência levemente crescente, mas alternada com períodos sem publicações. Essa tendência pode ser vista a partir de dois pontos de vista. Por um lado, a permeabilidade está pouco a pouco ganhando espaço dentro da comunidade, por outro, ainda é um campo relativamente mal explorado, com potencial de crescimento e aplicação em diversas áreas.

O mapa de interações, exibido na figura 8, mostra uma visível progressão temática da pesquisa. Primeiramente, o objetivo dos trabalhos eram entender o funcionamento dos processos de infiltração na zona de *swash* a fim de determinar se os mesmos desempenham um papel significativo no transporte transversal de sedimentos. Essa linha começou com o trabalho de Grant (1948) e se estendeu até meados dos anos 2000 (Fig. 7). Uma segunda linha de pesquisa com foco em determinar o efeito de forçantes, como ondas e marés, na hidrodinâmica praial surgiu na década de 80 com o trabalho de Packwood (1983), perdurando até os dias atuais (Qu *et al.*, 2019; Qiu & Mason, 2019; Tsurudome *et al.*, 2020). Essa linha se ramificou a fim de investigar mais profundamente os diferentes parâmetros (incluindo a permeabilidade) envolvidos na dinâmica da zona de lavagem.

A confirmação de que os processos de infiltração e exfiltração, associados às forçantes oceânicas, desempenham um papel no transporte transversal de sedimentos (Turner & Masselink, 1998; Austin & Masselink, 2006) impulsionou uma nova vertente que buscou entender as modificações morfológicas e as alterações no perfil praial provocadas por diferentes níveis de energia ou estratigrafia. A partir dessa linha, foi constatado que a

permeabilidade possui uma relação com a erosão costeira (She *et al.*, 2007), o que motivou estudos de engenharia, objetivando melhorar os métodos e estruturas de proteção costeira. Nessa fase, estudos compararam a eficiência de estruturas costeiras permeáveis versus impermeáveis (Poff *et al.*, 2000; Postacchini *et al.*, 2016) e verificaram como a permeabilidade pode afetar projetos de alimentação artificial (Cammelli *et al.*, 2006; Horn & Walton, 2007). Concomitantemente, a permeabilidade passou a ser incluída em algumas análises de vulnerabilidade costeira, sendo considerada um fator de risco em áreas urbanizadas (Sousa *et al.*, 2011, 2013). Nesses estudos a permeabilidade é estimada a partir da pavimentação do solo, portanto, quanto maior a pavimentação, menor a permeabilidade, e maior o risco de inundações (Sousa *et al.*, 2011).

Ainda no contexto da vulnerabilidade, a permeabilidade também passou a ser considerada como fator de risco nos planos de contenção aos derramamentos de óleo, já que praias permeáveis, favorecem a percolação do óleo, aumentando o volume de sedimentos contaminados e, conseqüentemente, os impactos ambientais (Nixon *et al.*, 2013). Esses estudos são motivados principalmente por acidentes e o número de publicações apresenta um pico após eventos de maiores proporções. Nessa linha de pesquisa, alguns estudos realizaram ensaios de permeabilidade com óleo a fim determinar as relações entre a condutividade hidráulica, as características sedimentares e o tempo de permanência do contaminante no ambiente (Pereira & Calliari, 2005; Costi & Calliari, 2008; Oliveira & Nicolodi, 2017).

A diversificação dos temas de estudo comprova a importância da permeabilidade nos processos praias. A permeabilidade foi incorporada inicialmente apenas como um parâmetro dentro das equações de fluxo. Depois foram investigados os efeitos de um solo saturado ou de uma camada impermeável na movimentação. Recentemente, a heterogeneidade geológica da permeabilidade e a influência dessa variabilidade nos processos praias ganhou visibilidade. Já com relação à determinação da condutividade hidráulica, as equações de predição da condutividade hidráulica passaram a ser comparadas aos estudos de permeabilidade *in situ*, para determinar a eficácia dos métodos empíricos em diferentes ambientes deposicionais.

Especificamente com relação às métricas quantitativas, o escaneamento da produção e das redes de colaboração mostrou tanto os autores, países e revistas mais relevantes, quanto as tendências e lacunas da informação. Os resultados mostraram que a principal fonte de divulgação dos artigos foi o “*Journal of Coastal Research*” (Tab. 4). De acordo com Basumatary *et al.* (2023), os periódicos mais prolíficos revelam quais periódicos desempenham um papel importante na disseminação do conhecimento científico, fornecendo uma plataforma de compartilhamento. Gear Masselink foi o autor mais influente no tema (Tab. 2), visto que publicou o maior número de artigos, recebeu o maior número de citações e teve o maior número de colaborações, podendo ser considerado uma referência na área (Oliveira *et al.*, 2018). Os países com a maior parte das publicações (Tab. 3) e colaborações (Fig. 4) foram os EUA e a Inglaterra.

As redes de conexão entre autores mostram uma baixa colaboração entre os diferentes subgrupos de pesquisa (Fig. 2), porém uma boa ligação entre os autores de um mesmo grupo (Fig. 3). A colaboração é um processo social, regido pela complexidade das interações humanas, onde cientistas altamente especializados se reúnem para enfrentar problemas científicos, compartilhando conhecimentos, experiências e técnicas (Bordons & Gómez, 2000; Franceschet & Costantini, 2010). A baixa correlação encontrada indica, portanto, que os resultados das pesquisas não estão sendo compartilhados entre as diferentes linhas de estudo e que o conhecimento gerado está segmentado.

