

Contaminantes emergentes: O que sabemos dessa temática sob a perspectiva da divulgação científica brasileira?

Diferentes tipos de contaminantes estão presentes no ambiente e fazem parte do nosso cotidiano. Entender como as implicações socioambientais desses compostos são difundidos e compreendidos pela população é essencial. Nesse sentido, a atividade de divulgação científica é uma conexão entre as produções e resultados da área acadêmica e a sociedade, permitindo a democratização da ciência. Para entender como as descobertas científicas chegam até o público em geral, o presente estudo teve como objetivo desenvolver uma revisão sistemática analisando os termos “contaminantes emergentes” e “poluentes emergentes” em sites de divulgação científica brasileiros em termos quali-quantitativos sobre uma temática atual das Ciências Ambientais. Com base nos critérios adotados, 42 de 189 registros dos últimos 13 anos foram analisados. Diferenças no perfil das matérias avaliadas foram encontradas, associadas a expertise dos autores tais como a falta de rastreabilidade da fonte original e as estratégias didáticas aplicadas. Além disso, características da ausência de interação do público e transparência da divulgação científica foram observadas. Assim, este estudo fornece subsídios para o desenvolvimento de novas estratégias que minimizem potenciais vieses e garantam a veracidade das informações disseminadas. Também se incentiva a criação de materiais de divulgação científica que envolvam a temática dos contaminantes emergentes com enfoque em diferentes públicos-alvo.

Palavras-chave: Divulgação científica; Percepção de risco; Ciência e sociedade; Ciência participativa.

Emerging contaminants: What do we know about this topic from the perspective of Brazilian science communication?

Different types of contaminants are present in the environment and are part of our daily lives. Understanding how the socio-environmental implications of these compounds are disseminated and understood by the population is essential. In this sense, the activity of scientific dissemination is a connection between the productions and results of the academic area and society, allowing the democratization of science. To understand how scientific discoveries reach the general public, the present study aimed to develop a systematic review analyzing the terms “emerging contaminants” and “emerging pollutants” in Brazilian scientific dissemination websites in qualitative and quantitative terms on a current topic of Environmental Sciences. Based on the criteria adopted, 42 of 189 records from the last 13 years were analyzed. Differences in the profile of the subjects evaluated were found, associated with the authors' expertise such as the lack of traceability of the original source and the didactic strategies applied. In addition, characteristics of the absence of public interaction and transparency of scientific dissemination were observed. Thus, this study provides subsidies for the development of new strategies that minimize potential biases and ensure the veracity of disseminated information. The creation of scientific dissemination materials involving the issue of emerging contaminants with a focus on different target audiences is also encouraged.

Keywords: Science dissemination; Risk perception; Science and society; Participatory science.

Topic: **Ensinos Multidisciplinares**

Received: **07/08/2022**

Approved: **30/08/2022**


Reviewed anonymously in the process of blind peer.

Rafaela dos Santos Costa 

Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Brasil
<http://lattes.cnpq.br/3991965798614522>
<https://orcid.org/0000-0003-1777-6094>
rafaela.costa.bio@live.com

Amanda Nogueira Medeiros 

Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Brasil
<http://lattes.cnpq.br/8623302671219196>
<https://orcid.org/0000-0001-8532-1089>
amanda.nogueiram@gmail.com

Viviane Souza do Amaral 

Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Brasil
<http://lattes.cnpq.br/4440806451383783>
<https://orcid.org/0000-0002-9326-9054>
vi.mariga@gmail.com

Julio Alejandro Navoni 

Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Brasil
<http://lattes.cnpq.br/4452348339839616>
<https://orcid.org/0000-0001-8715-0527>
navoni.julio@gmail.com



DOI: 10.6008/CBPC2179-6858.2022.008.0024

Referencing this:

COSTA, R. S.; MEDEIROS, A. N.; AMARAL, V. S.; NAVONI, J. A..
Contaminantes emergentes: O que sabemos dessa temática sob a perspectiva da divulgação científica brasileira?. **Revista Ibero Americana de Ciências Ambientais**, v.13, n.8, p.304-316, 2022. DOI: <http://doi.org/10.6008/CBPC2179-6858.2022.008.0024>

INTRODUÇÃO

O aumento populacional vem corroborando com o crescimento do consumo e uso de diversas substâncias. Cerca de 100.000 produtos químicos são usados em nossa sociedade (PEREIRA et al., 2015). Nesse contexto, muitas substâncias atualmente ganham destaque por seus potenciais riscos nocivos nos aspectos ecológicos e à saúde humana, chamados de contaminantes emergentes (GOGOI et al., 2018). Os poluentes emergentes incluem compostos de origem natural ou sintética, como fármacos, produtos de higiene pessoal, toxinas de algas, drogas ilícitas, retardadores de chama, nanomateriais, surfactantes, adoçantes artificiais, microrganismos, entre outros (RICHARDSON et al., 2009; PEREIRA et al., 2015). Esses compostos, que são classificados como poluentes emergentes, estão presentes em nosso cotidiano e não possuem monitoramento e regulamentação ambiental (NOGUERA et al., 2016). Algumas dessas substâncias sempre estiveram presentes no ambiente, mas foram detectadas em diferentes matrizes ambientais devido aos avanços nas técnicas de química analítica (RODRIGUEZ et al., 2017; RICHARDSON et al., 2017).

Eles também têm uma entrada contínua no meio ambiente, já que geralmente não são removidos em estações de tratamento de esgoto (ETE) e água (ETA), uma vez que essas estações não são projetadas para remover esses compostos (MACHADO et al., 2016). Logo, chegam em águas superficiais, subterrâneas, rios, lagos, oceanos, solo e sedimento (GOGOI et al., 2018), apresentando efeitos tóxicos para a biota (GOMES et al., 2017; RODRIGUEZ et al., 2017). Cabe destacar que esses compostos apresentam persistência e podem bioacumular nos organismos (WANG et al., 2018).

