

Seleção de poluentes emergentes prioritários em água cinza

O objetivo deste trabalho foi selecionar poluentes emergentes prioritários em água cinza, visando o reúso seguro da água cinza. A metodologia utilizada baseou-se em três critérios de seleção: poluentes identificados com maior frequência nos produtos de cuidado pessoal e limpeza doméstica, os potenciais riscos causados ao meio ambiente e os poluentes encontrados na água cinza e no meio ambiente em maiores concentrações. Com isso foram analisados 33 produtos e identificados 54 poluentes emergentes entre os componentes descritos nos rótulos, dos quais destacam-se fragrâncias, conservantes e surfactantes. Conclui-se que há relação dos estratos socioeconômicos sobre os hábitos de consumo, tornando-se assim alguns produtos essenciais e outros produtos dispensáveis (como o protetor solar e o repelente). Da mesma forma, a classe social do usuário está diretamente relacionada a marca de produto de cuidado pessoal escolhida. Entretanto, este comportamento não pode ser notado para produtos de limpeza doméstica, pois a escolha da marca utilizada é semelhante entre as classes sociais e não são escolhidos com base nos preços. O creme hidratante para pele, protetor solar e o xampu são os produtos que apresentam em média maior número de poluentes emergentes. Observou-se ainda, que 62,5% dos poluentes possuem concentrações superiores nas águas cinza em comparação com águas negras. Os poluentes predominantes, definidos como poluentes prioritários, foram: linalool, benzyl salicylate, eugenol, geraniol, methylparaben, citric acid, phenoxyethanol, citronelool, propylene glycol, limonene, coumarin, hexyl cinnamal, glycerin, propylparaben e ethylparaben. Por meio das concentrações dos PEs em corpos d'água receptores, pode-se observar que eles são lançados em níveis baixos, mas detectáveis e potencialmente prejudiciais.

Palavras-chave: Reúso; Tratamento de esgoto; Produtos de cuidado pessoal; Produtos de limpeza doméstica; Hábitos de consumo.

Selection of priority emerging pollutants in gray water

The objective of this work was to select priority emerging pollutants in gray water, aiming at the safe reuse of gray water. The methodology used was based on three selection criteria: pollutants identified most frequently in personal care and household cleaning products, potential risks to the environment, and pollutants found in gray water and the environment in higher concentrations. As a result, 33 products were analyzed and 54 emerging pollutants were identified among the components described on the labels, among which fragrances, preservatives and surfactants stand out. It is concluded that there is a relationship of socioeconomic strata on consumption habits, thus making some essential products and other expendable products (such as sunscreen and repellent). Likewise, the user's social class is directly related to the chosen personal care product brand. However, this behavior cannot be noticed for household cleaning products, as the choice of brand used is similar between social classes and they are not chosen based on prices. Moisturizing cream for skin, sunscreen and shampoo are the products that have, on average, the highest number of emerging pollutants. It was also observed that 62.5% of the pollutants have higher concentrations in gray water compared to black water. The predominant pollutants, defined as priority pollutants, were: linalool, benzyl salicylate, eugenol, geraniol, methylparaben, citric acid, phenoxyethanol, citronelool, propylene glycol, limonene, coumarin, hexyl cinnamal, glycerin, propylparaben and ethylparaben. Through the concentrations of PEs in receiving water bodies, it can be observed that they are released at low, but detectable and potentially harmful levels.

Keywords: Reuse; Sewage treatment; Personal care products; Domestic cleaning products; Consumption habits.

Topic: Engenharia Sanitária

Received: 07/05/2022

Approved: 28/05/2022

Reviewed anonymously in the process of blind peer.

Ingrid Moreno Mamedes 
Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Brasil
<http://lattes.cnpq.br/0492321976245330>
<http://orcid.org/0000-0003-2053-9030>
dihmamedes@gmail.com

Paula Loureiro Paulo 
Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Brasil
<http://lattes.cnpq.br/7671945473090510>
<https://orcid.org/0000-0002-8091-6486>
paula.paulo@ufms.br



DOI: 10.6008/CBPC2179-6858.2022.005.00010

Referencing this:

MAMEDES, I. M.; PAULO, P. L.. Seleção de poluentes emergentes prioritários em água cinza. *Revista Ibero Americana de Ciências Ambientais*, v.13, n.5, p.123-135, 2022. DOI: <http://doi.org/10.6008/CBPC2179-6858.2022.005.00010>

INTRODUÇÃO

Com o crescimento populacional e o conseqüente aumento da demanda por água potável, o reúso das águas cinza (AC) passou a ser uma alternativa cada vez mais explorada (COUTO et al., 2015). A AC é a parcela do esgoto doméstico produzida nos lavatórios, chuveiros, máquinas de lavar roupa, tanques, pia de cozinha e lava louças, classificando-se em água cinza escura quando a fração produzida na cozinha é considerada e AC clara quando essa fração é excluída (OTTERPOHL, 2001).

As AC possuem maior potencial de reúso do que as águas negras, pois a ausência de urina e fezes implica em menores concentrações de nitrogênio, patógenos e carga orgânica (JEFFERSON et al., 2004). Recomenda-se também a exclusão do efluente da pia de cozinha e lava louças, para redução de gorduras, óleo, resíduos de sabão, detergentes, agentes de limpeza, entre outros (FRIEDLER, 2004). No entanto, deve-se levar em conta que as AC são integradas por compostos químicos naturais ou sintéticos, que não são comumente monitorados no meio ambiente, denominados poluentes emergentes (PE) e que os tipos e concentração desses poluentes são altamente variáveis e estão relacionados a dinâmica e comportamento dos usuários, como o estilo de vida, tendências e escolhas de produtos de consumo (DONNER et al., 2010).

Os PEs podem ser considerados persistentes, por serem continuamente introduzidos no ambiente por meio principalmente das descargas de estações de tratamento de esgoto (ETE) (SALGADO et al., 2013). Assim ocorre no Brasil, pois na grande maioria das ETEs são empregados processos biológicos, visando apenas a redução de carga orgânica, nutrientes e microrganismos patogênicos, sem que haja tratamentos complementares (SILVA et al., 2016).

Os escassos estudos disponíveis, também tem sido um fator limitante aos tipos de aplicações de água de reúso, pois, as pesquisas atuais se concentram na caracterização de fármacos e hormônios, enquanto o conhecimento sobre o potencial poluidor de outras classes de PEs ainda é precário. No entanto, apesar dos riscos destes poluentes serem apenas parcialmente conhecidos, há confirmação de que os PEs podem ser altamente tóxicos aos organismos vivos, pois quando sofrem degradação, podem levar a formação de metabólitos biorefratários possivelmente mais tóxicos do que o produto de origem (SILVA et al., 2007).