As palavras-chave mais citadas foram dinâmica, permeabilidade, transporte, sedimentos, porosidade e zona (Fig.5). Palavras-chave são ferramentas fundamentais que atuam como porta de acesso aos textos científicos, agilizando a recuperação de documentos pelos mecanismos de pesquisa, e facilitando o processo de indexação nas bases de dados (Garcia *et al.*, 2019). Segundo Basumatary *et al.* (2023), a análise de palavras-chave é essencial tanto para entender os principais conceitos e tópicos associados a um determinado campo de estudo, quanto para revelar informações sobre as tendências atuais e emergentes. Logo, as palavras-chave encontradas nesse artigo mostram tanto a relevância dos conceitos propostos pelos dois grupos de pesquisa que originaram a discussão (Tab. 8), quanto a ausência de tendências fortes e emergentes.

Os dados “*altmetrics*” dessa pesquisa mostram que o tema não recebe muita atenção social (Tab. 6). *Altmetrics* são métricas alternativas que quantificam a influência e disseminação de trabalhos acadêmicos em plataformas como mídia social, sites de notícias online, blogs e sites de compartilhamento de pesquisas (Shamsi *et al.*, 2022). Foram desenvolvidas para documentar o número de compartilhamentos em redes sociais (Sarika & Mohamed, 2023), sendo uma ferramenta valiosa para obter visibilidade no meio acadêmico, oferecendo diversas ferramentas que auxiliam os pesquisadores na localização, utilização e divulgação de informações (Fagbule, 2018). A falta de atenção social encontrada pode ser resultado da falta de divulgação por parte dos autores. Além disso, a teoria e base numérica atrelada aos estudos podem ser uma barreira para o entendimento e interesse do público.

Entre as lacunas do conhecimento encontradas e abordadas pelos próprios pesquisadores, temos principalmente a falta de medições da permeabilidade *in situ* (Baird & Horn, 1996; Hughes *et al.*, 1997; Horn, 2006; Van Wellen, 2000; McCall *et al.*, 2015). A grande maioria dos trabalhos que incorporam a permeabilidade nas equações de fluxo utilizam valores estimados de condutividade hidráulica. No entanto, Horn (2006) enfatiza que as propriedades hidráulicas dos sedimentos sofrem variações espaciais e temporais superiores às propriedades granulométricas, já que a mesma é suscetível às variações de umidade durante os ciclos de *swash*, à compactação vertical do pacote, aos diferentes graus de saturação da amostra e às alterações da granulometria. Isso significa que valores únicos e generalizados de condutividade podem não ser representativos. Portanto, valores medidos são necessários tanto para a melhoria dos métodos empíricos, quanto para a validação das modelagens numéricas ou para aumentar a compreensão das variações temporais e espaciais da permeabilidade em uma mesma praia.

Outras lacunas incluem a necessidade de examinar os efeitos do formato das partículas e da anisotropia das propriedades dos sedimentos na condutividade hidráulica (Turner, 1995; Guest & Hay, 2017; Geng *et al.*, 2020); amplificar o conhecimento da permeabilidade em praias de diferentes granulometrias e sob diversos regimes de marés (Baird & Horn, 1996; Horn, 2006; Guest & Hay, 2017); e a incorporação de um conjunto mais amplo de parâmetros, incluindo as propriedades físicas de praias porosas, nas simulações numéricas (Tsurudome *et al.*, 2020). Especificamente com relação à alimentação artificial de praias, são necessárias mais informações sobre o desempenho e sobre os efeitos das características dos sedimentos na evolução do perfil praiado (Mason & Coates, 2001; Horn & Walton, 2007).

A limitação geográfica também pode ser apontada como uma das lacunas do conhecimento. A análise da base bibliográfica demonstrou que pesquisas foram realizadas em apenas 24 países, sendo que a grande maioria dos trabalhos estão localizados no hemisfério norte. Portanto, a expansão das pesquisas em países do hemisfério sul, que

possuem características climáticas e morfológicas distintas, pode agregar informações para o campo de estudo.

5. Conclusão

A revisão sistemática realizada forneceu uma visão holística do atual estado das pesquisas de permeabilidade em praias, identificando tendências e lacunas, e dando direção às futuras pesquisas que podem ajudar a desenvolver o campo de estudo. Adicionalmente, a pesquisa mostrou como a permeabilidade é um ponto de conexão entre a superfície e subsuperfície da praia, influenciando os processos de troca de água e sedimentos e com grande potencial de aplicação devido à sua interdisciplinaridade e à possibilidade de servir como ponte entre os estudos terrestres e oceânicos.

Os parâmetros de seleção, como base de dados e termos de pesquisa, podem omitir artigos relevantes. Este estudo analisou 51 publicações da Web of Science, utilizando como termos de pesquisa a palavra praia, associada aos termos permeabilidade ou condutividade hidráulica, e sedimento ou morfologia. Estudos adicionais podem abranger mais publicações com diferentes bases de dados ou critérios de pesquisa, ampliando o conhecimento sobre a aplicabilidade da permeabilidade na zona costeira.

Agradecimentos: Os autores agradecem ao CECO e ao PPGGEO/UFRGS.