Além da entrada de contaminantes emergentes pelas ETEs e ETAs, alguns compostos podem ser lixiviados via aterro pelo descarte incorreto no lixo comum, como por exemplo, os fármacos, que geralmente são descartados em pias ou vasos sanitários (QUADRA et al., 2019) e por consequência, atingem as diferentes matrizes ambientais (ALODAINI et al., 2010;)

Em determinados países existe um incentivo para ações de boas práticas de descarte de algumas dessas substâncias (SOUZA et al., 2021) como uma forma de reduzir uma das vias de entrada de contaminantes emergentes no meio ambiente. No entanto, ainda existe uma lacuna de comunicação entre pesquisadores e sociedade para alertar sobre tal problema.

Nessa perspectiva, a divulgação científica ou popularização da ciência se apresenta como uma forma de disseminar a ciência para a sociedade fora do âmbito acadêmico (VALERIO et al., 2008). A divulgação científica também tem papel fundamental em levar à população o conhecimento dos avanços da ciência e da tecnologia para a participação na tomada de decisões (PEZZO, 2018). Portanto, essa abordagem também possibilita expor as questões ambientais e suas consequências a partir da percepção social.

Diante desse cenário, e considerando os impactos ecossistêmicos e à saúde pública vinculados aos contaminantes emergentes e a necessidade de disseminação de informações relacionadas a esse problema, este artigo de revisão sistemática teve como objetivo analisar como a temática dos poluentes emergentes tem sido divulgada para a sociedade na mídia digital brasileira.

METODOLOGIA

Hipótese

O presente artigo estruturou-se na seguinte hipótese: A divulgação científica sobre os contaminantes emergentes é uma ferramenta ineficiente para democratizar o conhecimento científico.

Estratégia de pesquisa

Seguindo o objetivo proposto, foi realizada uma pesquisa bibliográfica sobre materiais de divulgação científica em sites de revistas eletrônicas e blogs brasileiros. Foram utilizados dois descritores: contaminantes emergentes, poluentes emergentes. Os sites selecionados para análise foram: Science American Brasil, Jornal da Ciência, Superinteressante, Galileu, Nossa Ciência, Jornal do Joca, Ciência na Rua, Revista Candil, Cientistas descobriram que...” CDQ”, ComCiência, Revista Planeta, Ilha do conhecimento, Minas faz ciência, Minas faz ciência Infantil, Folha biológica, Ciência & Mulher, A ciência explica, Aprendendo Ciência, Canal Ciência, Ciência em Revista, Cientistas feministas, Science blogs Brasil, Ciência Hoje, Ciência Hoje das crianças, Revista Pesquisa Fapesp, Questão de Ciência, National Geographic Brasil, VivoVerde.

A escolha desses canais de comunicação respaldou-se pela proposta de apresentação em uma linguagem para o público leigo em uma versão virtual. Além disso, as revistas e blogs selecionados possuíam uma ferramenta de busca para localizar os artigos publicados. A sistematização dos dados foi realizada entre o período de 26 de março a 20 de abril. Como forma de entender desde quando o tema foi apresentado ao público em geral, nenhuma atribuição foi feita quanto à temporalidade.

Critérios de inclusão e exclusão

Neste estudo, foram incluídas as matérias que continham os descritores acima elencados utilizados em seu conteúdo. Também foram analisadas matérias que apresentavam substâncias que se enquadram como contaminantes emergentes de acordo com a literatura (RICHARDSON et al., 2017; TAHERAN et al., 2018), mesmo que os descritores utilizados não tenham aparecido ao longo do texto. As matérias exclusivas para assinantes do site e textos duplicados foram excluídas da análise, assim como, textos que não apresentavam uma relação com a temática abordada.

Análise de conteúdo

Para os artigos selecionados neste estudo, utilizou-se a análise de conteúdo proposta por Bardin (2004). Foram designadas dez categorias para classificar as matérias encontradas, conforme pode ser visto na Tabela 1.

Além das categorias mencionadas, outros critérios foram utilizados para a análise, como o público-alvo dos canais de comunicação selecionados, o ano de publicação e o número de acessos. Os autores dos artigos também foram identificados de acordo com a seguinte classificação: transcrição de obra de outra fonte, autor não informado, jornalista, pesquisador da área, autor sem rastreabilidade (sem acesso às

informações do autor).

Tabela 1: Categorias elaboradas para análise de conteúdo.

| Categoria | Definição |
|--------------------------------|---|
| Compreensão do conceito* | Refere-se as matérias que explicaram claramente o que são os contaminantes emergentes. |
| Estímulo ao pensamento crítico | Textos que levavam a reflexão do leitor de como os contaminantes emergentes estão presentes no seu cotidiano. |
| Recurso didático | Textos que apresentaram diagramas, ilustrações e outros métodos que podem ajudar o leitor a entender melhor o assunto. |
| Recurso científico | Para as matérias que apresentaram tabelas, gráficos e outras formas de expor as informações. |
| Abordagem tecnológica | Textos que exibiram as técnicas desenvolvidas por pesquisadores para mitigar a contaminação por poluentes emergentes. |
| Abordagem científica | Artigos que apresentaram resultados de estudos realizados em campo ou laboratório sobre poluentes emergentes. |
| Feedback | Aos sites que ao final dos textos permitiam que leitor tivessem um espaço para comentar o assunto exposto. |
| Quantificação da informação | Textos que apresentaram dados quantificados como forma de facilitar a compreensão do leitor sobre o tema exposto. |
| Choque midiático | Artigos que exibiram uma inconsistência entre o título e o conteúdo do texto. |
| Opinião e argumento* | Se o conteúdo dos textos tinha caráter argumentativo com base em artigos científicos ou apenas com base na opinião do autor da matéria. |
| Tipo de linguagem* | A linguagem das matérias foi avaliada, considerando se os textos apresentavam mais termos técnicos utilizados no meio acadêmico ou se seguiam uma linguagem mais acessível e de fácil entendimento para leigos. |

*Essas categorias foram analisadas por meio de uma escala Likert de 1 a 10. Para a categoria compreensão do conceito, a nota 10 foi atribuída para compreensão total e perto de 1 onde foi mal compreendido. Para a categoria opinião e argumento, 10 foi atribuído para argumento e próximo de 1 para opinião. Para a categoria de tipo de linguagem, considerou-se 10 para linguagem de divulgação científica e perto de 1 matérias que continham termos científicos.