Fatores como riscos potenciais, variação composicional dos produtos e influência dos hábitos populacionais, vem sendo utilizados para identificar compostos químicos em esgotos domésticos e suas frações. Eriksson (2002), foram pioneiros nestes estudos e identificaram, naquela época, 900 compostos xenobióticos presentes em produtos dinamarqueses. Recentemente, Hidalgo et al. (2017) também realizaram um levantamento de compostos químicos que representam riscos a saúde, com base nos hábitos de consumo de produtos de limpeza doméstica e cuidados pessoais. Da mesma forma, Rotsidou et al. (2015) identificaram os produtos mais utilizados nos lares objetivando priorizar potenciais poluentes e Guzmán et al. (2019) realizaram estudos semelhantes na América Latina.

A cada dia novos compostos químicos são introduzidos no mercado. Como exemplo, cita-se a Base de dados da Comissão Europeia sobre Substâncias e Ingredientes utilizados em Cosméticos (CosIng) que contempla as informações contidas no Regulamento de Cosméticos (EC) N° 1223/2009. Atualizada

frequentemente, em julho de 2018 já apresentava 26110 compostos. Sendo, assim uma perspectiva brasileira, levantamento da influência dos hábitos populacionais e a composição da água cinza é de suma importância para fomentar o reúso seguro de AC no país. Desta forma, o objetivo deste trabalho foi selecionar poluentes emergentes prioritários apresentando uma abordagem para tal, de forma que possa subsidiar estudos de avaliação integrada de risco químico, visando o reúso seguro de água cinza.

MATERIAIS E METÓDOS

Pesquisa em domicílios

Foi realizado um estudo de caso em Campo grande-MS, para o levantamento de dados relacionados ao uso da água e ao consumo de produtos de cuidado pessoal (PCP) e de produtos de limpeza doméstica (PLD). Sendo assim, por meio de pesquisa em domicílios (*survey*) foram selecionadas as três marcas mais usadas de produtos das seguintes categorias: xampu, condicionador, sabonete, creme dental, creme hidratante corporal, desodorante, protetor solar, repelente de mosquitos, água sanitária, amaciante e sabão em pó para lavagem de roupas. Outras informações como a frequência de uso dos produtos e a influência do fator econômico nas compras de PCP e PLD, também puderam ser levantados.

A pesquisa foi realizada por empresa terceirizada na zona urbana do município por meio do modelo de conglomerados (PPT - Probabilidade proporcional ao tamanho), em dois estágios, que consiste na seleção dos setores censitários e seleção do quarteirão principal (onde o entrevistador iniciou as entrevistas). Dessa forma, determinou-se como pré-requisito que os entrevistados fossem os responsáveis pelas compras de PCP e PLD, tendo em vista o conhecimento sobre o padrão de consumo, eximindo-se a necessidade de sorteios ou cumprimento de cotas. Então, foi selecionada uma amostra quantitativa probabilística de 404 entrevistados.

Marcas mais usadas de PCP e PLD, identificação e classificação dos PEs e seleção dos poluentes emergentes mais frequentes nos rótulos dos produtos (FP)

Inicialmente foram fotografados os rótulos das embalagens de todos os produtos selecionados e estes foram transcritos para planilhas do software Excel. Em seguida, para a identificação de PEs dentre os componentes das fórmulas, usou-se publicações científicas as quais haviam identificado e listado PEs na água cinza e no esgoto doméstico, sendo estas Eriksson et al. (2003), Etchepare et al. (2015), Paxéus (1996), Montes et al. (2017) e Alfiya et al. (2018).

Confirmada a presença dos mesmos, os poluentes foram classificados de acordo com suas respectivas funções exercidas nos produtos, sendo: fragrâncias, emulsificantes, surfactantes, solventes, filtros-UV, corantes e conservantes. Alguns PEs se enquadraram em mais de uma categoria, porém foram alocados na que representa a função predominante. Para os compostos que não se encaixaram em nenhuma das categorias criou-se a categoria 'diversos'. Posteriormente, foram selecionados os vinte poluentes encontrados com maior frequência (FP) nas composições descritas nas embalagens como critério de seleção dos poluentes prioritários.

Riscos ao meio ambiente (RP)

Com base em vasta revisão de literatura em publicações científicas que comprovam os malefícios ao meio ambiente por poluentes emergentes, foram identificados, listados e avaliados os poluentes que representam potencial risco ao meio ambiente, por meio dos indicadores de risco da Commission of the European Communities 1488/94: atividade tóxica oral e dermatológica, sensibilidade respiratória, irritação nos olhos e na pele, carcinogenicidade, alterações genética, toxicidade para órgãos específicos e malefícios à reprodução dos animais.

Concentrações de poluentes emergentes (CP)

Por meio de revisão bibliográfica, foram identificadas as concentrações dos poluentes de interesse nas águas superficiais, água cinza, esgoto doméstico, solo, plantas, atmosfera e nas águas subterrâneas. Posteriormente, foram identificados os poluentes que apresentaram maiores concentrações.

Seleção de Poluentes Prioritários (PP)

Foram definidos 3 fatores como critérios de seleção dos poluentes prioritários (PP), sendo, i) FP- frequência nos rótulos de PCP e PLD; ii) RP- riscos potenciais ao meio ambiente e; iii) CP- concentração encontrada nas diferentes matrizes ambientais, os quais foram descritos acima. Dessa forma, os poluentes que se enquadraram em 2 ou mais critérios foram selecionados como poluentes prioritários. A representação esquemática da abordagem de classificação está ilustrada na Figura 1.

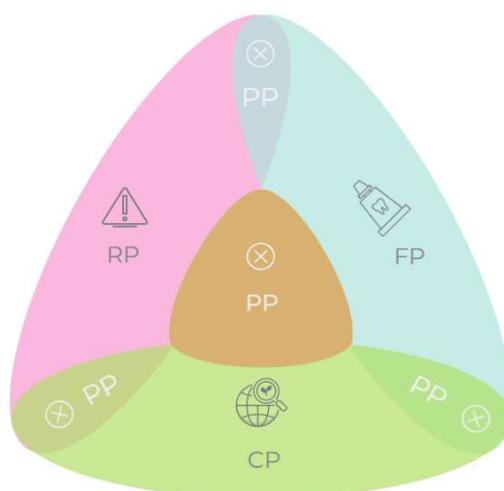


Figura 1: Poluentes prioritários segundo critérios estabelecidos.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Produtos de cuidado pessoal são consumidos em todos os domicílios pesquisados, com destaque para o sabonete e creme dental com 100% de menções, seguidos pelo desodorante (99,3%), xampu (97,0%) e condicionador (89,9%). O creme hidratante também está presente na maior parte dos lares (80,9%), já o consumo de protetor solar (42,3%) e repelente (21,3%) são menos expressivos.

