

IDENTIFICAÇÃO DE MICROPLÁSTICOS EM EFLUENTE DOMÉSTICO DO MUNICÍPIO DE ALAGOINHAS-BA.

IDENTIFICATION OF MICROPLASTICS IN DOMESTIC EFFLUENTS IN THE COUNTY OF ALAGOINHAS-BA

Nayara de Santana Santos^a, Laila de Andrade Queiroz^a, Mariana Mendes Costa Oliveira^a,
Alessandra Cristina Silva Valentim^a

^aUniversidade Federal do Recôncavo da Bahia - UFRB

nayara_santana09@hotmail.com, lailadandrad@hotmail.com, marianamendesesa@gmail.com, alessandra@ufrb.com

Submissão: 19 de julho de 2022

Aceitação: 25 de novembro de 2022

Resumo

Os contaminantes emergentes (CE) são compostos que vêm sendo objeto de estudo em diversas esferas, em decorrência do potencial risco que podem promover ao meio ambiente e à saúde dos seres humanos. Dentre os tipos de CE, destacam-se os microplásticos (MP). Essas micropartículas plásticas podem ser classificadas quanto a sua origem em primários ou secundários, no qual o primeiro refere-se a partículas fabricadas com dimensão predeterminada para fins industriais, enquanto o segundo é resultado da fragmentação de macroplásticos. Na última década os estudos acerca dos MP têm ganhado notoriedade. A ampla utilização de produtos à base de plástico nas residências contribui com a liberação de MP no efluente doméstico. Dessa forma, o presente estudo teve como objetivo avaliar a presença de MP em efluente doméstico de duas Estações de Tratamento de Esgoto (ETEs) do município de Alagoinhas-BA. Para isso, foram realizadas análises laboratoriais com amostras de efluente bruto e tratado das ETEs. Assim, constatou-se a presença de MP na totalidade das amostras analisadas. Em todas as amostras houve predominância de MP secundários. Observou-se eficiência de retenção das micropartículas plásticas acima de 97% para as duas ETEs. Apesar disso, vale ressaltar que em elevado volume de efluente doméstico tratado pode haver quantidade significativa de MP sendo lançados no corpo receptor. Ademais, destaca-se a necessidade de medidas de conscientização ambiental a fim de promover a redução do padrão de consumo e emissão dos MP nas residências. A presença desse contaminante nas ETEs pode promover efeitos danosos ao meio ambiente e à saúde humana.

Palavras-Chave: Contaminantes emergentes; esgotos; fibras sintéticas; micropartículas.

Abstract

Emerging contaminants (EC) are compounds that have been the object of study in various spheres, due to the potential risk they can promote to the environment and human health. Among the types of CE, microplastics (MP) stand out. These plastic microparticles can be classified as to their origin as primary or secondary, in which the first refers to particles manufactured with a predetermined size for industrial purposes, while the second is the result of the fragmentation of macroplastics. In the last decade, studies on MP have gained notoriety. The widespread use of plastic-based products in homes contributes to the release of MP into domestic effluent. Thus, the present study aimed to evaluate the presence of MP in domestic effluent from two sewage treatment plants (ETE) in Alagoinhas city, Bahia, Brazil. For this, laboratory analyzes were carried out with samples of raw and treated effluent from the ETEs. Thus, the presence of MP was found in all samples analyzed. In all samples there was a predominance of secondary MP. Microparticles retention efficiency above 90% was observed for the two ETEs. Despite this, it is worth mentioning that in a high volume of treated domestic effluent there can be a significant amount of MP being released into the receiving body. In addition, the need for environmental awareness measures is highlighted in order to promote the reduction of the

consumption pattern and emission of MP in residences. The presence of this contaminant in ETEs can promote harmful effects to the environment and human health.

Key-words: Emerging contaminants; wastewater; synthetic fibers; microparticles.

INTRODUÇÃO

Os contaminantes emergentes (CE) são substâncias amplamente produzidas e consumidas com a finalidade de promover melhorias na qualidade de vida dos indivíduos (MONTAGNER et al., 2019). Entretanto, mesmo em baixas concentrações, esses compostos podem ser responsáveis por gerar efeitos prejudiciais ao meio ambiente (CARTAXO et al., 2020; MONTAGNER et al., 2019; MONTAGNER; VIDAL; ACAYABA, 2017). Muitos estudos apontam para a presença desses contaminantes em diversas esferas ambientais, como solo, água e ar, bem como evidenciam seus malefícios para o ecossistema (ARAÚJO; WOLFF; CARISSIMI, 2019; ARPIN-PONT et al., 2016; BERETA et al., 2014).

Esses contaminantes podem ser encontrados no meio ambiente por intermédio do resultado de ações antrópicas ou naturais, e o lançamento de efluentes domésticos nos corpos hídricos é um exemplo de potencial emissor antrópico desses contaminantes (MONTAGNER; VIDAL; ACAYABA, 2017). Dentre os principais produtos considerados CE, destacam-se os fármacos, defensivos agrícolas, hormônios, protetores solares, drogas ilícitas, subprodutos oriundos dos processos de desinfecção de águas e microplásticos (MP) (ANTONELLI E AZEVEDO, 2018; BERETA et al., 2014; MONTAGNER; VIDAL; ACAYABA, 2017).

De acordo do Montagner, Vidal e Acayaba (2017), alguns tipos de CE empregados na indústria vêm sendo detectados em amostras de águas residuais domésticas, dentre eles, bisfenol A, alquilfenóis, bifenilas policloradas, ftalatos, compostos perfluorados e os retardantes de chama bromados. Esses compostos são amplamente utilizados em embalagens de alimentos, borrachas, capacitores dielétricos, cosméticos, espumas de combate a incêndio, tecidos e plásticos (MONTAGNER; VIDAL; ACAYABA, 2017). À vista disto, se tornam evidentes as preocupações em torno da utilização, e principalmente, do descarte inadequado dos plásticos e derivados do petróleo no meio ambiente.

