



INTRODUÇÃO

A ocorrência dos chamados contaminantes de preocupação emergente (CPE) foi evidenciada nas últimas décadas devido ao avanço das técnicas analíticas. Majoritariamente originados por atividades antrópicas, os CPE têm sido relacionados ao desenvolvimento de bactérias resistentes, ao aumento na incidência de diversas doenças em humanos e a inúmeros impactos em ecossistemas aquáticos. Estudos apontam a ocorrência desses compostos em águas superficiais, subterrâneas e mesmo em águas potáveis, sendo os despejos de efluentes em corpos hídricos e o escoamento superficial em áreas agrícolas suas principais vias de acesso a matrizes ambientais. Considerando a ineficiência dos tratamentos convencionais de água e esgoto no que se refere à remoção de CPE, o monitoramento visando uma futura regulamentação desses contaminantes se faz necessário.

OBJETIVOS

Esboçar o cenário brasileiro de contaminação por CPE e estudar compostos possivelmente prioritários para monitoramento no Brasil, atentando aos órgãos públicos e à população em geral quanto à necessidade de conhecimento e controle desses compostos.

METODOLOGIA

A partir de estudos publicados em revistas indexadas no período de 2009 a 2020, foi feito um levantamento sistemático da ocorrência e concentração de contaminantes de preocupação emergente em águas superficiais do Brasil, União Europeia e Estados Unidos. As buscas se deram nos portais Science Direct - <https://www.sciencedirect.com>, Scopus - <http://www.scopus.com>, Springer <https://www.springer.com/br> e Scielo - <https://www.scielo.org>, combinando os nomes "Brasil" e dos países ou bloco selecionados como referência às palavras-chave: águas superficiais, ocorrência, contaminantes emergentes, contaminantes de preocupação emergente, hormônios, disruptores endócrinos, fármacos, drogas ilícitas, produtos de higiene pessoal e pesticidas, em português e em inglês.

Para estabelecer uma diretriz e ainda incluir o maior número possível de estudos, foram considerados apenas valores de concentração acima do limite de quantificação (LQ) do método analítico empregado, na seguinte ordem de preferência: dados brutos, faixas, medianas e médias. Considerou-se dado bruto o resultado direto de uma análise ou a concentração média das replicatas de uma amostra. Foram incluídas faixas, medianas e médias de diferentes amostras, variando no espaço (diferentes pontos de coleta, dentro do mesmo corpo hídrico ou não) e/ou no tempo (diferentes campanhas).

Os compostos possivelmente prioritários foram sugeridos com base nos dados de ocorrência e concentração e em legislações internacionais.



RESULTADOS E DISCUSSÃO

Panorama regulatório

A União Europeia (UE) é referência em política ambiental, e a qualidade da água é um dos temas de maior relevância nesse escopo. O método de priorização europeu leva em consideração a frequência de detecção e a concentração dos contaminantes, bem como a avaliação de risco aos organismos aquáticos. A partir desses fatores são criadas listas de substâncias prioritárias (PS, do inglês *priority substances*) contendo substâncias e/ou grupos de substâncias considerados de alta preocupação, que devem ser monitorados no âmbito da Water Framework Directive (WFD, 6000/20/EC). As PS são identificadas através de avaliação de risco, que reflete a toxicidade e persistência das substâncias no meio ambiente (European Commission, atualizado em 2020). Publicada em 2015 com a Diretiva 2015/495/EU, a primeira *Watch List* continha 10 substâncias consideradas contaminantes de preocupação emergente, a serem monitoradas e revisadas periodicamente. A Comissão Europeia exige que países membros façam o monitoramento dos compostos da *Watch List* ao menos uma vez por ano, por 4 anos consecutivos (European Commission, 2020). Para águas potáveis, a UE estabelece os limites de 0,1 µg/L para pesticidas individuais e 0,5 µg/L para a concentração total, incluindo pesticidas e metabólitos (Diretiva 98/83/EC, Comissão Europeia).

Voltada à proteção da água potável, a agência de proteção ambiental americana (US EPA) publica periodicamente a *contaminant candidate list* (CCL), uma lista de contaminantes que devem ter prioridade de investigação. Para a avaliação dos compostos, são considerados os efeitos adversos à saúde humana, a ocorrência ou probabilidade de ocorrência na rede pública de abastecimento de água e a oportunidade de redução de problemas relacionados à saúde pública.

No Brasil, considerando as legislações CONAMA nº357/2005, a Portaria MS 2914/2011 e a CONAMA 396/2008, que tratam, respectivamente, da qualidade das águas superficiais, potáveis e subterrâneas, o Brasil regulamenta 30 contaminantes de preocupação emergente (Montagner et al., 2017) pertencentes à classe dos pesticidas. Para as demais classes não há regulamentação, e não existem programas oficiais voltados à priorização ou monitoramento de CPE o Brasil.

Ocorrência de CPE em águas superficiais

Foram considerados para o banco de dados 45 artigos brasileiros que, juntos, somaram 1532 valores de concentração.