Os resultados são semelhantes a pesquisa realizada em 11 apartamentos na Dinamarca, em que o

xampu, sabonete e o creme dental, também foram tidos como produtos indispensáveis e foram os produtos utilizados com maior frequência e em maiores quantidades, resultando respectivamente, em um consumo de 353g, 245g e 131g por semana no total (66% do consumo total) (ERIKSSON et al., 2003). Sendo assim, nota-se que apesar dos fatores que propiciam a alteração dos hábitos, como o clima e a cultura a maioria dos PCP são utilizados de forma semelhante (HIDALGO et al., 2017).

Observa-se também, semelhança entre os PCP consumidos por estrato socioeconômico (Figura 1), com exceção a alguns de menor penetração como repelente que são consumidos por 31,7% dos entrevistados das classes A/B e apenas 15,4% das classes C/D e o protetor solar que está presente em 54,5% dos lares das classes A/B e em 35,5% das classes C/D. Nota-se que estes produtos, aumentam significativamente seus percentuais nos lares cuja classe e renda são mais elevadas. Isso pode estar relacionado a justificativa dos entrevistados, dos quais 48,1% alegaram não utilizarem protetor solar devido ao alto custo e 39,4% deram a mesma justificativa por não utilizarem repelente.

Na categoria de produtos de limpeza o sabão em pó ou líquido (99,0%) é o mais popular, seguido pela água sanitária (93,6%) e o amaciante de roupas (92,1%) e não se observa considerável variação entre as diferentes classes sociais, pois 99,3% dos participantes das classes A/B alegaram utilizar sabão em pó, assim como 98,8 % das classes C/D. Já o amaciante, 96,6% das classes A/B o utilizam com diferença apenas de 4,7% das classes C/D (91,9%). Por outro lado, o sabão para roupas foi o menos usado da categoria durante o inventário na Dinamarca (ERIKSSON et al., 2003) e na Suécia o sabão líquido ocupa apenas a 5ª posição, enquanto o sabão em pó é o 8º mais utilizado pelas donas de casa (HIDALGO et al., 2017). Na Tabela 1, também são mostradas as 3 marcas mais compradas em cada categoria pelos 404 lares entrevistados. Dentro deste quesito, foram mencionadas 24 marcas de PCP e 9 marcas de PLD e pode-se notar que as marcas resultantes da pesquisa em domicílios são semelhantes a maior parte das marcas (66%) categorizadas como mais vendidas do país pela revista Super Hiper (VALE, 2021).

Tabela 1: Marcas mais utilizada de produtos de cuidado pessoal e produtos de limpeza doméstica em Campo Grande e marcas mais vendidas no Brasil.

Produto	Produtos mais utilizados*		Marcas mais compradas**			Marcas mais vendidas***		
	Clas. A/B (%)	Clas. C/D (%)	1°	2°	3°	1°	2°	3°
Sabonete	100	100	Lux	Palmolive	Dove	Dove	Protex	Nivea
Creme dental	100	100	Colgate	Sorriso	Close-up	Colgate	Oral B	Sorriso
Desodorante	99,3	99,2	Rexona	Avon	Dove	Rexona	Nivea	Dove
Sabão em pó	99,3	99,8	Omo	Tixan	Brilhante	Omo	Tixan	Brilhante
Xampu	98,6	96,1	Seda	Dove	Palmolive	Pantene	Clear	Seda
Água sanitária	96,6	91,9	Qboa	Candura	Ypê	Qboa	Ypê	Brilux
Amaciante	96,6	89,6	Ypê	Comfort	MonBijou	Downy	Comfort	Ypê
Condicionador	94,5	87,3	Seda	Dove	Pantene	Pantene	Dove	Seda
Creme hidratante	85,5	78,4	Natura	Nivea	Avon	Nivea	Paixão	Johnson's
Protetor solar	54,5	35,3	Avon	Natura	Sundown	Nivea	Sundown	Cenoura & Bronze
Repelente	31,7	15,4	Off	Repelex	SBP	Off!	Repelex	SPB

* Produtos utilizados pelos entrevistados de diferentes estratos sociais.

** As três marcas mais compradas de produtos de cuidado pessoal e de limpeza doméstica pelos entrevistados

*** As três marcas mais vendidas de produtos de cuidado pessoal e de limpeza doméstica no Brasil de acordo com a revista Super Hiper (VALE, 2021).

Segundo Botelho (2012), em um estudo de campo constatou que o conhecimento prévio das marcas tem grande influência na preferência do consumidor na compra de produtos para lavagem de roupas e que principalmente o sabão em pó está ligado a referências presentes ao longo das gerações, de forma que se

torna importante conhecer a preferência dos consumidores (padrão de consumo) para caracterização do efluente. Por meio dos resultados, pode-se observar essa influência não apenas para produtos de lavagem de roupa, mas para grande parte dos produtos de limpeza, em que tanto as classes A/B, quanto C/D em sua grande maioria optam pelas mesmas marcas independentemente dos preços.

Tratando-se de produtos de cuidado pessoal, nota-se maior diferença nas marcas utilizadas entre as classes sociais, como a marca Lux de sabonete que é mais vendida para as classes C/D (43,2%), enquanto apenas 28,3% dos integrantes das classes A/B a utilizam, dando preferência a marca Dove (33,8%). O mesmo comportamento é observado para o xampu, condicionador e protetor solar. Sendo assim, conclui-se que para estes produtos o valor do produto tem maior potencial de influência do que os hábitos herdados ao longo das gerações familiares e que apesar das classes A/B não serem predominantes no país, torna-se importante determinar as marcas mais utilizadas pelos mesmos caso o reúso seja aplicado em comunidades, condomínios, residenciais, entre outros em que estas classes prevaleçam.

Constatou-se que o creme hidratante para pele, protetor solar e o xampu são os produtos que apresentam em média maior número de poluentes emergentes, com 14, 13 e 12, respectivamente. Observou-se também, que o creme dental possui o menor número de poluentes emergentes comparado aos outros produtos de cuidado pessoal e que, destes, o sorbitol, sodium lauryl sulfate e o limonene são mais frequentes.