Contribuições dos Autores: Concepção, metodologia, software, análise formal, pesquisa, preparação de dados, E.B.O.; escrita do artigo, E.B.O e E.G.B.; revisão, E.B.O e E.G.B.; supervisão, E.G.B. Todos os autores leram e concordaram com a versão publicada do manuscrito".

Conflito de Interesse: Os autores declaram não haver conflito de interesse.

Referências

- Afrifa, S.; Zhang, T.; Appiahene, P.; Varadarajan, V. 2022. Mathematical and machine learning models for groundwater level changes: a systematic review and bibliographic analysis. *Future Internet*, 14(9): 259. <https://doi.org/10.3390/fi14090259>
- Ankrah, J.; Monteiro, A.; Madureira, H. 2022. Bibliometric analysis of data sources and tools for shoreline change analysis and detection. *Sustainability*, 14(9): 4895. <https://doi.org/10.3390/su14094895>
- Aragonés, L.; López, I.; Villacampa, Y.; Serra, J. C.; Saval, J. M. 2015. New methodology for the classification of gravel beaches: adjusted on Alicante (Spain). *Journal of Coastal Research*, 31(4): 1023-1034. <https://doi.org/10.2112/JCOASTRES-D-14-00140.1>
- Austin, M. J. & Masselink, G. 2006. Infiltration and Exfiltration on a Steep Gravel Beach: Implications for Sediment Transport. *Coastal Dynamics*, 26(20): 2503-2519. [https://doi.org/10.1061/40855\(214\)102](https://doi.org/10.1061/40855(214)102)
- Bagnold, R.A. 1940. Beach formation by waves: some model experiments in a wave tank (includes photographs). *Journal of the Institution of Civil Engineers*, 15(1): 27-52.
- Baird, A.J.; & Horn, D.P. 1996. Monitoring and modelling groundwater behaviour in sandy beaches. *Journal of Coastal Research*, 12(3): 630-640. <https://www.jstor.org/stable/4298511>
- Basumatary, B.; Verma, A.K.; Kushwaha, S.; Verma, M.K. 2023. Global research trends and performance measurement on biofloc technology (BFT): a systematic review based on computational techniques. *Aquaculture International*, (2023): 1-26. <https://doi.org/10.1007/s10499-023-01162-z>
- Bennett, R.H.; Hulbert, M.H.; Curry, C.; Johnson, H.P.; Hutnak, M.; Curry, K.J. 2002. In situ permeabilities of selected coastal marine sediments. *IEEE journal of oceanic engineering*, 27(3): 571-580. <https://doi.org/10.1109/JOE.2002.1040939>
- Bobo, A.M.; Khoury, N.; Li, H.; Boufadel, M.C. 2012. Groundwater flow in a tidally influenced gravel beach in Prince William Sound, Alaska. *Journal of Hydrologic Engineering*, 17(4): 478-494. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)HE.1943-5584.0000454](https://doi.org/10.1061/(ASCE)HE.1943-5584.0000454)