Quanto às citações, foi observada se essas eram referenciadas ou não. As referências também foram avaliadas, utilizando as seguintes categorias: artigos nacionais, artigos internacionais, outros sites de divulgação, sites governamentais, sites de organizações não governamentais, publicações técnicas (relatórios), menção de estudos já realizados ou em desenvolvimento (sem rastreabilidade), referência não informada, livros e sites de organização. Os artigos referenciados foram analisados quanto ao periódico que foi publicado, considerando o atual Qualis Capes para Ciências Ambientais e fator de impacto.

Outro critério avaliado foi a rastreabilidade, que é a facilidade de localização das informações mencionadas no texto. Neste caso, foi classificado como rastreável, rastreabilidade intermediária (necessidade de consulta aprofundada para encontrar as informações) e não rastreável. A fonte de informação também foi verificada, onde foi considerada como fonte primária de dados, na qual os estudos foram mencionados explicitamente no texto, ou fonte secundária de dados que cita outras informações.

Análise de dados

Tanto a coleta quanto a avaliação dos artigos foram realizadas de forma independente por dois autores. Para verificar o grau de relação entre eles foi utilizado o coeficiente r de Pearson. Os resultados obtidos pelos avaliadores também foram analisados em relação a sua consistência interna mediante o teste alpha de Cronbach.

As informações coletadas foram analisadas utilizando o software Jamovi versão 1.8.2. e IBM-SPSS versão 26. Análise de associação entre variáveis qualitativas foi realizada mediante o teste Qui-quadrado. Para verificar diferenças significativas entre as variáveis categóricas nominais e as variáveis ordinais associadas à escala Likert o Teste U de Mann-Whitney para amostras independentes foi empregado. Diferenças significativas foram consideradas com $p < 0,05$. O tamanho do efeito foi reportado mediante o coeficiente D de Cohen.

Para cada uma das escalas de classificação das matérias analisadas com as categorias compreensão

do conceito, opinião e argumento e tipo de linguagem uma média dos valores obtidos para cada autoria foi calculada. Os resultados obtidos para cada uma destas variáveis para as matérias analisadas foram utilizados para realizar uma classificação dos textos de divulgação mediante uma análise de cluster hierárquico. A representação dos clusters formados foi realizada mediante um dendrograma. A verificação das diferenças do número de clusters selecionados foi desenvolvida através de uma análise de cluster não-hierárquico (K-means). Finalmente, os clusters formados e as variáveis qualitativas autoria, estímulo ao pensamento crítico, quantificação da informação, recurso científico, recurso didático, rastreabilidade, choque midiático, abordagem tecnológica e científica, foram integradas mediante uma análise de correspondência múltipla (ACM) com o intuito de definir o perfil multivariado das matérias analisadas.

Resultados

Considerando os 28 sites de revistas e blogs de divulgação científica selecionados, após a triagem, 14 apresentaram artigos com base nos critérios estabelecidos. Um total de 262 matérias foram identificadas, das quais 42 artigos foram analisados conforme os critérios especificados (Figura 1). A correlação entre os avaliadores de todas as categorias das variáveis em escala Likert foi significativamente elevada em todos os casos, compreensão do conceito: 0,959; tipo de linguagem: 0,945; opinião e argumento: 0,925. A consistência interna da informação obtida foi elevada (coeficiente alfa de Cronbach: 0,903).

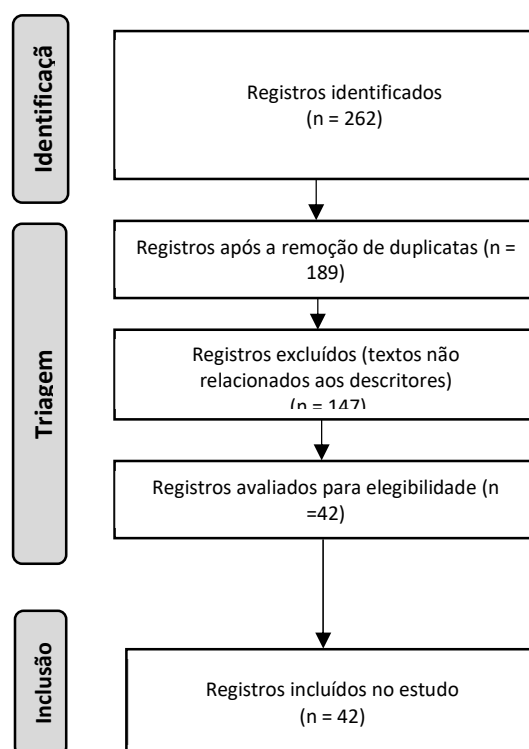


Figura 1: Diagrama de fluxo das matérias selecionadas. **Fonte:** Adaptado de Page et al. (2020)

De todas as revistas eletrônicas selecionadas para análise, apenas uma era designada para crianças e adolescentes, as demais eram voltadas para o público em geral. Também foi verificado que todos os sites de revistas e blogs avaliados não apresentavam o número de acesso dos usuários.

Em relação à distribuição temporal das matérias, das 42 analisadas, 2 não apresentavam data, com

base nas demais (n=40) verificou-se que a temática tem sido abordada nos últimos 13 anos, com destaque para o ano de 2019 apresentando 11 matérias publicadas (Figura 2).