Pode-se notar também que o methylisothiazolinone e o methylchlorisothiazolinone fazem parte das três marcas de condicionadores. Já as marcas de desodorante apresentam entre 7 a 12 poluentes emergentes por produto, enquanto o protetor solar, apesar de ter resultado em uso mais restrito, possui de 11 a 14 poluentes entre as marcas mais vendidas. O repelente, varia entre 0 (SBP) a 12 (Repelex) PEs, o que demonstra a possibilidade de fabricação de produtos com menor potencial poluidor.

Notou-se que o dimethicone, acrylate crosspolymer, acetic acid e o tocopheryl acetate integram as três marcas de protetor solar e que o citronellol, linalool, parfum, methylparaben e limonene são predominantes nas marcas de repelente. Segundo dados apresentados por Oetterer (2017), em um panorama do uso de repelentes no Brasil, apesar das opções de substâncias naturais, os sintéticos ainda ocupam um lugar de destaque nas formulações de repelentes por serem mais efetivos e duradouros. Os produtos de limpeza doméstica e lavagem de roupas, apesar de possuírem menor número de poluentes emergentes, são predominados por fragrâncias, corantes e surfactantes. Eriksson et al. (2003) afirma que surfactantes, com ênfase nos catiônicos (muito encontrados em amaciantes de roupas), são de um interesse especial, uma vez que todos eles contêm compostos bioativos e os detectou na faixa de <100 a $2\ 100\ \mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ nas águas cinza e o mesmo foi identificado no amaciante da marca Ypê. Nota-se também, um número reduzido de poluentes nos PLD quando comparados aos PCP, principalmente a água sanitária, a qual não possui PEs nas três marcas mais utilizadas. Entretanto, o sabão para roupas apresenta de 1 a 5 poluentes, como fragrâncias e surfactantes.

Identificação dos poluentes emergentes e potenciais riscos ao meio ambiente

Foram identificados 54 poluentes emergentes entre os componentes descritos nos rótulos dos 33 produtos selecionados e foram distribuídos em categorias de acordo com as suas respectivas funções (Tabela 2), exceto alguns compostos que não se enquadraram nos mesmos e foram alocados em uma categoria denominada diversos. Sendo assim, os poluentes são na maior parte fragrâncias (13), conservantes (11) e surfactantes (10), os quais também prevaleceram no inventário realizado na Dinamarca (ERIKSSON, 2002). Apesar do destaque às fragrâncias, alguns rótulos apenas informam a inclusão de substâncias aromáticas (perfume) e não as especificam, o que dificulta a identificação do poluente e o monitoramento e avaliação do impacto ambiental possivelmente ocasionados. Já entre as fragrâncias especificadas os maiores destaques foram para o linalool, limonene, citronellol e coumarin.

Tabela 2: Classificação dos poluentes emergentes de acordo com suas respectivas funções e número de produtos em que foram identificados.

Fragrâncias	N°	Surfactantes	N°	Conservantes	N°
Aloe Barbadensis Extract	1	Anion surfactants	1	Benzyl Salicylate	12
Citral	3	Cation surfactant	1	BHT	1
Citronellol	13	Cocamidopropyl Betaine	3	Citric acid	3
Coumarin	10	Glycol Distearate	2	Dmdm hydantoin	1
Eugenol	5	Lauric acid	1	Ethylparaben	1
Geraniol	5	Panthenol	3	Methylchloroisothiazolinone	5
Hexyl cinnamal	11	PEG-12	1	Methylisothiazolinone	7
Hydroxycitronellol	5	Propylene Glycol	2	Methylparaben	4
Isoeugenol	1	Sodium laureth	2	Phenoxyethanol	6
Limonene	13	Sodium laureth sulfate	4	Propylparaben	1
Linallol	14	Solventes		Triclosan	2
Parfum	26	Benzene	1	Diversos	
Persea gratissima oil	2	Butane	2	Acrylate copolymer	2
Emulsificantes		Isobutane	2	Acrylate crosspolymer	5
Acrylate	1	Propane	3	Cellulose gum	2
Carbomer	6	Triethanolamine	2	Guar Hydroxypropyl*	1
Dimethicone	8	Filtros-UV		Lactic acid	2
Glycerin	9	Benzophenone-3	2	Octadecene	1
Sorbitol	2	Corantes	4	Paraffinum	3
				Tocopheryl acetate	4

*Guar Hydroxypropyl Trimonium Chloride

Os 20 poluentes predominantes nos PCP e PLD em ordem decrescente foram: parfum, linalool, citronellol, limonene, benzyl salicylate, hexyl cinnamal, coumarin, glycerin, dimethicone, methylisothiazolinone, carbomer, phenoxyethanol, eugenol, geraniol, hydroxycitronellol, methylchloroisothiazolinone, acrylate crosspolymer, sodim laureth sulfate, methylparaben e tocopheryl acetate. Sendo assim, constatou-se que as fragrâncias categorizam os quatro poluentes emergentes mais frequentes nos produtos, sendo parte delas não especificadas (parfum), seguido por Linalool, Citronellol e Limonene.

As fragrâncias, linalool, limonene, Geraniol e Citral representam potencial risco e acarretam consequências semelhantes como: sensibilidade respiratória e irritação na pele. Entretanto, o limonene destaca-se pela sua carcinogenicidade, que segundo o Programa Nacional de Toxicologia dos EUA (NTP) a exposição de ratos machos ao limoneno está associada a incidências de hiperplasia renal e tumores renais (HARD, 1998; KANERVA et al., 1987). Ressalta-se que o linalool foi o composto encontrado no maior número

de produtos desta categoria, como em xampus, sabonetes e outros PCP. De acordo com Letizia et al. (2003) o uso mundial de Linalool é maior que 1000 toneladas ao ano e segundo o estudo realizado por Steinemann et al. (2011), foi encontrado em 7 de 25 produtos testados.

O limonene, foi o quarto poluente mais frequente nos produtos, é muito utilizado em cosméticos e existe como dois isómeros ópticos, denominados d- ou L-limonene (VIEIRA et al., 2018). Este, foi detectado em 23 dos 25 produtos testador por Steinemann et al. (2011) e em 100% dos produtos analisados por Destailats et al. (2006) e Singer et al. (2006).

O geraniol é precursor do citral e ambos se destacaram pela atividade estrogênica, inclusive a capacidade de indução de hiperplasia prostática do citral e do geraniol, podem ser em decorrência a este desequilíbrio hormonal (GELDOF et al., 1992). Estes, além dos malefícios aos animais, também são fitotóxicos, assim como o limonene (FAGODIA et al., 2017) e o linalool, que impedem o crescimento das plantas (GARSHTYA et al., 1972).