- Bordons, M. & Gómez, I. 2000. Collaboration Networks in Science, in: Cronin, B. & Atkins, H.B. (Eds.). *The web of knowledge: A festschrift in honor of Eugene Garfield*. Information Today, New Jersey. 1st ed., p. 197-214.
- Briganti, R.; Torres-Freyermuth, A.; Baldock, T.E.; Brocchini, M.; Dodd, N.; Hsu, T.J.; Jiang, Z.; Kim, Y.; Pintado-Patiño, J.C.; Postacchini, M. 2016. Advances in numerical modelling of swash zone dynamics. *Coastal Engineering*, 115: 26-41. <https://doi.org/10.1016/j.coastaleng.2016.05.001>
- Broadus, R.N. 1987. Toward a definition of "bibliometrics". *Scientometrics*, 12, p. 373-379. <https://doi.org/1007/BF02016680>
- Bujan, N.; Cox, R.; Masselink, G. 2019. From fine sand to boulders: Examining the relationship between beach-face slope and sediment size. *Marine Geology*, 417: 106012. <https://doi.org/10.1016/j.margeo.2019.106012>
- Burnett, W.C.; Bokuniewicz, H.; Huettel, M.; Moore, W.S.; Taniguchi, M. 2003. Groundwater and pore water inputs to the coastal zone. *Biogeochemistry*, 66: 3-33. <https://doi.org/10.1023/B:BI0G.0000006066.21240.53>
- Butt, T. & Russell, P. 2000. Hydrodynamics and cross-shore sediment transport in the swash-zone of natural beaches: a review. *Journal of Coastal Research*, 16(2): 255-268. <https://www.jstor.org/stable/4300034>
- Butt, T.; Russell, P.; Turner, I. 2001. The influence of swash infiltration–exfiltration on beach face sediment transport: onshore or offshore? *Coastal Engineering*, 2(1): 35-52. [https://doi.org/10.1016/S0378-3839\(00\)00046-6](https://doi.org/10.1016/S0378-3839(00)00046-6)
- Cammelli, C.; Jackson, N.L.; Nordstrom, K.F.; Pranzini, E. 2006. Assessment of a gravel nourishment project fronting a seawall at Marina di Pisa, Italy. *Journal of Coastal Research*, SI39: 770-775. <https://www.jstor.org/stable/25741681>
- Carmo, J.S.A. 2013. Experiência de recuperação de um sistema dunar e proposta de instrumentos complementares de proteção, atração e valorização ambiental. *Revista de Gestão Costeira Integrada-Journal of Integrated Coastal Zone Management*, 13(3): 317-328. <https://doi.org/10.5894/rgci394>
- Carson, H.S.; Colbert, S.L.; Kaylor, M.J.; McDermid, K. J. 2011. Small plastic debris changes water movement and heat transfer through beach sediments. *Marine Pollution Bulletin*, 62(8): 1708-1713. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2011.05.032>
- Carter, R.W.G. & Orford, J.D. 1984. Coarse clastic barrier beaches: a discussion of the distinctive dynamic and morphosedimentary characteristics. *Developments in Sedimentology*, 39: 377-389. [https://doi.org/1016/S0070-4571\(08\)70155-9](https://doi.org/1016/S0070-4571(08)70155-9)
- Chapuis, R.P. 2004. Predicting the saturated hydraulic conductivity of sand and gravel using effective diameter and void ratio. *Canadian geotechnical journal*, 41(5): 787-795. <https://doi.org/10.1139/t04-022>
- Chapuis, R.P. 2012. Predicting the saturated hydraulic conductivity of soils: a review. *Bulletin of engineering geology and the environment*, 71: 401-434. <https://doi.org/10.1007/s10064-012-0418-7>
- Cheng, L.; Shahin, M.A.; Cord-Ruwisch, R. 2014. Bio-cementation of sandy soil using microbially induced carbonate precipitation for marine environments. *Géotechnique*, 64(12): 1010-1013. <https://doi.org/10.1680/geot.14.T.025>
- Conley, D.C. & Inman, D.L. 1994. Ventilated oscillatory boundary layers. *Journal of Fluid Mechanics*, 273: 261-284. <https://doi.org/10.1017/S002211209400193X>
- Costi, J.; & Calliari, L.J. 2008. Estimativa do volume sedimentar potencialmente contaminado em casos de derrame de óleo em condições de verão para praias arenosas do Rio Grande do Sul. In RIO OIL & GAS EXPO AND CONFERENCE, 2008, Rio de Janeiro. *Anais...* Rio de Janeiro (8 p).
- Dai, H. & Kikkert, G. 2013. Characteristics Of The Entrained Air Bubble Cloud In The Swash-Zone. In: *World Congress of the International-Association-for-Hydro-Environment-Engineering-and-Research (IAHR)*, 35, 2013, Chengdu, China. *Anais...* Chengdu. Disponível em <https://hdl.handle.net/1783.1/58143>. Acesso em: 09 out. 2023.
- Duncan Jr, J.R. 1964. The effects of water table and tide cycle on swash-backwash sediment distribution and beach profile development. *Marine Geology*, 2(3): 186-197. [https://doi.org/10.1016/0025-3227\(64\)90039-8](https://doi.org/10.1016/0025-3227(64)90039-8)
- Elfrink, B. & Baldock, T. 2002. Hydrodynamics and sediment transport in the swash zone: a review and perspectives. *Coastal Engineering*, 45(3-4): 149-167. [https://doi.org/10.1016/S0378-3839\(02\)00032-7](https://doi.org/10.1016/S0378-3839(02)00032-7)