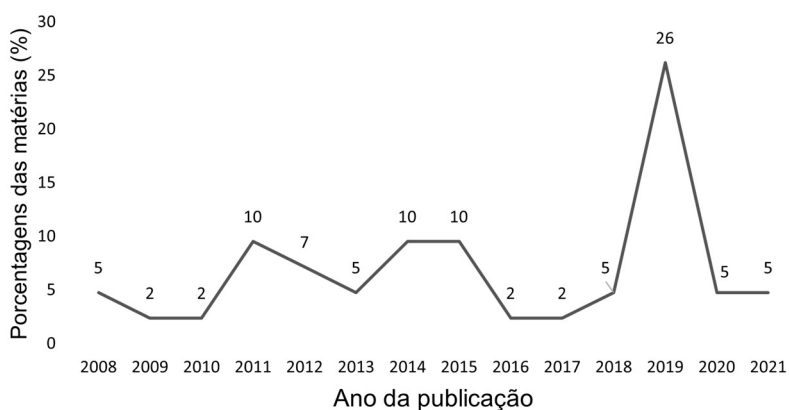


Figura 2: Distribuição temporal das matérias de divulgação científica brasileiras referente a contaminantes emergentes.

Neste estudo, mais da metade das matérias exibiram rastreabilidade (52%). De forma similar às categorias de rastreabilidade intermediária e não rastreáveis apresentaram o mesmo percentual (24%). Quanto à origem dos dados mencionados nas matérias, o mais frequente foi a utilização de dados primários (n=23), seguido dos dados secundários (n=19).

Ao conduzir a análise da autoria dos textos foi observado que 16% não apresentavam rastreabilidade ou sem identificação, 5% tratavam-se de transcrição de obras de outras fontes, 38% foi descrita por jornalistas e 40% por pesquisadores da área.

Avaliando-se as fontes citadas, 22 matérias utilizaram citações e 20 forneceram as referências. Em relação a descrição das pesquisas citadas ou referenciadas, 16% referenciavam sites de divulgação ou de organizações governamentais/não governamentais, 14% reportavam livros, publicações técnicas somadas a menção a estudos já realizados ou em desenvolvimento, 5% não informou a referência utilizada, 27% indicaram artigos científicos internacionais relacionados ou não a artigos nacionais, livros e publicações técnicas. A maioria dos textos analisados (36%) fizeram menção a estudos realizados ou em desenvolvimento.

Das 42 matérias, 13 referenciavam artigos científicos. Nessas 13 foram identificados 25 artigos científicos distribuídos em 17 periódicos. Quanto aos periódicos analisados (n=17) com Qualis Capes para área de avaliação Ciências Ambientais, observou-se um destaque para revistas com classificação A1 (53%), seguida de A2 (12%), B1 (12%), B2 (12%) e sem Qualis Capes (12%). Identificou-se que 6% dos periódicos não apresentavam fator de impacto, 18% exibiam fator de impacto superior a 10, 29% revelaram um fator entre 5 e 10, grande parte dos jornais analisados (47%) expuseram fator de 0 a 5.

No que tange ao conteúdo, 90% das matérias não apresentavam recursos científicos. No entanto, 60% dos textos exibiam recurso didático. Maioritariamente as matérias abarcavam uma abordagem científica (93%), por outro lado, 86% desse material não expunha uma abordagem tecnológica.

Sobre a quantificação da informação, verificou-se que 37 matérias exibiam numericamente dados

referentes à problemática abordada. No que diz respeito à incoerência do título da matéria com o conteúdo descrito, 90% do material analisado não apresentou essa característica. Com relação à presença de espaço destinado a comentários, observou-se que 76% não apresentavam esse atributo. De todas as matérias analisadas, somente uma não contemplou o estímulo ao pensamento crítico dos leitores.

Quanto às escalas Likert, a média da categoria compreensão do conceito foi de 5,2, para a variável opinião e argumento foi 7,6 e para o tipo de linguagem foi de 7,8. As mesmas categorias mencionadas anteriormente e sua relação com autoria dos textos, não diferiram significativamente, no entanto, a estimativa do tamanho do efeito nas categorias compreensão do conceito (D de Cohen= 0,527) e tipo de linguagem de divulgação (D de Cohen= -0,528), representaram uma relação mediana de magnitude dessas categorias com a autoria das matérias.

Quando comparados os dois grupos mais frequentes de autoria (jornalista e pesquisador da área) com o tipo de dado (primário ou secundário) constatou-se que não houve diferença significativa ($\chi^2_{(1)}$: 3,70; $p= 0,055$). Ainda sobre os dois grupos mais frequentes de autoria dos textos e sua relação com o choque midiático, não foram observadas diferenças significativas ($\chi^2_{(1)} = 1,10$; $p=0,295$). Ao relacionar a autoria de jornalistas e pesquisadores da área com a presença de recursos científicos ($\chi^2_{(1)} = 1,28$; $p=0,258$) e didáticos ($\chi^2_{(1)} = 2,70$; $p=0,101$), tais relações não são significativas. No entanto, foram verificadas associações entre os dois grupos majoritários de autoria das matérias com a possibilidade de estímulo ao pensamento crítico do receptor ($\chi^2_{(1)}$: 20,5; $p<0,001$).

Ao analisar a relação entre as categorias rastreabilidade e referências bibliográficas no conteúdo das matérias, não foram identificadas diferenças significativas ($\chi^2_{(1)} = 34,6$; $p=0,110$). De forma similar, a variável feedback do leitor não apresentou efeito sobre a variável compreensão do conceito.

A ocorrência da quantificação da informação sobre as variáveis compreensão do conceito não mostraram influência dessa sobre o tipo de linguagem empregada nas matérias e compreensão do conceito sobre os contaminantes emergentes.

As qualificações realizadas mediante compreensão do conceito, opinião e argumento e tipo de linguagem foram utilizadas para conglomerar os trabalhos através de uma análise de conglomerados hierárquico. Um número total de 3 clusters foram definidos como mostra o dendrograma (Figura 3).

Na sequência, esse número de clusters foi empregado para a realização de uma análise hierárquica com o objetivo de estabelecer diferenças reais entre o número de clusters utilizados mediante um teste ANOVA. Os resultados indicaram diferenças significativas ($p<0,05$) entre os clusters ratificando o número de clusters selecionados.