O Benzyl salicylate também é utilizado em muitas fragrâncias de PCP e PLD (LAPCZYNSKI et al., 2007) e ainda pode ser utilizado como conservante em composições florais (ERIKSSON et al., 2003). Consequentemente, um adulto de 60 kg sofre uma exposição média diária na pele de $0,40 \text{ mg.kg}^{-1}$ por dia deste composto, principalmente por meio de hidratantes corporais ($0,1526 \text{ mg.kg}^{-1}.\text{dia}^{-1}$), perfumes ($0,1579 \text{ mg.kg}^{-1}.\text{dia}^{-1}$), desodorante ($0,0132 \text{ mg.kg}^{-1}.\text{dia}^{-1}$), e sabonete ($0,0019 \text{ mg.kg}^{-1}.\text{dia}^{-1}$) (LAPCZYNSKI et al., 2007). Sendo este representante de potencial risco ao reúso de efluentes, acarretando também a morte de animais expostos (RIFM, 1970), alergias (SHARP, 1978), malefícios a reprodução (ZHANG et al., 2012), toxicidade para órgãos específicos e sensibilidade respiratória (IPCS, 2000).

O methylparaben é o quarto conservante mais utilizado entre os produtos levantados e está classificado entre os poluentes de alta frequência de detecção nos tecidos, músculos e fígado de peixes, além de provocar atividade estrogênica (LEMINI et al., 2004), problemas cardíacos (DAMBAL et al., 2017), respiratórios (COSMETIC INGREDIENT REVIEW, 2008) e morte aos animais (MADSEN et al., 2001), classificando-se assim entre os poluentes de maior risco com base nos estudos existentes. Da mesma forma, outros parabens, propylparaben e ethylparaben, também apresentam riscos potenciais a saúde ambiental, em especial pela atividade estrogênica (PEDERSEN et al., 2000).

Concentrações dos poluentes emergentes nas águas cinza, no esgoto doméstico e no meio ambiente

Por meio das concentrações dos PEs em corpos d'água receptores, pode-se observar que eles são lançados em níveis baixos, mas detectáveis e potencialmente prejudiciais. Os poluentes identificados em maiores concentrações em água superficial foram: benzeno (7000 ng.L^{-1}) (JONKERS et al., 2010), butylated hydroxytoluene (564 ng.L^{-1}) (SINGH et al., 1992), sodium lauryl sulfate (472 ng.L^{-1}) (MURAMOTO et al., 1995), benzyl salicylate (197 ng.L^{-1}) (BRAUSCH et al., 2011) e o linalool (110 ng.L^{-1}) (PETRIE et al., 2015).

Entre as concentrações de poluentes emergentes identificadas, destaca-se o methylparaben nas águas cinza (36000 ng.L^{-1}) (ETCHEPARE et al., 2015), esgoto doméstico (1500 ng.L^{-1}) (BUTKOVSKYI et al., 2017) e no solo (167 ng.L^{-1}) (CARMONA et al., 2017). Assim como também apresentou consideráveis concentrações

nas águas subterrâneas (83200 ng.L^{-1}) (PENG et al., 2014) juntamente com o Limonene (10000 ng.L^{-1}) (ZOETEMAN et al., 1981), o que indica o elevado potencial poluidor e a dificuldade em ser removido em sistemas de tratamento.

O ethylparaben e o propylparaben também foram encontrados respectivamente na água cinza, com concentrações de 41000 ng.L^{-1} (ETCHEPARE et al., 2015) e 2100 ng.L^{-1} (BUTKOVSKYI et al., 2017), no esgoto doméstico com 2002 ng.L^{-1} (PETRIE et al., 2015) e 200 ng.L^{-1} (BUTKOVSKYI et al., 2017), no solo com 23 ng.L^{-1} e 9 ng.L^{-1} (CARMONA et al., 2017) e nas águas subterrâneas com $12,5 \text{ ng.L}^{-1}$ e $22,5 \text{ ng.L}^{-1}$ (PENG et al., 2014). Os parabenos são um dos tipos de conservantes mais utilizados em cosméticos, produtos de higiene pessoal, detergentes, produtos farmacêuticos e alimentos e além dos inúmeros riscos que proporcionam, são encontrados em concentrações elevadas, quando comparadas aos outros PEs.

Outros poluentes como o isobutane e o limonene apresentaram altas concentrações na atmosfera, sendo estas respectivamente 10000 ng.L^{-1} (HSIEH et al., 2003) e 63000 ng.L^{-1} (WESCHLER et al., 1990). Este fato deve ser considerado quanto ao reúso da água cinza para descarga de vasos sanitários e rega de jardins, pela possível emissão de aerossóis.

Os poluentes presentes nas plantas não necessariamente são reflexo de contaminações, como é o caso do eugenol, que é o principal constituinte do melão de bolso e contribui significativamente para o seu aroma único (AUBERT et al., 2006). Entretanto, em outros casos, como o limonene, concentrações do mesmo, podem reduzir o crescimento das plantas e causar alterações no ciclo celular (FAGODIA et al., 2017), o que deve ser levado em consideração também para tratamentos de esgoto que utilizam plantas.

Observou-se ainda, que 62,5% dos poluentes, os quais estudos apresentam dados de concentração tanto para água cinza como para o esgoto doméstico, possuem concentrações superiores nas águas cinza. Isto ocorre para o linalool, citronelool, methylparaben, propylparaben e ethylparaben, provavelmente por não terem contribuição significativa do efluente do vaso sanitário, sofrendo apenas diluição. Nota-se também, que 73% dos poluentes que apresentaram maiores concentrações nas águas cinza coincidiram com os poluentes predominantes nos produtos mais vendidos. Sendo estes, linalool, citronellol, coumarin, hexyl cinnamal, benzyl salicylate, phenoxyethanol, eugenol, geraniol, hydroxycitronelool, methylparaben e citric acid.

Poluentes prioritários

Por fim, as informações levantadas nos 3 critérios foram cruzadas e os poluentes emergentes que obtiveram maior destaque (prioritários) e que são indicados para inclusão em futuros estudos visando reúso e em programas de monitoramento em estações de tratamento de esgoto são: coumarin, hexyl cinnamal, propylene glycol, propylparaben, ethylparaben, glycerin, linalool, benzyl salicylate, eugenol, geraniol, methylparaben, citric acid, phenoxyethanol, citronelool e limonene.