- Emami, A.; Bryan, K.R.; Lange, W. P. D. 2019. Spatial patterns in groundwater seepage and surf zone morphology: Muriwai Beach, New Zealand. *Journal of Coastal Research*, 35(1): 186-195. <https://doi.org/10.2112/JCOASTRES-D-17-00180.1>
- Fagbule, O.F. 2018. Use of social media to enhance the impact of published papers. *Annals of Ibadan postgraduate medicine*, 16(1): 5-6.
- Fernandes, K.R. & da Silva, L.F. 2018. Inovação Tecnológica e o Alcance de Vantagem Competitiva Sustentável: Um Mapeamento da Literatura. In: EnANPAD, 42, 2018, Curitiba. *Anais... Curitiba, ANPAD*, p.1-16.
- Folk, R.L. & Ward, W.C. 1957. Brazos River bar [Texas]; a study in the significance of grain size parameters. *Journal of Sedimentary Research*, 27(1): 3-26. <https://doi.org/10.1306/74D70646-2B21-11D7-8648000102C1865D>
- Forster, S.; Bobertz, B.; Bohling, B. 2003. Permeability of sands in the coastal areas of the southern Baltic Sea: mapping a grain-size related sediment property. *Aquatic Geochemistry*, 9: 171-190. <https://doi.org/10.1023/B:AQUA.0000022953.52275.8b>
- Franceschet, M. & Costantini, A. 2010. The effect of scholar collaboration on impact and quality of academic papers. *Journal of Informetrics*, 4(4): 540-553. <https://doi.org/10.1016/j.joi.2010.06.003>
- Garcia, D.C.F.; Gattaz, C.C.; Gattaz, N.C. 2019. A Relevância do Título, do Resumo e de Palavras-chave para a Escrita de Artigos Científicos. *Revista de Administração Contemporânea*, 23: 1-9. <https://doi.org/10.1590/1982-7849rac2019190178>
- Gedik, N.; İrtem, E.; Kabdasli, S. 2005. Laboratory investigation on tsunami run-up. *Ocean Engineering*, 32(5-6): 513-528. <https://doi.org/10.1016/j.oceaneng.2004.10.013>
- Geng, X.; Heiss, J.W.; Michael, H.A.; Boufadel, M.C.; Lee, K. 2020. Groundwater flow and moisture dynamics in the swash zone: Effects of heterogeneous hydraulic conductivity and capillarity. *Water Resources Research*, 56(11): e2020WR028401. <https://doi.org/10.1029/2020WR028401>
- Grant, U.S. 1948. Influence of the water table on beach aggradation and degradation. *Journal of Marine Research*, 7(3): 655-660. https://elischolar.library.yale.edu/journal_of_marine_research/694
- Guest, T.B. & Hay, A.E. 2017. Vertical structure of pore pressure under surface gravity waves on a steep, megatidal, mixed sand-gravel-cobble beach. *Journal of Geophysical Research: Oceans*, 122(1): 153-170. <https://doi.org/10.1002/2016JC012257>
- Guo, Q.; Li, H.; Boufadel, M.C.; Sharifi, Y. 2010. Hydrodynamics in a gravel beach and its impact on the Exxon Valdez oil. *Journal of Geophysical Research: Oceans*, 115(C12): C12077. <https://doi.org/10.1029/2010JC006169>
- Gyanendra, Y.; Yumnam, G.; Alam, W.; Singh, C.I. 2022. A bibliometric analysis and assessment of scientific studies trend on groundwater research in India during 1989–2020. *Arabian Journal of Geosciences*, 15(16): 1417. <https://doi.org/10.1007/s12517-022-10707-0>
- Hazen, A. 1911 Discussion of “Dams on Sand Foundations” by A. C. Koenig. *Transactions of the American Society of Civil Engineers*, 73, p. 199-203.
- Horn, D. & Li, L. 2006. Measurement and modelling of gravel beach groundwater response to wave run-up: effects on beach profile changes. *Journal of Coastal Research*, 22(5), p. 1241-1249. <https://doi.org/10.2112/06A-0006.1>
- Horn, D.P. & Walton, S.M. 2007. Spatial and temporal variations of sediment size on a mixed sand and gravel beach. *Sedimentary Geology*, 202(3): 509-528. <https://doi.org/10.1016/j.sedgeo.2007.03.023>
- Horn, D.P. 2002. Beach groundwater dynamics. *Geomorphology*, 48(1-3): 121-146. [https://doi.org/10.1016/S0169-555X\(02\)00178-2](https://doi.org/10.1016/S0169-555X(02)00178-2)
- Horn, D.P. 2006. Measurements and modelling of beach groundwater flow in the swash-zone: a review. *Continental Shelf Research*, 26(5): 622-652. <https://doi.org/10.1016/j.csr.2006.02.001>
- Hughes, M.G.; Masselink, G.; Brander, R.W. 1997. Flow velocity and sediment transport in the swash zone of a steep beach. *Marine Geology*, 138(1-2): 91-103. [https://doi.org/10.1016/S0025-3227\(97\)00014-5](https://doi.org/10.1016/S0025-3227(97)00014-5)
- Jennings, R. & Shulmeister, J. 2002. A field based classification scheme for gravel beaches. *Marine Geology*, 186(3-4): 211-228. [https://doi.org/10.1016/S0025-3227\(02\)00314-6](https://doi.org/10.1016/S0025-3227(02)00314-6)