Considerando os clusters criados baseados nas pontuações das categorias opinião e argumento, compreensão do conceito e tipo de linguagem, junto com as variáveis qualitativas aferidas, uma análise de correspondência múltipla foi realizada representada no Biplot (Figura 4). Três perfis foram descritos relacionados aos clusters. Por exemplo, no cluster 1 observa-se que a autoria das matérias não é informada, também é evidenciado a falta de abordagem científica. Salienta-se neste caso, a presença de choque midiático.

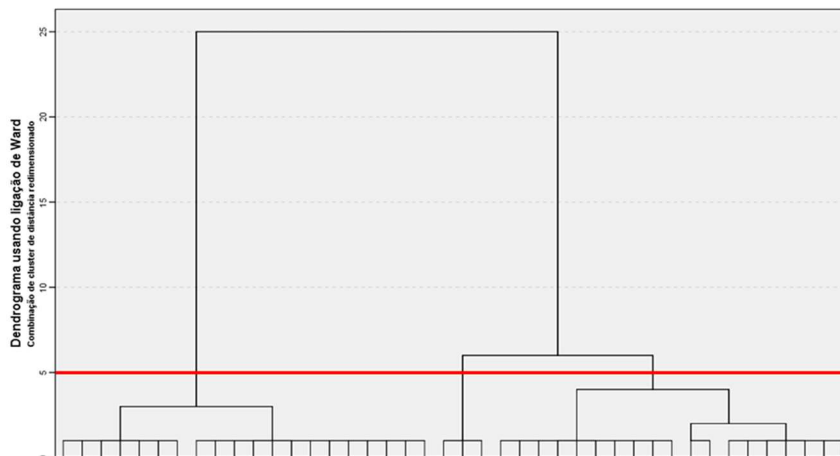


Figura 3: Análise de conglomerados hierárquico. Método Ward das matérias baseados nas categorias qualitativas e quantitativas.

O cluster 2 enfoca a autoria das matérias para os jornalistas. Os atributos relacionados com este cluster são: ocorrência de recurso científico e didático, abordagem tecnológica e estímulo ao pensamento crítico. No entanto, é possível constatar que as matérias não eram rastreáveis, não continham abordagem científica e quantificação da informação. Nas matérias agrupadas neste cluster, não foi constatado o choque midiático. O perfil do cluster 3 foi relacionado com dois grupos de autoria, pesquisador e transcrição de obra de outra fonte, tendo como características a rastreabilidade da informação científica utilizada e a aplicação de recurso científico no processo de divulgação. Além disso, é possível notar a ausência de estímulo ao pensamento crítico e recursos didáticos que facilitaríamos a compreensão da temática analisada.

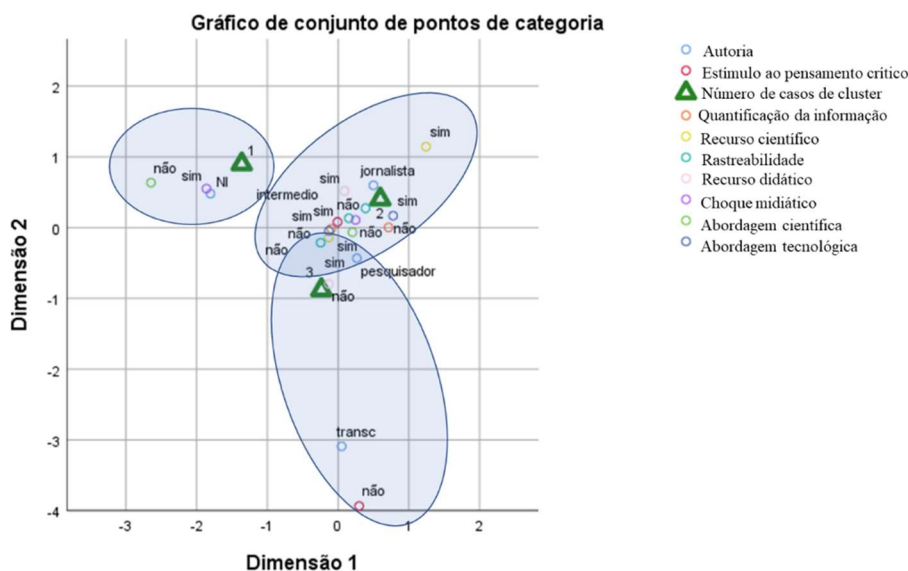


Figura 4: Representação da análise de correspondência múltipla com base nas categorias: Autoria (pesquisador da área, jornalista, não identificado, transcrição de obra de outra fonte), estímulo ao pensamento crítico (sim ou não), quantificação da informação (sim ou não), recurso científico (presença de gráficos e/ou tabelas), recursos didáticos (ocorrência de figuras e ilustrações), rastreabilidade (rastreável, não rastreável, sem rastreabilidade), choque midiático (divergência do título com o conteúdo da matéria), abordagem científica (estudos realizados com contaminantes emergentes), abordagem tecnológica (avanços tecnológicos para reduzir os impactos desses contaminantes no ambiente).

DISCUSSÃO

Diante da problemática dos contaminantes emergentes, foram analisadas 42 matérias de divulgação científica com base nos critérios estabelecidos nos últimos 13 anos. Neste estudo, a temporalidade avaliada

foi de 2008 a 2021, corroborando com o estudo realizado por Schulte et al. (2019), onde verificaram as matérias de notícias alemãs datadas de 1995 até 2015 sobre micropoluentes. Do ano de 1995 até 2010 a problemática foi insuficientemente difundida, mas, tiveram um aumento significativo entre 2010 e 2015. Os autores também enfatizam que essa temática era ainda pouco divulgada quando comparada com outros assuntos da mídia. Integrando essas observações, pode se especular que a divulgação científica é uma abordagem relativamente recente demonstrando uma evolução dessa atividade.