Entre os poluentes prioritários, o citronellol, limonene, coumarin, linalool e o benzyl salicylate estão presentes em uma maior variedade de produtos. Destacando-se principalmente o coumarin e o linalool por integrarem todos os produtos de cuidado pessoal estudados (Tabela 3). Por outro lado, o Limonene está

incluso em todos os produtos com exceção aos condicionadores, porém pode-se observar que ao expandir a análise para outras marcas de condicionadores na sequência de mais vendidas do país, como Tresemmé, Elseve e Palmolive, o limonene está presente na lista de ingredientes. Observou-se também que o mesmo além de integrar todas as marcas de hidratante corporal e desodorante listadas como mais utilizadas neste estudo, também se estendem para outras marcas, como hidratantes para o corpo Monange e Dove e desodorantes Axe e Bi-o. Destacou-se ainda entre as marcas de sabonete, como Lux, Dove, Johnson’s e Francis.

O citronellol e o coumarin, do mesmo modo são muito utilizados na confecção de sabonetes e integram as três marcas mais utilizadas descritas neste estudo, além de outras marcas como Protex, Jonhson’s e Nivea. A glicerín também é predominante entre os sabonetes e foi observada nas marcas: Johnson’s, Nivea, Francis, Phebo, Protex, Lux e Palmolive.

Tabela 3: Produtos de cuidado pessoal que contêm poluentes prioritários, segundo os resultados referentes as marcas mais utilizadas pelos entrevistados.

Poluentes Prioritários	Condicionador	Xampu	Sabonete	Creme Dental	Hidratante Corporal	Protetor Solar	Repelente	Desodorante
Benzyl Salicylate	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Citric acid	✗	✓	✗	✗	✗	✗	✗	✗
Citronelool	✓	✓	✓	✗	✓	✓	✓	✓
Coumarin	✓	✓	✗	✓	✓	✓	✓	✓
Ethylparaben	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✓	✗
Eugenol	✗	✗	✓	✗	✓	✓	✓	✓
Geraniol	✗	✗	✓	✗	✓	✓	✓	✓
Glycerin	✓	✓	✓	✗	✓	✓	✗	✗
Hexyl cinnamal	✓	✓	✓	✗	✓	✗	✓	✓
Limonene	✗	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Linalool	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Methylparaben	✗	✗	✗	✗	✓	✓	✓	✗
Phenoxyethanol	✗	✗	✗	✗	✓	✓	✓	✗
Propylene Glycol	✗	✗	✓	✗	✗	✗	✗	✓
Propylparaben	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✓	✗

Legenda

- Condicionador
- Xampu
- Sabonete
- Creme Dental
- Hidratante Corporal
- Protetor Solar
- Repelente
- Desodorante

✓ Os produtos, das marcas pesquisadas, contêm o respectivo poluente.
✗ Os produtos, das marcas pesquisadas, não contêm o respectivo poluente.

O citric acid, hexyl cinnamal e o benzyl salicylate prevaleceram nas marcas levantadas de xampu e se estendem por outras diversas marcas como Elseve, Tresemmé e Garnier Fructis. Assim como o Linalool, que integra as três marcas mais utilizadas de creme corporal e de desodorantes e ainda pode ser encontrado em outros hidratantes corporais como Monange, Paixão e Dove e em outras marcas de desodorante como Axe, Bi-o e Giovanna Baby.

Nota-se que os poluentes prioritários predominam não apenas nas marcas utilizadas como critério de seleção neste estudo, como também em outras diversas marcas dos mesmos tipos de produtos do mercado. Logo, confirma-se a relevância do monitoramento destes PE, visto que há elevado potencial de presença dos mesmos. Levando-se em conta esta observação, agrega-se ainda maior confiabilidade a estes poluentes definidos como prioritários e facilidade para estimativas de PEs presentes em efluentes em que as marcas dos produtos utilizados sejam desconhecidas.

Pode-se observar também que os poluentes prioritários não foram identificados nos produtos de

limpeza doméstica. Entretanto, a descrição dos ingredientes nas embalagens destes produtos são muito limitadas e não disponibilizam informações suficientes para serem avaliadas, como especificações das fragrâncias, surfactantes e corantes.

CONCLUSÕES

O limitado conhecimento sobre a composição de água cinza em relação a presença de poluentes emergentes e estudos de avaliação de risco envolvendo estes poluentes na água de reúso é um fator limitante na implementação do reúso seguro de água cinza para diversos fins. Dessa forma, a abordagem foi considerada eficiente na previsão qualitativa de cargas de poluentes emergentes permitindo definição dos poluentes prioritários: linalool, benzyl salicylate, eugenol, geraniol, methylparaben, citric acid, phenoxyethanol, citronelool, propylene glycol, limonene, coumarin, hexyl cinnamal, glycerin, propylparaben e ethylparaben para programas de monitoramento e futuros estudos.

A influência dos hábitos de consumo de PCP e PLD foram comprovadas com o cruzamento de informações realizado, de forma que foi detectado considerável número de poluentes integrantes das marcas mais vendidas nas águas cinzas e em diversos âmbitos do meio ambiente. Constatou-se também que os hábitos de consumo dos produtos de PCP e PLD é semelhante entre os estratos socioeconômicos, com exceção do protetor solar e repelente, mais utilizados nas classes A/B.

Quanto à escolha das marcas dos produtos de cuidado pessoal, observou-se relação com a classe social da população. No entanto, o mesmo não se aplica aos produtos de limpeza doméstica, pois há influência cultural na escolha das marcas, visto que o conhecimento prévio tem grande influência na preferência do consumidor, independente da classe econômica.

Constatou-se também que os poluentes são na maior parte fragrâncias, conservantes e surfactantes, os quais representam potencial risco e acarretam consequências como: sensibilidade respiratória, irritação na pele, toxicidade para órgãos específicos e atividade estrogênica. Dessa forma, fica evidente a necessidade de tratamento de esgoto que visem não apenas a remoção de matéria orgânica, nutrientes e microorganismos patogênicos, assim como estudos que tragam informações que se estendam além destes parâmetros e incluam os poluentes emergentes.

REFERÊNCIAS

ALFIYA, Y.; DUBOWSKI, Y.; FRIEDLER, E.. Diurnal patterns of micropollutants concentrations in domestic greywater. **Urban Water Journal**, v.15, 2018.

AUBERT, C.; PITRAT, M.. Volatile compounds in the skin and pulp of Queen Anne's pocket melon. **J. Agric. Food Chem.**, v.54, p.8177-8182, 2006.