- Kikkert, G.; O'Donoghue, T.; Pokrajac, D.; Steenhauer, K. 2009. Effects of beach roughness and permeability on swash hydrodynamics. *Coastal Engineering*, 5: 798-809. https://doi.org/10.1142/9789814277426_0067
- Krumbein, W.C. & Monk, G.D. 1943. Permeability as a function of the size parameters of unconsolidated sand. *Transactions of the AIME*, 151(01): 153-163. <https://doi.org/10.2118/943153-G>
- Kulkarni, C.D.; Levoy, F.; Monfort, O.; Miles, J. 2004. Morphological variations of a mixed sediment beachface (Teignmouth, UK). *Continental Shelf Research*, 24(11): 1203-1218. <https://doi.org/10.1016/j.csr.2004.03.005>
- Laudier, N.A.; Thornton, E.B.; MacMahan, J. 2011. Measured and modeled wave overtopping on a natural beach. *Coastal Engineering*, 58(9): 815-825. <https://doi.org/10.1016/j.coastaleng.2011.04.005>
- Lee, B.J.; Lee, J.H.; Yoon, H.; Lee, E. 2015. Hydraulic experiments for determination of in-situ hydraulic conductivity of submerged sediments. *Scientific reports*, 5(1): 7917. <https://doi.org/10.1038/srep07917>
- Li, H., Sun, P.; Chen, S.; Xia, Y.; Liu, S. 2010. A falling-head method for measuring intertidal sediment hydraulic conductivity. *Groundwater*, 48(2): 206-211. <https://doi.org/10.1111/j.1745-6584.2009.00638.x>
- Longuet-Higgins, M.S. & Smith, N.D. 1983. Measurement of breaking waves by a surface jump meter. *Journal of Geophysical Research: Oceans*, 88(C14): 9823-9831. <https://doi.org/10.1029/JC088iC14p09823>
- Ma, Q. & Zhang, Y. 2020. Global research trends and hotspots on submarine groundwater discharge (SGD): A bibliometric analysis. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(3): 830. <https://doi.org/10.3390/ijerph17030830>
- Martínez, M.L.; Silva, R.; López-Portillo, J.; Feagin, R.A.; Martínez, E. 2020. Coastal ecosystems as an ecological membrane. *Journal of Coastal Research*, 95(SI): 97-101. <https://doi.org/10.2112/SI95-019.1>
- Mason, T. & Coates, T.T. 2001. Sediment transport processes on mixed beaches: a review for shoreline management. *Journal of Coastal Research*, 17(3): 645-657. <https://www.jstor.org/stable/4300216>
- Masselink, G. & Li, L. 2001. The role of swash infiltration in determining the beachface gradient: a numerical study. *Marine Geology*, 176(1-4): 139-156. [https://doi.org/10.1016/S0025-3227\(01\)00161-X](https://doi.org/10.1016/S0025-3227(01)00161-X)
- Masselink, G. & Puleo, J.A. 2006. Swash-zone morphodynamics. *Continental Shelf Research*, 26(5): 661-680. <https://doi.org/10.1016/j.csr.2006.01.015>
- Masselink, G. & Short, A.D. 1993. The effect of tide range on beach morphodynamics and morphology: a conceptual beach model. *Journal of Coastal Research*, 9(3): 785-800. <https://www.jstor.org/stable/4298129>
- Masselink, G. & Turner, I.L. 2012. Large-scale laboratory investigation into the effect of varying back-barrier lagoon water levels on gravel beach morphology and swash zone sediment transport. *Coastal Engineering*, 63: 23-38. <https://doi.org/10.1016/j.coastaleng.2011.12.007>
- McCall, R.T.; Masselink, G.; Poate, T.G.; Roelvink, J.A.; Almeida, L.P. 2015. Modelling the morphodynamics of gravel beaches during storms with XBeach-G. *Coastal Engineering*, 103: 52-66. <https://doi.org/10.1016/j.coastaleng.2015.06.002>
- McFarland, S.; Whitcombe, L.; Collins, M. 1994. Recent shingle beach renourishment schemes in the UK: some preliminary observations. *Ocean & coastal management*, 25(2): 143-149. [https://doi.org/10.1016/0964-5691\(94\)90044-2](https://doi.org/10.1016/0964-5691(94)90044-2)
- McLachlan, A. & Turner, I. 1994. The interstitial environment of sandy beaches. *Marine Ecology*, 15(3-4): 177-212. <https://doi.org/10.1111/j.1439-0485.1994.tb00053.x>
- Missimer, T.M.; Goso, C.; Maliva, R.G.; Hegy, M.C. 2019. Immature beach/dune sands along a passive continental margin: Composition, grain size and hydraulic properties of coastal sands, Parque del Plata and Las Vegas, Uruguay. *The depositional record*, 5(2): 322-347. <https://doi.org/10.1002/dep2.68>
- Nachite, D.; Domínguez, N.D.E.; El M'rini, A.; Anfuso, G. 2020. Environmental Sensitivity Index maps in a high maritime transit area: The Moroccan coast of the Gibraltar Strait study case. *Journal of African Earth Sciences*, 163: 103750. <https://doi.org/10.1016/j.jafrearsci.2020.103750>
- Newman, M.E. 2004. Coauthorship networks and patterns of scientific collaboration. *Proceedings of the national academy of sciences*, 101(suppl_1): 5200-5205. <https://doi.org/10.1073/pnas.0307545100>
- Nielsen, P. 1990. Tidal dynamics of the water table in beaches. *Water resources research*, 26(9): 2127-2134. <https://doi.org/10.1029/WR026i009p02127>