Com relação ao público-alvo das revistas e sites avaliados, somente um site apresentou um texto para crianças e adolescentes. O que representa um déficit no objetivo da atividade de divulgação, já que este público contribuiria na disseminação do conhecimento, além de inserir socialmente no âmbito da consciência ambiental (KORHONEN et al., 2007). Adicionalmente, é importante que o público em geral reconheça o seu papel enquanto fonte poluidora, já que muitos dos contaminantes emergentes estão presentes no nosso cotidiano e que mudanças de hábitos favorecem a mitigação da ocorrência desses compostos em matrizes ambientais (SCHULTE et al., 2019). Este aspecto foi evidenciado através dos resultados desta pesquisa em que as matérias analisadas em sua maioria estimulavam o pensamento crítico sobre as problemáticas ambientais.

A inexistência do número de acesso dos sites verificados foi observada, e serve como um argumento para fomentar transparência por parte dos sites de divulgação científica de modo a mensurar se essas informações chegam ao público geral. Essa estratégia estimularia a humanização do conhecimento através de trocas de conceitos entre o público leigo e o profissional requerendo deste último um maior engajamento por parte dos pesquisadores atuantes nesta atividade, estreitando a relação entre o âmbito científico e a sociedade.

Por outro lado, uma das deficiências de comunicação entre internautas e divulgadores do conhecimento foi evidenciada através da falta de espaços nos sites para comentários observada numa grande proporção (76%) das matérias analisadas. Ressaltando a necessidade dessa interação com o intuito de compreender de que forma a comunicação com a sociedade é materializada, ou seja, verificar se a divulgação científica é empregada buscando envolver o leitor.

De forma similar, Gonçalves et al. (2019) analisaram as ferramentas de interatividade mútua disponibilizadas nas áreas de notícias nos sites oficiais dos parques tecnológicos brasileiros. Quando disponíveis, os espaços para feedback do leitor se localizavam ao final das notícias publicadas e exibiam a contribuição dos outros leitores de modo permanente/fixo. No entanto, a maioria dos sites não ofereciam este recurso (GONÇALVES et al., 2019).

Dessa forma, sites jornalísticos e de divulgação científica necessitam desse mecanismo de feedback do leitor, que deve estar presente nas reportagens com uma área destinadas à compreensão, opinião e dúvidas dos receptores (AGUIAR et al., 2014). Portanto, a ausência destes espaços de interação nas notícias publicadas em sites, seja qual for a área, não condiz com a função da divulgação científica.

Outro aspecto relevante que foi observado é quanto à rastreabilidade e à origem dos dados, em que 24% das matérias analisadas não apresentavam rastreabilidade e 45% eram oriundas de dados secundários,

o que torna um desafio o acesso direto do público ao material original.

No que tange à autoria dos textos, verificou-se que pesquisadores e jornalistas são os grupos majoritários da elaboração das matérias e que a qualidade dos textos de divulgação não apresentou diferença quanto a essas duas categorias de autoria. Quanto aos especialistas, Schulte et al. (2019) pontuam que determinadas matérias alemãs sobre micropoluentes emergentes enfocavam como algo direcionado para os pesquisadores, distanciando a sociedade como parte da problemática. Salientando a necessidade de que a comunidade acadêmica precisa expor as questões científicas sobre micropoluentes de forma que o público perceba os possíveis riscos (SCHULTE et al., 2019).

Ainda no que diz respeito à autoria, o estudo realizado por Koivumäki et al. (2021) destaca que os pesquisadores entrevistados em um estudo entendem sua importância ao comunicar a ciência na mídia digital, no entanto, não atuam de forma ativa. Assim os resultados descritos neste estudo corroboram com essas observações salientando a necessidade de diálogo entre partes.

O outro grupo de elaboração das matérias que apresentaram um destaque foram os jornalistas. Esses profissionais podem acumular diferentes atribuições em sua jornada de trabalho e ainda escrever sobre diferentes áreas do conhecimento, o que em alguns casos, dificulta o aprofundamento no assunto. No entanto, como observado na descrição dos perfis dos textos analisados as matérias descritas por jornalistas exibiam mais recursos em comparação com os pesquisadores (clusters 2 e 3). Neste contexto, as matérias de divulgação científica poderiam ser elaboradas de forma colaborativa entre pesquisadores e jornalistas, em que o pesquisador auxiliaria com as características representativas de sua expertise. Por outro lado, os jornalistas apresentaram uma variedade de recursos em prol de minimizar possíveis vieses. Portanto, os jornalistas podem assessorar os pesquisadores facilitando a linguagem empregada em materiais de divulgação.

Neste estudo, 60% dos textos exibiram ilustrações ou diagramas como recurso didático e 10% apresentaram recursos científicos. Carvalho et al. (2019), verificaram que matérias sobre ciência têm um bom uso dos recursos de escrita e imagem conferindo um caráter dinâmico e didático aos seus artigos. Entretanto, notaram uma falta de discussão sobre a natureza desses dados o que pode, segundo os autores supracitados, afastar o público da realidade da atividade científica. Ainda nesse contexto, Millarhouse et al. (2020) realizaram um estudo piloto para reportar a comunicação do risco da poluição por fármacos utilizando metáforas, e grande parte dos participantes optaram por um banner com a presença de metáfora para entender a problemática. Dessa forma, o tipo de linguagem empregada e elementos visuais propiciam uma compreensão mais ampla.

A problematização da informação pelo divulgador atribuindo uma quantificação permite uma proximidade mais condizente com a realidade (CARVALHO et al., 2019), o que foi evidenciado neste estudo onde 88% das matérias apresentavam esse atributo. Tang et al. (2015) realizaram uma análise de discurso sobre alguns contaminantes emergentes na mídia e em outros materiais (relatórios, artigos e boletins. Os autores relataram que em textos voltados para a mídia, os compostos são sempre expressos em quantidade numéricas, como toneladas, milhares etc. (TANG et al., 2015). Acredita-se que a presença dessa quantificação

contribui na sensibilização da população frente à problemática dos poluentes emergentes.