BOTELHO, A. R.. **Embalagens e produtos para cuidado com as roupas: uma análise da percepção ecológica no discurso dos consumidores**. Dissertação (Mestrado em Design) - Pontifícia Universidade Católica, Rio de Janeiro, 2012.

BRAUSCH, J. M.; RAND, G. M.. A review of personal care products in the aquatic environment: Environmental concentrations and toxicity. **Elsevier Science B.V., Amsterdam Chemosp.**, v.82, p.1518-1532, 2011.

BUTKOVSKYI, A.; HERNANDEZ, L.; ZEEMAN, G.; RIJNAARTS, H. H. M.. Micropollutants in source separated wastewater streams and recovered resources of source separated sanitation. **Environmental Research**, v.156, p.434-442, 2017.

CARMONA, E.; ANDREU, V.; PICÓ, Y. Occurrence of acidic pharmaceuticals and personal care products in Turia River Basin: from waste to drinking water. **Sci. Total Environ.**, v.484, p.53-63, 2017.

COSMETIC INGREDIENT REVIEW. Final Amended Report on the Safety Assessment of Methylparaben, Ethylparaben, Propylparaben, Isopropylparaben, Butylparaben, Isobutylparaben, and Benzylparaben as used in Cosmetic Products. *Int. J. Toxicol.*, v.4, p.1-82, 2008. DOI: <http://doi.org/10.1080/10915810802548359>

COUTO, E. A.; CALIJURI, M. L.; ASSEMAN, P. P.; FONSECA, A. S.; LOPES, L. S.. Greywater treatment in airports using anaerobic filter followed by UV disinfection: an efficient and low cost alternative. *J. of Clea Produc.*, v.106, p.372-379, 2015.

DAMBAL, V. Y.; SELVAN, K. P.; LITE, C.; BARATHI, S.; SANTOSH, W.. Developmental toxicity and induction of vitellogenin in embryo-larval stages of zebrafish (*Danio rerio*) exposed to methyl Paraben. *Ecotoxicology and Environmental Safety. Ecotox and Environ. Saf.*, v.141, p.113-118, 2017.

DESTAILLATS, H.; LUNDEN, M. M.; SINGER, B. C.; COLEMAN, B. K.; HODGSON, A. T.; WESCHLER, C. J.; NAZAROFF, W. W.. Indoor secondary pollutants from household product emissions in the presence of ozone: a bench-scale chamber study. *Environ. Sci. Technol.*, v.40, n.14, p.4421, 2006.

DONNER, E.; ERIKSSON, E.; REVITT, D. M.; SCHOLES, L.; HOLTEN LÜTZHØFT, H. C.; LEDIN, A.. Presence and fate of priority substances in domestic greywater treatment and reuse systems. *Sci. Total Environ.*, v.408, p.2444-2451, 2010.

EC. Commission of the European Communities. **Laying down the principles for the assessment of risks to man and the environment of existing substances in accordance with Council Regulation 793/93/EEC.** Regulation 1488/94/EEC. Off J. Eur. Commun L161/3. EC, 1994.

ERIKSSON, E.. **Potential and Problems Related to Reuse of Water in Households.** Thesis (Doctorate in Environment & Resources) - Technical University of Denmark, Copenhagen, 2002.

ERIKSSON, E.; AUFFARTH, K.; EILERSEN, A.-M.; HENZE, M.; LEDIN, A.. Household chemicals and personal care products as sources for xenobiotic organic compounds in grey wastewater. *Water AS*, n.2, v.29, 2003.

ETCHEPARE, R.; VAN DER HOEK, J. P.. Health risk assessment of organic micropollutants in greywater for potable reuse. *Wat. Resear.*, v.72, p.186-198, 2015.

FAGODIA, S. K.; SINGH, H. P.; BATISH, D. R.; KOHLI, R. K.. Phytotoxicity and cytotoxicity of *Citrus aurantiifolia* essential oil and its major constituents: Limonene and citral. *Indust. Crop and Produc.*, n.1, v.108, p.708-715, 2017.

FRIEDLER, E.. Quality of individual domestic greywater streams and its implication for on-site treatment and reuse possibilities. *Environ. Techn.*, v.25, p.997-1008, 2004.

GARSHTYA, L.; KOVAL'CHUK, Y. U. G.. Phytodynamic effect of solutions and vapors of some components of essential oils. *Fiziol, Biokhim. Osn. Vzaimodeistviya Rast. Fitotsenozakh*, n.3, v.21, 1972.

GELDOF, A. A.; ENGEL, C.; RAO, B. R.. Estrogenic action of commonly used fragrant agent citral induces prostatic hyperplasia. *Urol. Res.*, v.20, p.139-144, 1992.

GUZMÁN, C. P.; SÁNCHEZ, S. U.; MORA, K.; BUSTOS, R. H.; BARRERA, E. L.; ALVAREZ, J.; PINZÓN, M. R.. Emerging pollutants in the urban water cycle in Latin America: A review of the current literature. *J. Environ. Manage.*, v.237, p.408-423, 2019.

HARD, G. C.. Mechanisms of chemically induced renal carcinogenesis in the laboratory rodent. *Toxicol. Pathol.*, v.26, p.104-112, 1998.

HIDALGO, E. G.; VON GOETZ, N.; SIEGRIST, M.; HUNGERBÜHLER, K.. Use-patterns of personal care and household cleaning products in Switzerland. *Food and Chemical Toxicology*, v.99, p.24-39, 2017.

HSIEH, C. C.; TSAI, J. H.. VOC concentration characteristics in Southern Taiwan. *Chemos.*, v.50, p.545-556, 2003.

IPCS. International Programme on Chemical Safety's. **Concise International Chemical Assessment Documents.** Number 26: Benzoic acid and Sodium Benzoate. IPCS, 2000.

JEFFERSON, B.; PALMER, A.; JEFFREY, P.; STUETZ, R.; JUDD, S.. Greywater characterization and its impact on the selection and operation of technologies for urban reuse. *Wat. Scien. and Techn.*, v.50, n.2, p.157-164, 2004.

JONKERS, N.; JONKERS, N.; SOUSA, A.; OLIVEIRA, S. G.; BARROSO, C. M.; KOHLER, H.-P. E.; GIGER, W.. Occurrence and sources of selected phenolic endocrine disruptors in Ria de Aveiro, Portugal. *Environ. Sci. Pollut. Res.*, v.17, p.834-843, 2010.

KANERVA, R. L.; ALDEN, C. L.. Review of kidney sections from a subchronic d-limonene oral dosing study conducted by the National Cancer Institute. *Food Chem. Toxicol.*, v.25, p.355-358, 1987.