A palavra plástico origina-se do grego

plastikós que configura a capacidade de moldabilidade do material (PIATTI; RODRIGUES, 2005). Os plásticos podem assumir diversas formas, podendo ser reconstruído e remodelado por intermédio de circunstâncias como calor, pressão e alterações químicas. É notória a ampla utilização do plástico no cotidiano, pois os materiais à base deste polímero estão diretamente associados ao desenvolvimento econômico das últimas décadas (PIATTI; RODRIGUES, 2005). Facilmente encontram-se produtos que são compostos totalmente ou parcialmente por plásticos, tais como: utensílios domésticos, brinquedos, pneus, eletrônicos, pasta de dente, sabonetes, vestuário, dentre outros (PIATTI; RODRIGUES, 2005; RIBEIRO et al., 2020).

Características como maleabilidade, baixo custo, durabilidade e versatilidade tornam a utilização de materiais plásticos ainda mais atrativos (RIBEIRO et al., 2020). Entretanto, existem vários malefícios associados a esse material, principalmente em decorrência do uso difundido e descarte inadequado (FAGUNDES; MISSIO, 2019). Além disso, a poluição dos corpos hídricos e aterros sanitários são motivos de preocupação devido aos problemas ambientais que podem provocar (FREITAS, 2002).

Estima-se que 4,8 a 12,7 milhões de toneladas de resíduos plásticos foram lançados nos oceanos em 2010 (JAMBECK et al., 2015). De acordo com a Organização das Nações Unidas (2018), a cada ano são lançados mais de 8 milhões de toneladas de plásticos nos oceanos. Em vista disso, se não houver tendência de diminuição, em 2050 haverá mais plásticos do que peixes nos oceanos (ONU, 2018). Esse material pode persistir no meio ambiente por décadas, devido à sua baixa degradabilidade, sendo suscetível a fragmentação, transformando-o em MP (FREIRE, 2019).

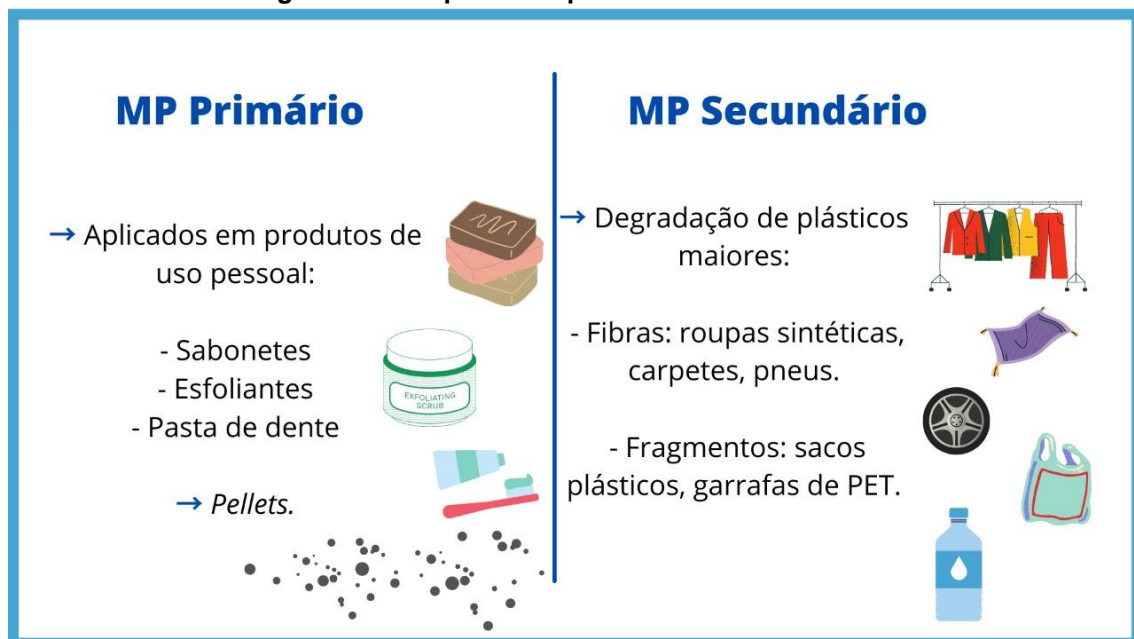
Os MP são partículas com tamanho menor ou igual a 5mm, e podem ser classificados quanto a sua origem em primários ou secundários (RIBEIRO et al., 2020). Os primários são fabricados em tamanho microscópico com o propósito de promover características específicas para os produtos, como o aspecto abrasivo (BILA; PEREIRA; SILVA, 2019; RIBEIRO et al., 2020; GESAMP, 2015). As micropartículas de geometria

esférica ou cilíndrica com dimensão aproximada de 5mm, conhecidas como pellets, são amplamente utilizados em produtos de ordem cosmética e de higiene pessoal, tais como sabonetes, pasta de dentes, shampoo e esfoliantes (GESAMP, 2015).

Os MP secundários são oriundos da degradação de objetos plásticos maiores (macroplásticos) em decorrência de intempéries mecânicas (erosão), físico-químicas (temperatura) ou biológicas (microrganismos), ou provenientes de outros processos (APA, 2021; CASAGRANDE,

2018; FREIRE, 2019; MONTAGNER, 2021) (Figura 1). De acordo com a Agência Portuguesa do Ambiente (2021), são considerados macroplásticos, materiais com dimensão superior a 25mm. Tais como: embalagens, garrafas pet, sacolas, fragmentos, dentre outros (MAYNARD *et al.*, 2022). Estudos apontam que a lavagem de roupas é um importante emissor de MP secundários no efluente doméstico, e conseqüentemente, no corpo hídrico receptor (BROWNE, 2011).

Figura 1: Microplásticos primários e secundários.



Fonte: Oliveira; Santos; Valentim (2021).

Os MP podem ser encontrados em toda a coluna d'água, praias arenosas e ambientes encharcados (COLE *et al.*, 2011; IVAR DO SUL, 2014). Em decorrência das características como: composição, densidade e forma, as partículas podem flutuar na superfície da água, ter flutuabilidade neutra ou afundar e depositar-se no fundo dos oceanos (SOBRAL; FRIAS; MARTINS, 2011, COLE *et al.*, 2011).

A presença de CE nos oceanos pode ser proveniente de diversas fontes, como por exemplo, o lançamento de efluentes domésticos nos corpos receptores, mesmo após o tratamento (PESSANHA, 2021). O esgoto doméstico recebe significativo aporte de compostos diariamente, desde a excreção dos seres humanos até a liberação de fibras sintéticas por meio da lavagem de têxteis e vestuários, se tornando um potencial condutor de CE para os corpos hídricos.