- Nixon, Z.; Michel, J.; Hayes, M.O.; Irvine, G.V.; Short, J. 2013. Geomorphic factors related to the persistence of subsurface oil from the Exxon Valdez oil spill. *Journal of Coastal Research*, (69): 115-127. https://doi.org/10.2112/SI_69_9
- Oliveira, E.B. & Nicolodi, J.L. 2017. Oil permeability variations on lagoon sand beaches in the Patos-Guaíba system in Rio Grande do Sul, Brazil. *Marine Pollution Bulletin*, 115(1-2): 154-163. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2016.12.020>
- Oliveira, O.J.; da Silva, F.F.; Juliani, F.; Barbosa, L.C.F.M.; Nunhes, T.V. 2019. Bibliometric method for mapping the state-of-the-art and identifying research gaps and trends in literature: An essential instrument to support the development of scientific projects. *Scientometrics recent advances*. IntechOpen. <https://doi.org/10.5772/intechopen.85856>
- Owens, E.H.; Sergy, G.A.; Guénette, C.C.; Prince, R.C.; Lee, K. 2003. The reduction of stranded oil by in situ shoreline treatment options. *Spill Science & Technology Bulletin*, 8(3): 257-272. [https://doi.org/10.1016/S1353-2561\(03\)00041-0](https://doi.org/10.1016/S1353-2561(03)00041-0)
- Packwood, A.R. 1983. The influence of beach porosity on wave uprush and backwash. *Coastal Engineering*, 7(1): 29-40. [https://doi.org/10.1016/0378-3839\(83\)90025-X](https://doi.org/10.1016/0378-3839(83)90025-X)
- Patrus, R., & Silva, V.T.O. 2019. A organização de uma revisão de literatura por meio da Tree of Science (Árvore da Ciência): um exemplo sobre a avaliação da pós-graduação. *Avaliação: Revista da Avaliação da Educação Superior (Campinas)*, 24: 68-88. <https://doi.org/10.1590/S1414-40772019000100005>
- Pedrozo-Acuna, A.; Simmonds, D.J.; Otta, A.K.; Chadwick, A.J. 2006. On the cross-shore profile change of gravel beaches. *Coastal Engineering*, 53(4): 335-347. <https://doi.org/10.1016/j.coastaleng.2005.10.019>
- Pereira, P.S. & Calliari, L.J. 2005. Permeabilidade das praias oceânicas do Rio Grande do Sul (RS) em relação a eventuais derrames de óleo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE P&D EM PETRÓLEO E GÁS, 3, 2005, Salvador. *Anais...* Salvador.
- Postacchini, M.; Russo, A.; Carniel, S.; Brocchini, M. 2016. Assessing the hydro-morphodynamic response of a beach protected by detached, impermeable, submerged breakwaters: a numerical approach. *Journal of Coastal Research*, 32(3): 590-602. <https://doi.org/10.2112/JCOASTRES-D-15-00057.1>
- Quick, M.C. 1991. Onshore-offshore sediment transport on beaches. *Coastal Engineering*, 15(4): 313-332. [https://doi.org/10.1016/0378-3839\(91\)90014-8](https://doi.org/10.1016/0378-3839(91)90014-8)
- Reis, A.H. & Gama, C. 2010. Use of sand beds of variable permeability in beach profile engineering. *AIP Conference Proceedings*, 1254(1): 231-235. <https://doi.org/10.1063/1.3453816>
- Robinson, C.E.; Xin, P.; Santos, I.R.; Charette, M.A.; Li, L.; Barry, D.A. 2018. Groundwater dynamics in subterranean estuaries of coastal unconfined aquifers: Controls on submarine groundwater discharge and chemical inputs to the ocean. *Advances in Water Resources*, 115: 315-331. <https://doi.org/10.1016/j.advwatres.2017.10.041>
- Robledo, S.; Osorio, G. & López, C. 2014. Networking en pequeña empresa: una revisión bibliográfica utilizando la teoría de grafos. *Revista Vínculos*, 11(2): 6-16. <https://doi.org/10.14483/2322939X.9664>
- Rosas, J.; Lopez, O.; Missimer, T.M.; Coulibaly, K.M.; Dehwah, A.H.; Sesler, K.; Lujan, L.R.; Mantilla, D. 2014. Determination of hydraulic conductivity from grain-size distribution for different depositional environments. *Groundwater*, 52(3): 399-413. <https://doi.org/10.1111/gwat.12078>
- Sarika, C. & Mohamed, H.K. 2023. Online attention to covid-19 research: an altmetrics analysis. *Kelpro Bulletin*, 27(1): 1-13.
- Schaap, M.G.; Leij, F.J.; Van Genuchten, M.T. 2001. Rosetta: A computer program for estimating soil hydraulic parameters with hierarchical pedotransfer functions. *Journal of hydrology*, 251(3-4): 163-176. [https://doi.org/10.1016/S0022-1694\(01\)00466-8](https://doi.org/10.1016/S0022-1694(01)00466-8)
- Sekar, S.; Perumal, M.; Roy, P.D.; Ganapathy, M.; Senapathi, V.; Chung, S.Y.; Elzain, H.E.; Duraisamy, M.; Kamaraj, J. 2022. A review on global status of fresh and saline groundwater discharge into the ocean. *Environmental Monitoring Assessment*, 194: 915. <https://doi.org/10.1007/s10661-022-10566-y>
- Shamsi, A.; Lund, B.D.; SeyyedHosseini, S. 2022. Sharing of retracted COVID-19 articles: an altmetric study. *Journal of the Medical Library Association*, 110(1): 97. <https://doi.org/10.5195/jmla.2022.1269>