LAPCZYNSKI, A.. Fragrance material review on benzyl salicylate. *Food and Chem. Toxic.*, v.45, p.362-380, 2007.

LEMINI, C.; HERNÁNDEZ, A.; JAIMEZ, R.; FRANCO, Y.; AVILA, M.; CASTELL, A.. Morphometric analysis of mice uteri treated with the preservatives methyl, ethyl, propyl, and butylparaben. *Toxic and Indus Health*, v.20, p.123-132, 2004.

LETIZIA, C. S.; COCCHIARA, J.; LALKO, J.; API, A.. Fragrance material review on linalool. *Food and Chem. Toxic.*, v.41, p.943-964, 2003.

MADSEN, T.; BOYD, H. B.; NYLÉN, D.; PEDERSEN, A. R.; PETERSEN, G. I.; FLEMMING, S.. Environmental and Health Assessment of Substances in Household Detergents and Cosmetic Detergent Products. *Environmental Project.*, n.615, 2001.

MONTES, G. D.; FENNIX, A. M.; MIRANDA, C. W.. Occurrence of personal care products as emerging chemicals of concern in water resources: A review. *Scien. of the Total Environ.*, v.595, p.601-614, 2017.

MURAMOTO, S.; AOYAMA, I.; HASHIMOTO, K.; KUNGOLOS, A.. Distribution and fate of surface-active agents in the river and lake water affected by domestic and agricultural wastewater in an area in Japan. **J. Environ. Sci. Health**, v.31, p.205-215, 1995.

OETTERER, E. M.. Panorama de repelentes no Brasil. In: SEMINÁRIO SOBRE REPELENTE, 2. **Anais**. 2017.

OTTERPOHL, R.. Black, brown, yellow, grey- the new colors of sanitation. **Water** **21**, p.37-41, 2001.

PAXÉUS, N.. Organic pollutants in the effluents of large wastewater treatment plants in Sweden. **Water Reser.**, v.30, n.5, p.1115-1122, 1996.

PEDERSEN, K. L.; PEDERSEN, S. N.; CHRISTIANSEN, L. B.; KORSGAARD, B.; BJERREGAARD, P.. The Preservatives Ethyl-Propyl-and Butylparaben are Oestrogenic in an in vivo Fish Assay. **Pharm & Toxic.**, v.86, p.110-113, 2000.

PENG, X.; W. O.; WANG, C.; WANG, Z.; HUANG, Q.; JIN, J.; TAN, J.. Occurrence and ecological potential of pharmaceuticals and personal care products in groundwater and reservoirs in the vicinity of municipal landfills in China. **Sci. Total Environ.**, v.490, p.889-898, 2014.

PETRIE, B.; BARDEN, R.; KASPRZYK, H. B.. A review on emerging contaminants in wastewaters and the environment: current knowledge, understudied areas and recommendations for future monitoring. **Water Res.**, v.72, p.3-27, 2015.

RIFM. Research Institute for Fragrance Material, Inc. **Acute oral toxicity studies in rats**. RIFM report number 2734, Woodcliff Lake, 1970.

ROTSIDOU, M.; SCRIMSHAW, M. D.. An Approach for Prioritizing 'Down-the-Drain' Chemicals Used in the Household. **Int. J. Environ. Res. Public Health**, v.12, p.1351-1367, 2015.

SALGADO, R.; PEREIRA, V. J.; CARVALHO, G.; SOEIRO, R.; GAFFNEY, V.; ALMEIDA, C.; NORONHA, J. P.. Photodegradation kinetics and transformation products of ketoprofen, diclofenac and atenolol in pure water and treated wastewater. **J. of Hazar Mater.**, p.244- 245, 2013.

SHARP, D. W.. The sensitization potential of some perfume ingredients tested using a modified Draize procedure. **Toxicology**, v.9, p.261-271, 1978.

SILVA, F. V.; RODRIGUES, J. L.; BATISTA, B. L.; OLIVEIRA, D. P.. Alquilfenóis e alquilfenóis e toxilados: uma visão ambiental. **R. Bras. de Toxic.**, v.20, n.1, p.1-12, 2007.

SILVA, R. F.; SILVA, R. F.; SILVA, G. L.; SILVA, P. T. S.; SILVA, V. L.. Identificação e Quantificação de Contaminantes Emergentes em Estações de Tratamento de Esgoto. **R. Virtl. de Quím.**, v.8, n.3, p.702-715, 2016.

SINGER, B. C.; DESTAILLATS, H.; HODGSON, A. T.; NAZAROFF, W. W.. Cleaning products and air fresheners: emissions and resulting concentrations of glycol ethers and terpenoids. **Indoor Air**, v.16, n.3, p.179-91, 2006.

SINGH, H. B.; ZIMMERMAN, P. B.. **Atmospheric distributions and sources of nonmethane hydrocarbons, in Gaseous Pollutants**: characterization and cycling. John Wiley, 1992.

STEINEMANN, A. C.; MACGREGOR, I. C.; GORDON, S. M.; GALLAGHER, L. G.; DAVIS, A. L.; RIBEIRO, D. S.; WALLACE, L. A.. Fragranced consumer products: Chemicals emitted ingredients unlisted. **Environ Impact Asses Review**, v.31, p.328-333, 2011.

VALE, T.. Líderes de Vendas. **Super Hiper**, n.535, v.47, 2021.

VIEIRA, A. J.; BESERRA, F. P.; SOUZA, M. C.; TOTTI, B. M.; ROZZA, A. L.. Limonene: Aroma of innovation in health and disease. **Chemico-Biol Interac.**, v.283, p.97-106, 2018.

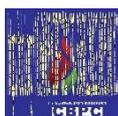
WESCHLER, C. J.; SHIELDS, H. C.; RAINER, D.. Concentrations of volatile organic compounds at a building with health and comfort complaints. **Am. Ind. Hyg. Assoc. J.**, v.51, p.261-8, 1990.

ZHANG, Z.; JIA, C.; HU, Y.; SUN, L.; JIAO, J.; ZHAO, L.; HU, J.. The estrogenic potential of salicylate esters and their possible risks in foods and cosmetics. **Toxicology Letters**, v.209, p.146-153, 2012.

ZOETEMAN, B. C. J.; GREEF, E.; BRINKMANN, F. J. J.. Persistency of organic contaminants in groundwater, lessons from soil pollution incidents in the Netherlands. **Sci. Total Environ.**, v.21, p.187-202, 1981.

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/44951876800440915849902480545070078646674086961356520679561157861577917988865/>