O esgoto doméstico é composto por 99,9%

de água e 0,1% de sólidos orgânicos e inorgânicos dissolvidos e suspensos (NUVOLARI, 2011). Já de acordo com Jordão e Pessôa (2017), a fração que corresponde à quantidade de sólidos do efluente doméstico é de 0,08%, enquanto a água corresponde aos 99,92% restantes. Ainda assim, apesar de representar uma pequena fração da constituição total do esgoto, a presença de sólidos é a principal característica física levada em consideração para fins de dimensionamento e operação das Estações de Tratamento de Esgoto (ETEs) (JORDÃO; PESSÔA, 2017).

As ETEs são compostas por unidades de tratamento que visam promover soluções em cada etapa do sistema de acordo com as características do efluente bruto, são elas: tratamento preliminar, primário, secundário e terciário, sendo o último empregado somente em condições específicas ou em casos de reuso do efluente tratado (Quadro 1) (FUNASA, 2019; JORDÃO; PESSÔA, 2017). O

Quadro 1 expõe os níveis de tratamento empregados nas ETEs, as unidades e os

respectivos materiais que são removidos pelo processo.

Quadro 1: Tratamento empregados em ETEs, suas unidades e os resíduos removidos em cada etapa.

TRATAMENTO	UNIDADES	MATERIAL
Preliminar	Gradeamento	Sólidos grosseiros em suspensão, materiais inertes e pesados, detritos, especialmente areia.
	Desarenador	
Primário	Decantador simples (primário)	Sólidos em suspensão sedimentáveis, incluindo a parte da matéria orgânica em suspensão grossa.
	Flotador simples	
	Precipitador químico	
	Decanto/digestor conjugado (tanque séptico, tanque Imhoff)	
Secundário	Reator anaeróbio de fluxo ascendente e manta de lodo	Matéria orgânica, microrganismos e nutrientes como nitrogênio e fósforo.
	Filtro anaeróbio	
	Lagoa anaeróbia	
	Lagoa facultativa	
	Lagoa aerada mecanicamente	
	Wetlands construídos ou sistemas alagados construídos	
	Filtro biológico percolador	
	Biofiltro aerado submerso e filtro biológico aerado submerso	
	Lodos ativados	
Terciário	Osiose reversa	Poluentes não suficientemente reduzidos no nível secundário de tratamento e/ou a remoção de compostos não biodegradáveis, de nutrientes, de poluentes tóxicos e/ou específicos, de metais pesados, de sólidos inorgânicos dissolvidos e sólidos em suspensão remanescentes, e de micro-organismos patogênicos
	Troca iônica	
	Eletrodíálise	
	Evaporação	
	Lagoas de maturação	

Fonte: Adaptado da FUNASA (2019).

No Brasil, os processos biológicos são as principais tecnologias empregadas nas ETEs (AQUINO; BRANDT; CHERNICHARO, 2013). Segundo Von Speling (1996), no tratamento biológico o esgoto é estabilizado através da atividade biológica realizada pelos microrganismos existentes no meio.

De acordo com o manual de saneamento disponibilizado pela Fundação Nacional da Saúde (FUNASA, 2019), plásticos; pequenos objetos; estopas; fibras/fiapos e tecidos; cabelos; objetos de higiene; absorventes; preservativos; embalagens diversas, dentre outros, são frequentemente encontrados no esgoto doméstico

(FUNASA, 2019). A fim de remover esses tipos de sólidos grosseiros do efluente, são empregadas operações físicas, como gradeamento e peneiramento, nomeado de tratamento preliminar (JORDÃO; PESSÔA, 2017).

Segundo a definição apresentada no Manual do Saneamento, é entendido como tratamento preliminar, a passagem do efluente bruto por grades, confeccionadas em ferro ou aço, e posteriormente pelo desarenador, sendo empregado para remoção de sólidos grosseiros em suspensão; materiais inertes e pesados; detritos e areia (FUNASA, 2019). Entretanto, de acordo com Ribeiro e colaboradores (2018) o

dimensionamento inadequado das etapas do tratamento preliminar possibilita a passagem de elevada quantidade de materiais indesejáveis para as posteriores etapas do sistema, como o tratamento primário e secundário.

Não obstante, vale ressaltar que mesmo em casos de tratamento preliminar adequadamente projetado, o sistema de gradeamento não é capaz de reter micropartículas com pequena dimensão, como os MP. Sendo assim, esses detritos poderão ser incorporados à massa de lodo e espuma provenientes dos dispositivos de tratamento biológico subsequentes ao tratamento preliminar (RIBEIRO et al., 2018). Do mesmo modo que, de maneira geral, os tratamentos primários e secundários aplicados nas ETEs não apresentam efetividade na remoção CE, deste modo, o efluente tratado quando lançado no corpo receptor pode provocar a contaminação no meio (PESSANHA, 2021).

Dentre os diversos tipos de CE, destacamos os MP como objeto de pesquisa do presente artigo. Em decorrência dos diversos usos nas residências, o efluente doméstico pode ser um potencial emissor dessas micropartículas plásticas no meio ambiente. Dessa forma, os estudos acerca da presença de MP em esgoto doméstico têm se tornado crescentes.

Dessa forma, o presente estudo buscou avaliar a presença de MP em ETEs no município de Alagoinhas-BA. Justificado pelo intuito de analisar de forma efetiva o efluente e afluente das estações selecionadas, compreender o comportamento e efetividade dos tratamentos aplicados na redução de MP. Para isso, foi determinado um volume amostral que fosse representativo para a realização dos testes de forma eficaz. Assim, a partir desta avaliação foi possível apresentar resultados acerca da presença deste contaminante no efluente doméstico.

METODOLOGIA

A presente pesquisa apresenta caráter exploratório, com o intuito de propiciar uma visão ampliada acerca do assunto estudado, de forma a torná-lo mais compreensível. O estudo é baseado nas seguintes metodologias: Levantamento de dados do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS) (BRASIL, 2020); Revisão bibliográfica; Coleta das amostras de esgoto; Análise; Quantificação e Qualificação.