Além da quantificação, outro aspecto que foi considerado é o tipo linguagem adequada conforme o público-alvo. Nesse trabalho, este atributo foi considerado próximo do que se espera da linguagem dos textos de divulgação científica. Segundo Caribé (2015), a divulgação científica compreende diversas formas de comunicação, que variam de acordo com o tipo de linguagem utilizada ou com o tipo de entidade do processo de comunicação ao qual se encontra relacionado.

Considerando a categoria opinião e argumento, observou-se com base nos resultados o conteúdo das matérias analisadas, apresentaram um teor mais argumentativo ao mencionarem artigos publicados em periódicos na sua maioria reconhecidas cientificamente no contexto nacional e/ou internacional, contribuindo para a credibilidade e a rastreabilidade das informações. Nesse sentido, a credibilidade das matérias de divulgação científica que visam disseminar o conhecimento científico-tecnológico é essencial, uma vez que o meio digital se tornou um local de debates sobre a ciência em fóruns, blogs, entre outros (KOUPEL, 2010), portanto, a qualidade das informações favorece a redução de interpretações dúbias.

Ainda nesse aspecto, neste estudo foram verificadas em determinados casos a divergência do título com o conteúdo dos textos (choque midiático). Como observado na análise multivariada o perfil relacionado a esta característica foi associado a autoria e conteúdo não rastreável. A disseminação de notícias falsas tem sido amplamente comprovada a nível global e facilitada pela velocidade das mídias digitais, o que pode implicar em possíveis efeitos negativos que este tipo de informações pode acarretar à sociedade (GOMES et al., 2020). Portanto, é possível especular que a presença do choque midiático, apesar de possuir títulos atrativos, poderiam influenciar negativamente a opinião dos leitores sobre a questão dos contaminantes emergentes.

Um dos atributos considerados foi a definição dos contaminantes emergentes presentes nos textos. Atribuiu-se uma classificação mediana neste critério, objetivando avaliar como o conceito era absorvido pelo leitor. Nessa perspectiva, Daughton (2004) descreve que se tratando da questão da poluição farmacêutica, há necessidade de facilitar a comunicação de risco para a sociedade.

A categoria abordagem científica foi verificada em muitos dos textos analisados, em contrapartida, a abordagem tecnológica foi pouco abordada nas matérias analisadas (14%). Essa característica também foi evidenciada no estudo de Schulte et al. (2019) em que só 15% dos artigos avaliados tinham um enfoque para novas tecnologias analíticas. Especula-se que a baixa descrição da presença dessas características nas matérias de divulgação pode relacionar-se ao fato destas estarem em fases de experimentação ou ainda não contempladas. No Brasil, por exemplo, as tecnologias aplicadas ao tratamento de esgoto urbano são ineficientes para a remoção de poluentes emergentes (REIS et al., 2019).

CONCLUSÕES

A divulgação científica ganha uma notória relevância nos tempos atuais principalmente pela velocidade de transmissão de conhecimentos que os recursos tecnológicos possibilitam. Além disso, essa atividade facilita a propagação do conhecimento científico colaborando na mitigação de problemáticas

ambientais. Nesse sentido, os contaminantes emergentes são uma representação desta preocupação socioambiental em esfera global.

Como pontos principais, elencam-se a divergência de alcance no modo de divulgar ciência na sociedade, o que poderia contribuir com potenciais vieses em termos de formação da opinião sobre temáticas ambientais. Questões referentes à transparência e qualidade da informação, além da capacidade de tradução do divulgador em uma linguagem acessível são os pontos de maior destaque neste estudo. Parcerias entre as áreas jornalísticas e científicas otimizariam o escopo da atividade de divulgação garantindo a veracidade da informação e direcionamento das questões de riscos ambientais. Desta forma, este trabalho enfatiza a necessidade de contar com meios de divulgação científica de qualidade como forma de minimizar as barreiras acadêmicas com a sociedade.

REFERÊNCIAS

ALODAINI, N. A.. multi-residue analytical method for human pharmaceuticals and synthetic hormones in river water and sewage effluents by solid-phase extraction and liquid chromatography-tandem mass spectrometry. **Journal of chromatography A**, v.1217, n.44, p 6791-6806, 2010. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.chroma.2010.08.033>

AGUIAR, L.; BARSOTTI, A.. Jornalismo amador: proposta para definir as práticas jornalísticas exercidas pelo público em ambientes interativos. **Pauta Geral**, v.1, n.1, p.43-58, 2014. DOI: <https://doi.org/10.18661/2318-857X/pauta.geral.v1n1p43-58>

BARDIN, L.. **Análise de conteúdo**. 3 ed. Lisboa: Edições 70, 2004.

CARIBÉ, R. D. C. V.. Comunicação científica: reflexões sobre o conceito. **Informação & Sociedade: Estudos**, v.25, n.3, p.89-104, 2015.

CARVALHO, I. L. A.; ROCHA, M. B.; COSTA, P. M. M.. A visão sobre ciência nas revistas superinteressante e quero saber: estudo comparativo entre Brasil e Portugal. **e-Mosaicos**, v.8, n.18, p.72-91, 2019. DOI: <https://doi.org/10.12957/e-mosaicos.2019.44078>

DAUGHTON, C. G.. PPCPs in the environment: Future research: beginning with the end always in mind. In: KÜMMERER, K.. **Pharmaceuticals in the Environment**. Berlin: Springer, 2004.