- She, K.; Horn, D.P.D.P.; Canning, P. 2006. Porosity and hydraulic conductivity of mixed sand-gravel sediment. *In: CONFERENCE ON FLOOD AND COASTAL RISK MANAGEMENT*, 16, 2006, York. *Anais...* York, p. 1-16.
- She, K.; Trim, L.; Horn, D.; Canning, P. 2007. Effects of Permeability on the Performance of Mixed Sand-Gravel Beaches. *Coastal Sediments '07*. [https://doi.org/10.1061/40926\(239\)39](https://doi.org/10.1061/40926(239)39)
- Shepherd, R.G. 1989. Correlations of permeability and grain size. *Groundwater*, 27(5): 633-638. <https://doi.org/10.1111/j.1745-6584.1989.tb00476.x>
- Slomp, C.P. & Van Cappellen, P. 2004. Nutrient inputs to the coastal ocean through submarine groundwater discharge: controls and potential impact. *Journal of Hydrology*, 295(1-4): 64-86. <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2004.02.018>
- Solorzano, G. & Plevris, V. 2022. Computational intelligence methods in simulation and modeling of structures: A state-of-the-art review using bibliometric maps. *Frontiers in Built Environment*, 8: 1049616. <https://doi.org/10.3389/fbuil.2022.1049616>
- Souza, C. R. G. 2009. A erosão costeira e os desafios da gestão costeira no Brasil. *Revista de Gestão Costeira Integrada-Journal of Integrated Coastal Zone Management*, 9(1), p. 17-37.
- Sousa, P.H.G.O.; Siegle, E.; Tessler, M.G. 2011. Environmental and Anthropogenic Indicators for Coastal Risk Assessment at Massaguaçu Beach (SP) Brazil. *Journal of Coastal Research*, SI64: 319-323. <http://www.jstor.org/stable/26482185>
- Sousa, P.H.G.O.; Siegle, E.; Tessler, M.G. 2013. Vulnerability assessment of Massaguaçu Beach (SE Brazil). *Ocean & Coastal Management*, 77: 24-30. <https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2012.03.003>
- Steenhauer, K.; Pokrajac, D.; O'Donoghue, T.; Kikkert, G. 2009. Water exchange across the beach face for swash on coarse-grained beaches. *Coastal Engineering*, 5: 832-844. https://doi.org/10.1142/9789814277426_0070
- Tsurudome, C.; Liang, D.; Shimizu, Y.; Khayyer, A.; Gotoh, H. 2020. Incompressible SPH simulation of solitary wave propagation on permeable beaches. *Journal of Hydrodynamics*, 32: 664-671. <https://doi.org/10.1007/s42241-020-0042-0>
- Turner, I.L. & Masselink, G. 1998. Swash infiltration-exfiltration and sediment transport. *Journal of Geophysical Research: Oceans*, 103(C13): 30813-30824. <https://doi.org/10.1029/98JC02606>
- Turner, I. 1993. Water table outcropping on macro-tidal beaches: a simulation model. *Marine geology*, 115(3-4): 227-238. [https://doi.org/10.1016/0025-3227\(93\)90052-W](https://doi.org/10.1016/0025-3227(93)90052-W)
- Turner, I.L. 1995. Modelling the time-varying extent of groundwater seepage on tidal beaches. *Earth Surface Processes and Landforms*, 20(9): 833-843. <https://doi.org/10.1002/esp.3290200909>
- Turner, I.L.; Coates, B.P.; Acworth, R.I. 1997. Tides, waves and the super-elevation of groundwater at the coast. *Journal of Coastal Research*, 13(1): 46-60. <https://www.jstor.org/stable/4298589>
- Van Eck, N. & Waltman, L. 2010. Software survey: VOSviewer, a computer program for bibliometric mapping. *Scientometrics*, 84(2): 523-538. <https://doi.org/10.1007/s11192-009-0146-3>.
- Van Eck, N. & Waltman, L. 2023. *VOSviewer Manual*, version 1.6.19. Centre for Science and Technology Studies, Leiden University. Netherlands. Available at: <https://www.vosviewer.com/getting-started>
- Van Genuchten, M.T. 1980. A closed-form equation for predicting the hydraulic conductivity of unsaturated soils. *Soil science society of America journal*, 44(5): 892-898. <https://doi.org/10.2136/sssaj1980.03615995004400050002x>
- Van Wellen, E.; Chadwick, A.J.; Mason, T. 2000. A review and assessment of longshore sediment transport equations for coarse-grained beaches. *Coastal Engineering*, 40(3): 243-275. [https://doi.org/10.1016/S0378-3839\(00\)00031-4](https://doi.org/10.1016/S0378-3839(00)00031-4)
- Vandermeulen, J.H. & Singh, J.G. 1994. Arrow oil spill, 1970-90: Persistence of 20-yr weathered bunker C fuel oil. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 51(4): 845-855. <https://doi.org/10.1139/f94-083>
- Wang, X.; Li, H.; Yang, J.; Wan, L.; Wang, X.; Jiang, X.; Guo, H. 2014. Measuring in situ vertical hydraulic conductivity in tidal environments. *Advances in Water Resources*, 70: 118-130. <https://doi.org/10.1016/j.advwatres.2014.05.004>

Williams, J.; Masselink, G.; Buscombe, D.; Turner, I.; Matias, A.; Ferreira, O.; Bradbury, A.; Metje, N.; Coates, L.; Chapman, D.; Thompson, C.; Albers, T.; Pan, S. 2009. BARDEX (Barrier Dynamics Experiment): taking the beach into the laboratory. *Journal of Coastal Research*, SI56: 158-162. <https://www.jstor.org/stable/25737557>

Williams, J.J.; Buscombe, D.; Masselink, G.; Turner, I.L.; Swinkels, C. 2012. Barrier dynamics experiment (BARDEX): Aims, design and procedures. *Coastal Engineering*, 63: 3-12. <https://doi.org/10.1016/j.coastaleng.2011.12.009>

Zelt, J.A. 1991. The run-up of nonbreaking and breaking solitary waves. *Coastal Engineering*, 15(3): 205-246. [https://doi.org/10.1016/0378-3839\(91\)90003-Y](https://doi.org/10.1016/0378-3839(91)90003-Y)

Zhang, J.; Yu, Q.; Zheng, F.; Long, C.; Lu, Z.; Duan, Z. 2015. Comparing keywords plus of WOS and author keywords: A case study of patient adherence research. *Journal of the Association for Information Science and Technology*, 67(4): 967-972. <https://doi.org/10.1002/asi.23437>

Zuluaga, M.; Robledo, S.; Arbelaez-Echeverri, O.; Osorio-Zuluaga, G.A.; Duque-Méndez, N. 2022. Tree of Science - ToS: A web-based tool for scientific literature recommendation. Search less, research more! *Issues in Science and Technology Librarianship*, (100). <https://doi.org/10.29173/istl2696>