Descrição da área do estudo

As estações de esgoto alvo desse estudo estão localizadas no município de Alagoinhas- BA, localizado no Nordeste Brasileiro, no estado da Bahia, a 107 km da capital baiana. O município possui área de 752,39 quilômetros quadrados. De acordo com o SNIS, a população estimada em 2020 era de 152.327 habitantes (BRASIL, 2020). A densidade demográfica é de 202,46 habitantes por quilômetro quadrado. Com clima predominantemente úmido e temperatura média anual de 23,9 °C. A precipitação pluviométrica média é de 1.246 mm/ano (período 1961-1990) e evapotranspiração de 1.246 mm/ano (BORGES, 2015). O município possui 15 bairros e 31 distritos, e está limitado pelas cidades de Inhambupe, Araçás, Entre Rios, Teodoro Sampaio e Aramari.

Estações de Tratamento de Esgoto

As ETEs onde foram coletadas as amostras estão localizadas no Bairro Catu (562606.00 m E/ 8659507.00 m S) e (560070.22 m E / 8661555.12 m S), no município de Alagoinhas-BA, denominadas ETE 1 e ETE 2, respectivamente. Em ambas as estações possuem configuração similar, composta por gradeamento, caixa de areia, estação elevatória de esgoto bruto, digestor anaeróbio de fluxo ascendente – DAFA, filtro aeróbio submerso, decantador, clorador e leito de secagem de lodo (Figura 2).

Visto que, somente os reatores anaeróbios de fluxo ascendente não são suficientes para atender à legislação de padrão de lançamento, nos sistemas estudados são empregados tratamentos aeróbios como pós-tratamento da fase anaeróbia, além disso, são utilizados decantadores secundários para aumentar a eficiência do tratamento (FUNASA, 2019).

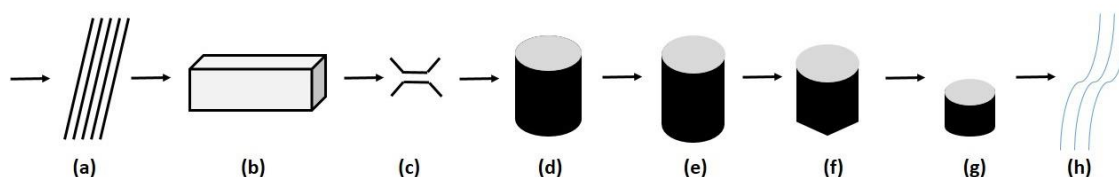
A ETE 1 atende a população de um condomínio residencial vertical, composto por 37 blocos com 16 apartamentos cada, totalizando 592 unidades habitacionais. Estima-se que a população atendida pelo sistema seja de 2.368 habitantes, visto que, de acordo as informações obtidas em projeto, a taxa de ocupação domiciliar é de 4 habitantes/ domicílio. Já a ETE 2 atende à demanda de um condomínio residencial horizontal, composto por 324 domicílios. Com base na taxa de ocupação domiciliar de 4 habitantes por residência, estima-se que a população atendida pelo sistema seja de 1.296 habitantes.

Vazões das ETEs

A fim de realizar a comparação do volume do efluente tratado em ambas as estações foi realizada a estimativa de vazão que chega aos sistemas. Segundo o SNIS, o consumo médio per capita de água no Nordeste é de 120,3 L/hab.dia (BRASIL, 2021). De acordo com o recomendado pela NBR 9649/86 da ABNT, considerou-se o coeficiente de retorno de 0,8, coeficiente de

máxima vazão diária igual a 1,2 e o coeficiente de máxima vazão horária igual a 1,5. Com exceção da população, foram aplicados os mesmos valores para os demais parâmetros para a determinação da vazão de projeto. Desse modo, estima-se que a vazão doméstica de final de plano seja 4,74 L/s para a ETE 1 e 2,59 L/s para a ETE 2. Visto que a população da primeira ETE é aproximadamente 55% maior que a população da segunda, a vazão de projeto segue a mesma proporção.

Figura 2: Unidades das Estações de Tratamento de Esgoto estudadas.



(a) Grade; (b) Desarenador; (c) Calha Parshall; (d) DAFA; (e) Filtro aerado submerso; (f) Decantador; (g) Clorador; (h) Corpo hídrico.

Fonte: Elaboração própria (2022)

Separação e identificação dos Microplásticos

A identificação de MP no esgoto doméstico foi realizada tendo como base o trabalho realizado por Ferrari (2019). Entretanto, foram necessárias algumas adaptações para a realização do ensaio, tais como, volume amostral, quantidade e granulometria de peneiras utilizadas.

Na ETE 1 foram coletados 30 L do efluente doméstico, sendo 15 L bruto (Amostra 1) e 15 L tratado (Amostra 2). A amostra 1 foi coletada no poço de visita a jusante da estação elevatória de esgoto bruto e a amostra 2 na válvula de inspeção do efluente no tanque de cloração. Na ETE 2 foram coletados 15 L de esgoto bruto (Amostra 3) e 15 L tratado (Amostra 4). A amostra 3 foi coletada a jusante da estação elevatória de esgoto bruto e a amostra 4 na calha parshall a montante da estação elevatória de esgoto tratado. As coletas foram realizadas no mês de maio de 2022, no turno matutino, visto que é o período com maior pico de vazão de esgoto em decorrência das atividades domésticas. O início dos ensaios se deu no mesmo dia da coleta, minimizando o risco de contaminação das amostras.