A Tabela 1 apresenta o número de detecções acima do Limite de Quantificação (LQ), a faixa de LQ e as concentrações mínima, máxima e média por classe.

Tabela 1. Número de ocorrências e concentração por classe de contaminante

Classe	n	LQ		Concentração		
		mín.	máx.	mín.	máx.	média
Compostos de uso industrial	159	0,05	600	1,50	39.860	1.733
Drogas de abuso	67	1,5	20	3,00	5.896	513

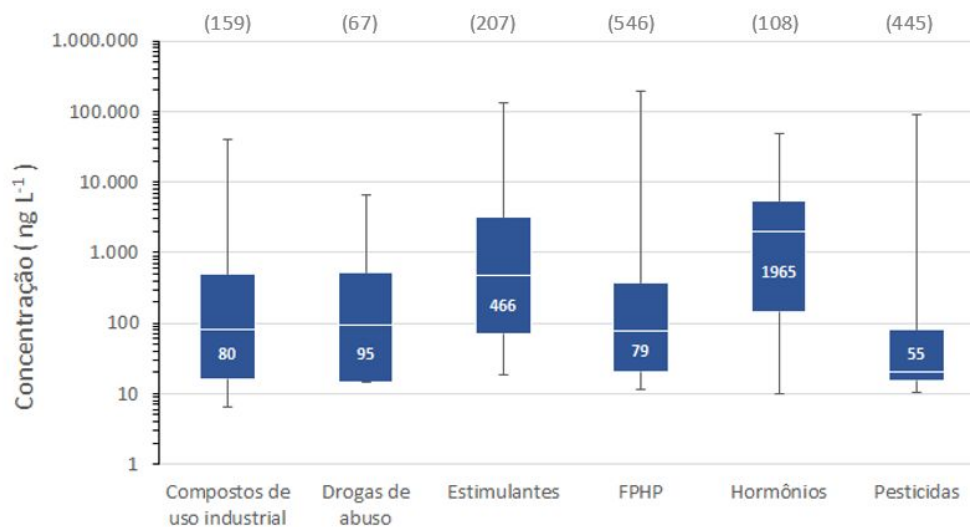


Estimulantes	207	0,49	469,6	2,00	129.585	6.344
FPHP	546	0,05	1000	0,50	193.000	2.497
Hormônios	108	0,1	164	0,31	48.200	4.145
Pesticidas	443	0,49	900	0,90	88.732	1.550
Total	1532	0,05	1000	0,31	193.000	2.692

n: número de amostras que apresentaram concentrações acima do LQ.

O Gráfico 1. mostra um panorama do cenário de contaminação das águas superficiais brasileiras por classe de CPE. O número em destaque representa a concentração mediana da classe.

Gráfico 1. Concentração das principais classes de contaminantes no Brasil

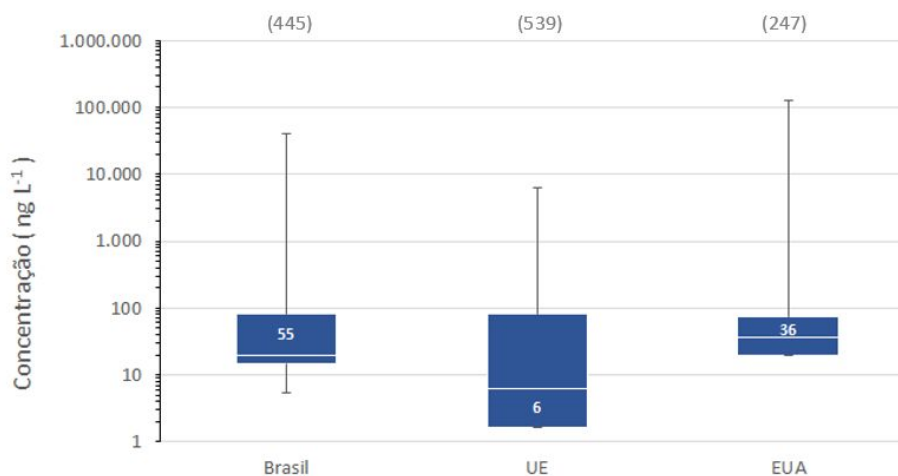


Qualidade dos dados: 73,4% dado bruto, 23,8% faixa, 2,6% média, 0,2% mediana.
(n): número de amostras > LQ

A amplitude da faixa de concentração variou 3 ordens de grandeza, tendo a classe de fármacos e estimulantes atingido os valores mais altos. Através do Gráfico 2, nota-se que o número de dados considerados na análise para Brasil (445) e UE (539) é próximo, porém as concentrações detectadas no Brasil são consideravelmente mais altas.