GOGOI, A.. Occurrence and fate of emerging contaminants in water environment: a review. **Groundwater for Sustainable Development**, v.6, p.169-180, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.gsd.2017.12.009>

GOMES, A. R.. Review of the ecotoxicological effects of emerging contaminants to soil biota. **Journal of environmental science and health, part a**, v.52, n.10, p.992-1007, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1080/10934529.2017.1328946>

GOMES, S. F.; PENNA, J. C. B. D.O; ARROIO, A.. Fake news científicas: percepção, persuasão e letramento. **Ciência & Educação**, v.26, p.1-13, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1590/1516-731320200018>

GONÇALVES, S. V.. Interatividade mútua em sites de parques científicos, tecnológicos e de inovação para geração de capital social. **Perspectivas em Gestão & Conhecimento**, v.9, n.2, p.112-127, 2019. DOI: <https://doi.org/10.21714/2236-417X2019v9n2p112>

KOIVUMÄKI, K.; KARVONEN, E.; KOIVUMÄKI, T.. Challenges in the collaboration between researchers and in-house communication professionals in the digital media landscape. **Journal of Science Communication**, v.20, n.3, p.A04, 2021. DOI: <https://doi.org/10.22323/2.20030204>

KORHONEN, K; LAPPALAINEN, A.. Examining the environmental awareness of children and adolescents in the Ranomafana region, Madagascar. **Environmental Education Research**, v.10, n.2, p.195-216, 2004. DOI: <https://doi.org/10.1080/13504620242000198177>

KOUPER, I.. Science blogs and public engagement with science: Practices, challenges, and opportunities. **Journal of science communication**, v.9, n.1, p.A02, 2010. DOI: <https://doi.org/10.22323/2.09010202>

MACHADO, K. C.. A preliminary nationwide survey of the presence of emerging contaminants in drinking and source waters in Brazil. **Science of the Total Environment**, v.572, p.138-146, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2016.07.210>

NOGUERA, K. O.; AGA, D. S.. Lessons learned from more than two decades of research on emerging contaminants in the environment. **Journal of hazardous materials**, v.316, p.242-251, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2016.04.058>

PEREIRA, L. C.. A perspective on the potential risks of emerging contaminants to human and environmental health. **Environmental Science and Pollution Research**, v.22, n.18, p.13800-13823, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11356-015-4896-6>

PEZZO, M.. Cultura científica e cultura da mídia: relações possíveis (e necessárias) na prática de divulgação da ciência. In: VOGT, C.; GOMES, M.; MUNIZ, R.. **ComCiência e divulgação científica**. Campinas: BCCL/UNICAMP, 2018.

REIS, E. O.. Occurrence, removal and seasonal variation of pharmaceuticals in Brazilian drinking water treatment plants. **Environmental Pollution**, v.250, p.773-781, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2019.04.102>

RICHARDSON, S. D.. Water analysis: emerging contaminants and current issues. **Analytical chemistry**, v.81, n.12, p. 46454677, 2009. DOI: <https://doi.org/10.1021/ac9008012>

RICHARDSON, S. D.; KIMURA, S. Y.. Emerging environmental contaminants: Challenges facing our next generation and potential engineering solutions. **Environmental Technology & Innovation**, v.8, p.40-56, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.eti.2017.04.002>

RODRIGUEZ, O. M. N.. Treatment technologies for emerging contaminants in water: A review. **Chemical Engineering Journal**, v.323, p.361-380, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.cej.2017.04.106>

SCHULTE, N. R.; SÖDING, M.. Routine reporting of environmental risk: The first traces of micropollutants in the German press. **Environmental Communication**, v.13, n.8,

p.1108-1127, 2019. DOI:

<https://doi.org/10.1080/17524032.2019.1592004>

SOUZA, P. H. R. D; ROCHA, M. B.. Análise da linguagem de textos de divulgação científica em livros didáticos: contribuições para o ensino de biologia. **Ciência & Educação**, v.23, p.321-340, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1590/1516-731320170020003>

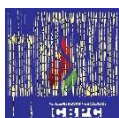
TAHERAN, M.. Emerging contaminants: here today, there tomorrow! **Environmental nanotechnology, monitoring & management**, v.10, p.122-126, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.enmm.2018.05.010>

TANG, C.; RUNDBLAD, G.. When safe means 'dangerous': A corpus investigation of risk communication in the media. **Applied Linguistics**, v.38, n.5, p.666-687, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1093/applin/amv058>

WANG, J.; WANG, S.. Activation of persulfate (PS) and peroxymonosulfate (PMS) and application for the degradation of emerging contaminants. **Chemical Engineering Journal**, v.334, p.1502-1517, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.cej.2017.11.059>

Os autores detêm os direitos autorais de sua obra publicada. A CBPC – Companhia Brasileira de Produção Científica (CNPJ: 11.221.422/0001-03) detêm os direitos materiais dos trabalhos publicados (obras, artigos etc.). Os direitos referem-se à publicação do trabalho em qualquer parte do mundo, incluindo os direitos às renovações, expansões e disseminações da contribuição, bem como outros direitos subsidiários. Todos os trabalhos publicados eletronicamente poderão posteriormente ser publicados em coletâneas impressas ou digitais sob coordenação da Companhia Brasileira de Produção Científica e seus parceiros autorizados. Os (as) autores (as) preservam os direitos autorais, mas não têm permissão para a publicação da contribuição em outro meio, impresso ou digital, em português ou em tradução.

Todas as obras (artigos) publicadas serão tokenizadas, ou seja, terão um NFT equivalente armazenado e comercializado livremente na rede OpenSea (https://opensea.io/HUB_CBPC), onde a CBPC irá operacionalizar a transferência dos direitos materiais das publicações para os próprios autores ou quaisquer interessados em adquiri-los e fazer o uso que lhe for de interesse.



Os direitos comerciais deste artigo podem ser adquiridos pelos autores ou quaisquer interessados através da aquisição, para posterior comercialização ou guarda, do NFT (Non-Fungible Token) equivalente através do seguinte link na OpenSea (Ethereum).

The commercial rights of this article can be acquired by the authors or any interested parties through the acquisition, for later commercialization or storage, of the equivalent NFT (Non-Fungible Token) through the following link on OpenSea (Ethereum).



<https://opensea.io/assets/ethereum/0x495f947276749ce646f68ac8c248420045cb7b5e/44951876800440915849902480545070078646674086961356520679561157984723220299777/>