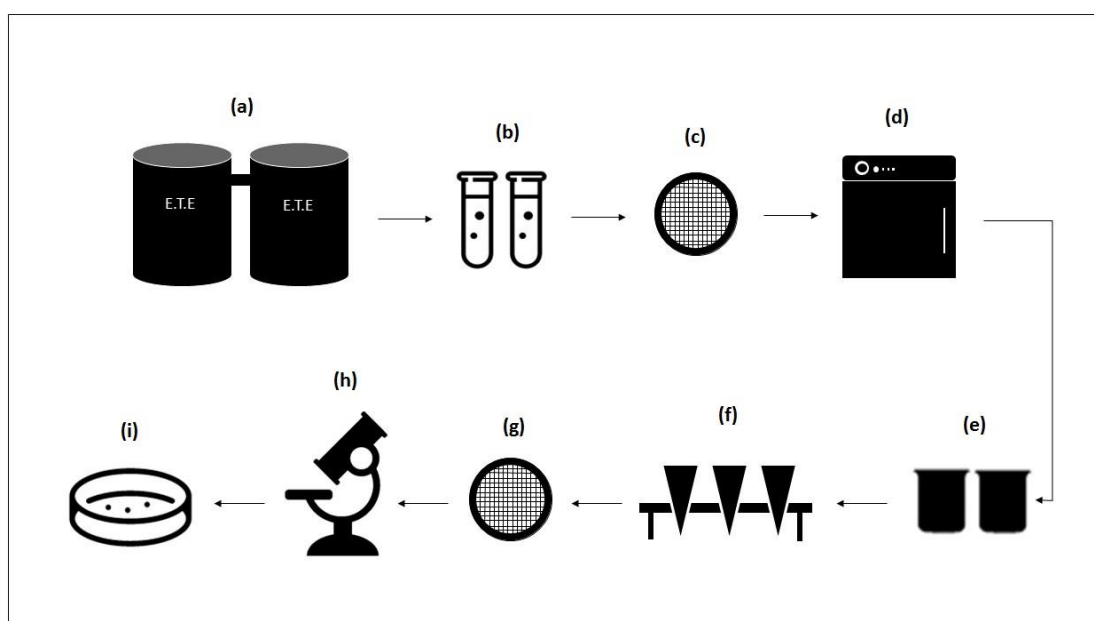
No desenvolvimento dos ensaios foram utilizadas duas peneiras de aço de granulometria de 4 mm e 74 μ m. As amostras foram vertidas no

conjunto de peneiras, na sequência, o material retido em cada uma das peneiras foi transferido para placas de petri com o auxílio de uma espátula, utilizando água deionizada para retirar os resíduos que por ventura ainda estivessem nas peneiras. As placas de petri foram pesadas e levadas à estufa a 100°C por 24 horas. Após isso, foi realizada uma nova pesagem das placas. O material seco foi transferido para um béquer. Na etapa de remoção da matéria orgânica utilizou-se um processo oxidativo, que consiste na adição de 7,5 mL de Peróxido de Hidrogênio 35% e 7,5 mL de solução aquosa de sulfato de Ferro II a 0,05 mol/L. A solução foi deixada em repouso por 5 minutos em temperatura ambiente. Posteriormente, a mistura foi levada à placa de agitação magnética e aquecimento por 30 minutos a 75°C. Quando a amostra levantou fervura, adicionou-se água deionizada a fim de retardar a reação. Após o resfriamento a solução foi vertida na peneira de aço de granulometria 74 μ m. A peneira foi coberta com papel alumínio e deixada na bancada por 24 horas para a secagem em temperatura ambiente. O material retido na peneira, após a secagem, foi submetido à etapa de separação por densidade. Para isso foram preparados 4 L da solução saturada de cloreto de sódio (NaCl) em uma concentração de 5 mol/L. A solução foi preparada

em 2 béqueres de 2000 mL. A fim de facilitar o processo de diluição, as soluções de NaCl foram levadas a placa de agitação e aquecimento a 50°C até alcançar a homogeneização completa da solução. Posteriormente, a solução foi transferida para cones de 1 L, totalizando assim 4 cones. As amostras retidas nas peneiras, após a secagem, foram transferidas para sedimentação em cone Imhoff, cobertos com papel alumínio e deixados em repouso por 24 horas. Em seguida, os sobrenadantes dos cones foram vertidos novamente na peneira de aço de granulometria 74 µm. O material retido na peneira foi transferido

para placas de petri, e realizou-se a observação no microscópio estereoscópio binocular da marca Biofocus, modelo XT-3L-BI, com ampliação de 2X. Por fim, foi realizada a etapa de triagem, processo de separação entre o MP e o resíduo gorduroso. A partir da observação em microscópio este das micropartículas plásticas, as mesmas foram cuidadosamente retiradas do material gorduroso com o auxílio de duas agulhas de aço. Os MP foram dispostos em placas de petri e contabilizados. A descrição das etapas da metodologia empregada no presente estudo pode ser observada na Figura 3.

Figura 3: Metodologia para identificação de MP.



Estação de tratamento de esgoto; (b) Coleta; (c) Peneiramento; (d) Secagem; (e) Remoção da matéria orgânica; (f) Separação por densidade; (g) Peneiramento; (h) Análise em microscópio; (i) Triagem.

Fonte: Elaboração própria (2022).

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Após as amostras serem vertidas separadamente na peneira de 4 mm, verificou-se a ausência de material retido, indicando que as partículas possuíam diâmetros superior a 4 mm. Os resíduos da peneira de 74 µm foram transferidos para placas de petri (Figura 4). Após isso, as placas foram pesadas e levadas à estufa para secagem.

O resultado da eficiência de retenção de sólidos do efluente tratado nas ETEs foi dado a partir da determinação da massa dos sólidos retidos nas peneiras, os dados obtidos estão expostos na Tabela 1.

Embora as estações possuam processos similares de tratamento de efluente, foi observada

certa discrepância quanto à eficiência de retenção de resíduos nos sistemas estudados, onde a ETE 2 mostrou baixa eficiência quando comparada a ETE 1. A ocorrência dessa constatação pode ser justificada em virtude do ponto de coleta das amostras do efluente tratado.

A amostra 2 foi coletada na válvula de inspeção do tanque de cloração, enquanto, a amostra 4 foi coletada na calha parshall de esgoto tratado, visto que o tanque de cloração da ETE 2 não possuía válvula de inspeção. Assim, observou-se no momento da coleta na calha parshall uma grande turbulência no lançamento do efluente, assim, possivelmente os sólidos que estavam decantados se dispersaram e foram coletados juntamente com a amostra.

Figura 4: Amostras de resíduos das ETEs após a secagem.



Fonte: Elaboração própria (2022).

Tabela 1: Eficiência de retenção de sólidos nas estações de tratamento de esgoto avaliadas.

ETE	Entrada da ETE	Saída da ETE	Eficiência de retenção
1	43,36g	6,37g	85,31%
2	20,56	13,14	36,01%

Fonte: Elaboração própria (2022).