Gráfico 2. Concentração de pesticidas por país/bloco

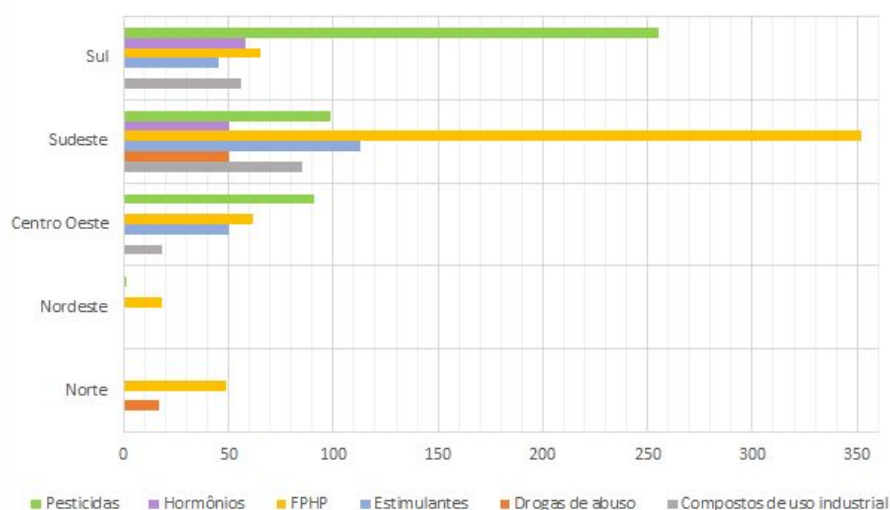


(n): número de amostras > LQ

A mediana brasileira fica em 55 ng L⁻¹, contra 6 ng L⁻¹ para a UE. Já a concentração máxima foi de 16.886 ng L⁻¹ para a UE, enquanto para o Brasil a máxima chegou a 88.732 ng L⁻¹. Os dados dos EUA estão concentrados em uma faixa próxima à brasileira, e a concentração máxima ultrapassou os 100 µg, no entanto, devido ao menor número de dados (247), o cenário americano é menos representativo quando comparado aos demais.

O Gráfico 3 apresenta o número de detecções > LQ por região brasileira e classe de CPE. A falta de estudos constitui um empecilho na tentativa de traçar um esboço sobretudo para as regiões Norte e Nordeste, e a falta de dados não representa falta de contaminação.

Gráfico 3. Número de ocorrências* por macrorregião brasileira, por classe de CPE



* Ocorrências em concentração > LQ do método empregado.



A maior parte dos estudos se refere à região Sudeste, única para a qual se obteve dados de todas as classes de CPE. FPHP, estimulantes e pesticidas foram as mais frequentes, com 352, 112 e 98 detecções, respectivamente, seguido por compostos de uso industrial (85). Drogas de abuso e hormônios tiveram, ambas as classes, 50 detecções.

Nas regiões Centro-Oeste e Sul destacam-se os pesticidas, com 255 e 91 detecções, respectivamente, mostrando uma tendência que reflete o modelo de economia dessas regiões. Para FPHP, o número de detecções entre as regiões Norte, Sul e Centro-Oeste foi próximo (49 a 65), enquanto o Nordeste teve apenas 18 dados reportados.

CONCLUSÃO

O primeiro ponto a ser considerado ao tratar da problemática dos contaminantes de preocupação emergente é que não é possível falar sobre regulamentação sem antes tratar do monitoramento, e antes ainda, da priorização. O exemplo de outros países deixa claro que o ponto inicial é o entendimento de quais contaminantes estão nas nossas águas, e em quais proporções.

Esse estudo deixa claro que as diferenças culturais, ambientais, sociais e econômicas entre as regiões brasileiras devem ser consideradas em iniciativas que visem a priorização, uma vez que o cenário de contaminação reflete essas diferenças.

Nesse sentido, é essencial que sejam desenvolvidos mais estudos, em especial nas regiões Norte e Nordeste, para as quais a falta de dados não permitiu esboçar um cenário de contaminação.

Para as regiões do Centro-Oeste, Sul e Sudeste de economia majoritariamente agrícola, este estudo recomenda que sejam considerados para priorização os agrotóxicos carbendazim, imidacloprid, diuron, irgarol e malation. As altas concentrações e frequências dos agrotóxicos 2,4-D, carbendazim, atrazina e simazina, sendo os últimos considerados prioritários pela UE, e a detecção de pesticidas não aprovados pela ANVISA também constituem pontos de atenção.

Para as regiões mais industrializadas são indicados como possíveis candidatos à priorização o BPA, a cocaína e/ou seu metabólito benzoilecgonina, os fármacos diclofenaco, paracetamol, carbamazepina e atenolol e os produtos de higiene pessoal triclosan e metilparabeno.

Os critérios utilizados neste estudo para a seleção de compostos levaram em consideração a concentração e frequência dos contaminantes, efeitos reportados por estudos e por órgãos oficiais e a legislação dos países de referência. No entanto a priorização é uma questão complexa que envolve muitas variáveis e requer avaliações mais específicas.

Assim, ter um panorama do cenário de contaminação por CPE em águas superficiais é um passo inicial, e a falta de dados em certas localidades não reflete a inexistência de contaminação, mas provavelmente a inexistência de estudos, ou mesmo a natureza de certos contaminantes.