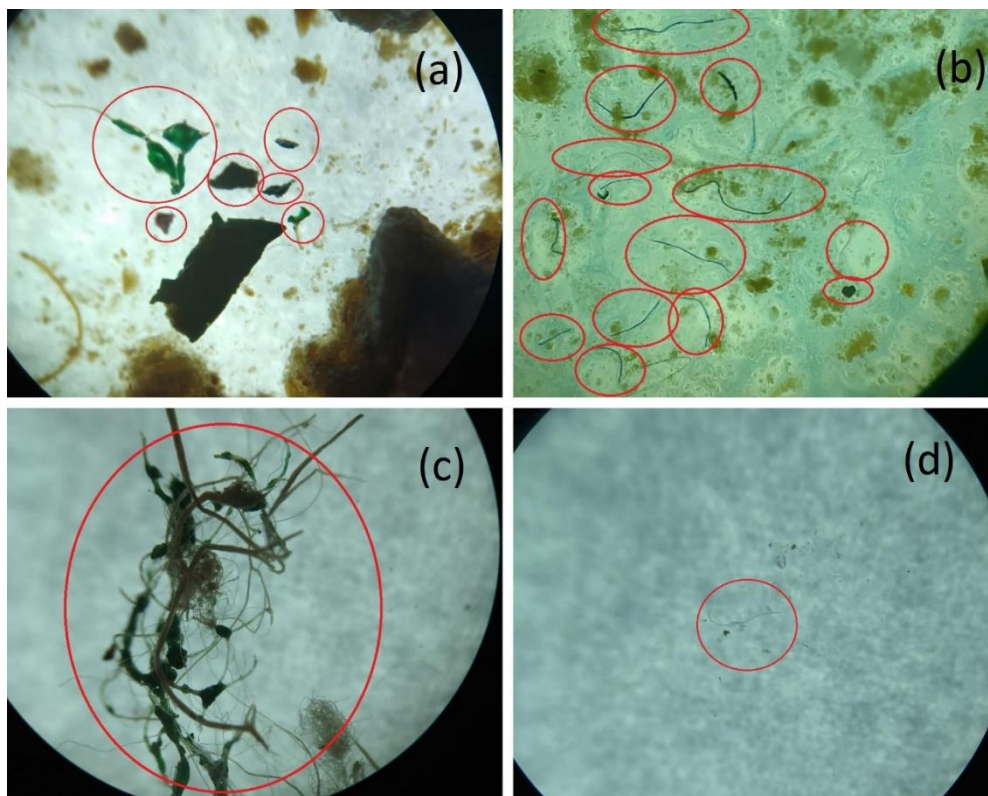
Após a determinação das massas, as amostras passaram por processo oxidativo para remover matéria orgânica e foram peneiradas novamente. No desenvolvimento do ensaio foi constatada a presença de gordura na peneira, dificultando o processo de filtração, assim, utilizou-se água deionizada aquecida para auxiliar na solubilização da gordura. Apesar disso, as amostras continuaram apresentando aglutinação das micropartículas com a gordura nas etapas subsequentes, dificultando a visualização no microscópio estereoscópio.

Na observação das placas com as amostras de efluente bruto e tratado da ETE 1 foi constatada a presença de MP. A amostra 1, referente ao efluente bruto, conteve quantidade significativa de fibras têxteis, predominantemente na cor azul. Todavia, foram encontradas também fibras nas cores verde, vermelho, incolor, lilás e branco. Além de fragmentos com formatos irregulares nas cores

verde, vermelho, preto. A amostra 2, relativo ao efluente tratado, apresentou quantidade reduzida de MP quando comparada com a amostra 1. Observou-se a presença de uma fibra têxtil sintética na cor azul e um fragmento nas cores verde e incolor (Figura 5).

A ETE 2 também apresentou presença de MP nas amostras de efluente bruto e tratado. Na amostra 3 (efluente bruto) verificou-se micropartículas de plástico na cor verde, com predominância de fibras de têxteis nas cores azul, vermelho e incolor (Figura 6). A amostra do efluente tratado da ETE 2, teve resultado similar ao da ETE 1. A quantidade de MP foi reduzida quando comparada ao efluente bruto. Embora a baixa eficiência de retenção de sólidos verificada anteriormente em decorrência do ponto de coleta, constatou-se que o sistema conseguiu reter as micropartículas e reduzir o lançamento no corpo hídrico.

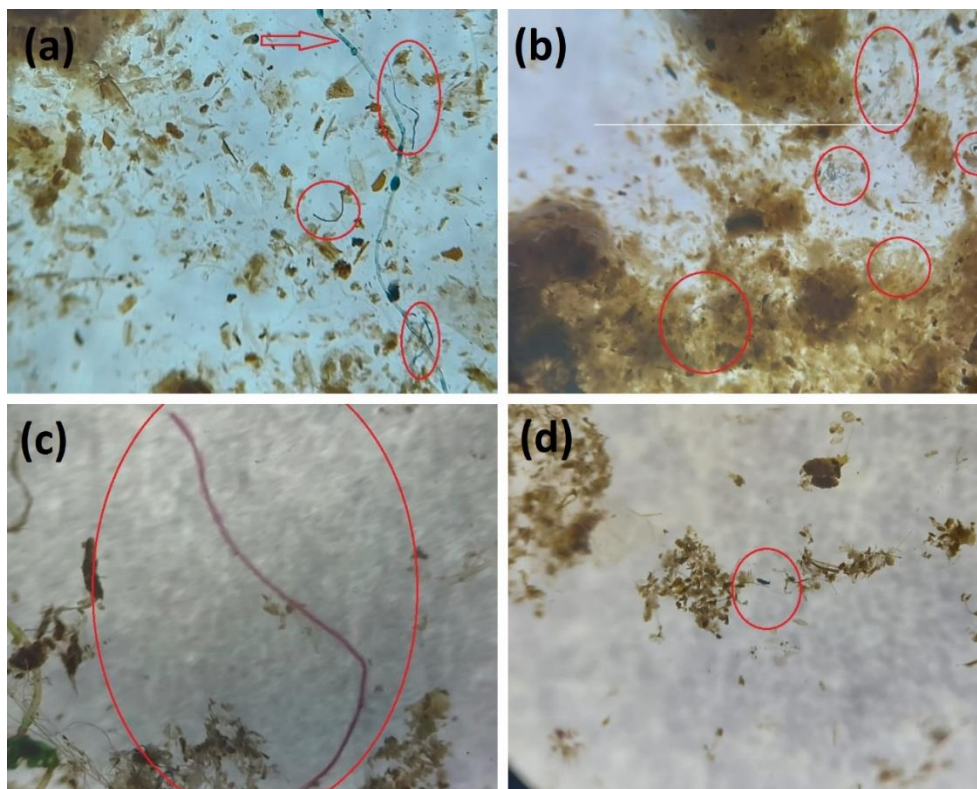
Figura 5: Microplásticos encontrados na ETE 1 (Ampliado 2X).



(a) Fragmentos de plástico- Efluente bruto; (b) Fibras têxteis- Efluente bruto; (c) Fragmentos de plástico- Efluente tratado; (d) Fibras têxteis- Efluente tratado.

Fonte: Elaboração própria (2022).

Figura 6: Microplásticos encontrados na ETE 2 (Ampliado 2X).



(a) Fragmentos de plástico e têxteis- Efluente bruto; (b) Fibras têxteis- Efluente bruto; (c) Fibras têxteis- Efluente tratado; (d) Fragmentos de plástico- Efluente tratado.

Fonte: Elaboração própria (2022).

Em todas as amostras notou-se a presença de MP, principalmente os provenientes de produtos têxteis. A predominância de fibras têxteis sintéticas no esgoto doméstico pode ser resultado da liberação a partir da atividade doméstica de lavagem de roupas, de forma manual ou mecanizada, como a utilização de máquinas de lavar roupas. Segundo Montagner (2021), os MP podem ser lançados nos corpos hídricos em decorrência da utilização de produtos de uso pessoal e lavagem de vestuário, os materiais predominantes das fibras sintéticas são poliéster, acrílico e/ou poliamida. No estudo realizado por Cesa (2017), onde foram avaliados diversos parâmetros que podem influenciar na liberação de fibras sintéticas durante o processo de lavagem de roupas, constatou-se que, em apenas uma lavagem podem ser liberados entre centenas e milhares de MP nas ETEs e mananciais hídricos.

Neste trabalho também foi observada a presença de *glitter*, material plástico com formato hexagonal fabricado normalmente em policloreto de vinila, conhecido popularmente como PVC. Material que pode estar presente em produtos de

uso cosméticos, como maquiagens faciais e corporais (FRANÇA, 2022; YURTSEVER, 2019).

Após a etapa de identificação foi realizada a triagem dos MP. Devido à quantidade de resíduo gorduroso nas amostras houve dificuldade na separação e visualização das partículas. Assim, fez-se necessária a utilização de duas agulhas de aço para auxiliar no manuseio das amostras, que foram cuidadosamente revolvidas e analisadas no microscópio estereoscópico. Foram preparadas 4 placas de petri, uma para cada amostra, identificadas para receber os MP presentes no efluente bruto e tratado das duas ETEs. Os MP identificados foram coletados e transferidos para as placas de petri e contabilizados. Observou-se que na ETE 1, para 15 L de efluente bruto foram contabilizados 1.409 MP, enquanto para o tratado totalizou 5 micropartículas plásticas. Para a ETE 2, a quantidade de MP presentes em 15 L de amostra foi de 1.382 e 38 para efluente bruto e tratado, respectivamente. A Tabela 2 apresenta o resultado quantitativo da triagem realizada nas amostras estudadas.

Tabela 2: Eficiência de retenção de microplásticos nas estações de tratamento de esgoto avaliadas.

ETE	Efluente Bruto (MP)	Efluente Tratado (MP)	Eficiência de remoção de MP
1	1.409	5	99,64%
2	1.382	38	97,25%

Fonte: Elaboração própria (2022).

A reduzida quantidade de MP nas amostras de efluente tratado evidencia o potencial de retenção das ETEs. Em ambas as ETEs avaliadas, foi observada elevada eficiência de retenção de MP com os tratamentos empregados. Principalmente quando os resultados são comparados com o estudo realizado por Kalčíková e colaboradores (2017), onde em escala laboratorial, constatou-se que uma estação de tratamento de efluente onde é empregado tratamento biológico a eficiência de retenção de MP é de 52%.

Os resultados obtidos podem comprovar o que foi constatado por Ribeiro e colaboradores (2018), no qual demonstram a importância do tratamento preliminar, composto por gradeamento e desarenamento, na retenção de materiais como plásticos e resíduos leves. Freire (2018) avaliou a areia proveniente da etapa de desarenamento em uma estação de tratamento de esgoto na cidade

de Natal-RN, e evidenciou a presença de resíduos plásticos, além de galhos e sementes. Do mesmo modo, Jordão e Pessôa (2017) afirmam que materiais como plásticos, fibras, pelos e cabelos são comumente encontrados na areia oriunda da desarenação.

De acordo com Olivatto e colaboradores (2018), no ambiente aquático, os MP normalmente são encontrados em estado de flutuação, entretanto, em alguns casos podem sedimentar no fundo dos corpos hídricos, esse comportamento se deve a variação de densidade das partículas. Majoritariamente, os MP apresentam baixa densidade. De acordo com Hidalgo-Ruz e colaboradores (2012), a densidade das micropartículas plásticas variam de 0,8 a 1,4 g.cm⁻³, valor relativamente baixo quando comparado à densidade normalmente encontrada para areia ou outros sedimentos, que é de 2,65 g.cm⁻³.

Os DAFAs e filtros aeróbios, dentre outras finalidades, são os responsáveis pela remoção dos sólidos orgânicos presentes no efluente. Em ambas as unidades é formada uma manta de lodo no interior dos dispositivos (JORDÃO; PESSÔA, 2017). Esse subproduto, conhecido como lodo, é composto predominantemente de sólidos orgânicos. Apesar disso, estudos apontam para a presença de MP no lodo proveniente de ETE (FERRARI, 2019; GOUVEIA, 2018; KHAN *et al.*, 2022). Assim, os MP sedimentáveis presentes nos efluentes estudados podem ter sido retidos no lodo resultante dessas etapas do tratamento.

A utilização de decantadores em ETEs pode resultar em até 70% da remoção de sólidos em suspensão no efluente (JORDÃO; PESSÔA, 2017). Ainda segundo os autores, decantadores com remoção de espuma são responsáveis pela remoção de sólidos flutuantes. Dessa forma, entende-se que possivelmente os MP flutuantes tenham sido retidos nas escumas dos reatores e

decantadores. Assim, recomenda-se o estudo dos resíduos provenientes de cada etapa do tratamento, a fim de identificar quais são os processos que mais retêm os MP e sugerir possíveis melhorias para o tratamento do lodo, caso seja contaminado.

Outro aspecto observado no estudo foi a relação entre a quantidade de MP liberados nas ETEs e a quantidade de residências atendidas pelos sistemas. Embora a quantidade de MP identificados nas estações de tratamento tenham apresentado valores similares em mesmo volume amostral (15 L), existem indícios de que a contribuição de efluente na ETE 1 seja superior à da ETE 2. Essa característica é de relevante importância para a interpretação dos resultados obtidos. A Tabela 3 expõe a relação entre a quantidade de MP e o número de residências atendidas pelas ETEs.

Tabela 3: Produção de microplásticos nas residências.

ETE	Quantidade de Residências	Quantidade de Microplásticos	Relação de Microplásticos/Residência
1	592	1409	2,38
2	324	1382	4,26

Fonte: Elaboração própria (2022).

A população atendida pela ETE 2 corresponde a 55% da ETE 1, observa-se que a contribuição de esgoto segue a mesma proporção, entretanto, a liberação de MP apresenta aspecto diverso. A liberação de MP na ETE 2 mostrou-se aproximadamente 56% maior do que na ETE 1.

O fator discrepante observado são os tipos de construções que são atendidas pelo sistema, o condomínio 1 trata-se de uma construção do tipo vertical, enquanto o condomínio 2 refere-se a edificações horizontais. Entretanto, os padrões de consumo e emissão de MP adotados pelos habitantes de cada tipo de construção não foram identificados no presente estudo, devido à inexistência de informações complementares. Dessa forma, propõe-se para trabalhos futuros o estudo dos aspectos socioeconômicos e culturais que possam fundamentar esses resultados.

CONCLUSÃO

Os microplásticos são contaminantes emergentes podendo ser onipresentes, e podem

ser encontrados em diversos meios e sob diversas condições. Diante dos resultados obtidos no presente estudo, se torna evidente que o esgoto doméstico é uma expressiva fonte de MP no meio ambiente. No desenvolvimento da pesquisa, comprovou-se a ocorrência de micropartículas plásticas no efluente bruto e tratado em duas ETEs. Foram observados MP do tipo primário, como *glitter*, e MP secundários, como fibras têxteis e macroplásticos fragmentados. A presença de fibras têxteis sintéticas foi predominante em todas as amostras analisadas. A quantidade de MP nos efluentes tratados mostrou representativa diminuição em ambas as ETEs, a redução foi de 99,64% e 97,25% para a ETE 1 e ETE 2, respectivamente. Os resultados obtidos evidenciam que os MP ficam retidos nas unidades de tratamento das ETEs. Os habitantes do condomínio horizontal que é atendido pela ETE 2 possuem padrão de emissão de MP no efluente doméstico 56% maior do que os moradores que contribuem com a ETE 1. As condições que fundamentam esse resultado não foram

analisadas no presente estudo. Deste modo, recomenda-se para trabalhos futuros avaliação dos aspectos socioeconômicos e culturais que podem embasar esse comportamento. Por fim, apesar do elevado nível de retenção constatado nas ETEs estudadas, o efluente tratado pode conter quantidade significativa de MP e o lançamento deste poluente de maneira contínua ao longo do tempo pode promover condições desfavoráveis ao corpo receptor. Ademais, a redução da emissão de MP nas residências é a forma mais efetiva de amenizar a presença desse contaminante no efluente doméstico, e consequentemente nos corpos hídricos.

AGRADECIMENTOS

A Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (UFRB) e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), que apoiou financeiramente o presente trabalho por intermédio da bolsa referente ao Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica-PIBIC.

REFERÊNCIAS

1. AGÊNCIA PORTUGUESA DO AMBIENTE (Portugal). **Microplásticos**, 2021. Acessível em: <<https://apambiente.pt/residuos/microplasticos>>. Acesso em: 12 jul. 2022.
2. ANTONELLI, Jhonatas; AZEVEDO, Júlio. AVALIAÇÃO DE RISCO DE CONTAMINANTES EMERGENTES DE ORIGEM URBANA E RURAL EM CORPOS HÍDRICOS. I **Simpósio do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Recursos Hídricos e Ambiental**. Curitiba, PR, 2018. Acessível em: <<https://eventos.ufpr.br/PPGERHA/PPGERHA2018/paper/viewFile/1294/480>>. Acesso em: 13 jul. 2022.
3. AQUINO, Sérgio; BRANDT, Emanuel; CHERNICHARO, Carlos. Remoção de fármacos e desreguladores endócrinos em estações de tratamento de esgoto: revisão da literatura. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 18, n. 03, Rio de Janeiro, RJ, 2013. p. 187-204. Acessível em: <<https://doi.org/10.1590/S1413-41522013000300002>>. ISSN 1809-4457. <https://doi.org/10.1590/S1413-41522013000300002>>. Acesso em: 13 jul. 2022.
4. ARAÚJO, Ronaldo; WOLFF, Delmira; CARISSIMI, Elvis. Fármacos em águas residuárias: efeitos ambientais e remoção em wetlands construídos. **Revista DAE**, v. 67, n. 218. São Paulo, SP, 2019. p. 137-155. Acessível em: <<http://revistadae.com.br/site/artigo/1794-Farmacos-em-aguas-residuarias-efeitos-ambientais-e-remocao-em-wetlands-construidos->>>. Acesso em: 15 jul. 2022.
5. ARPIN-PONT, Lauren *et al.* Occurrence of PPCPs in the marine environment: a review. **Environmental Science Pollution Research**, v. 23. Heidelberg, Alemanha, 2016. p. 4978–4991. Acessível em: <<https://link.springer.com/article/10.1007/s11356-014-3617-x>>. Acesso em: 13 jul. 2022.
6. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. NBR 9649: **Projeto de redes coletoras de esgoto sanitário**. Rio de Janeiro, RJ, 1986.
7. BERETTA, Magda *et al.* Occurrence of pharmaceutical and personal care products (PPCPs) in marine sediments in the Todos os Santos Bay and the north coast of Salvador, Bahia, Brazil. **Journal of Soils and Sediments**, v. 14, n. 7. Heidelberg, Alemanha, 2014. p. 1278–1286. Acessível em: <<https://link.springer.com/article/10.1007/s11368-014-0884-6>>. Acesso em: 13 jul. 2022.
8. BILA, Daniele; PEREIRA, Tainá; SILVA, Alessandro. QUANTIFICAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DE MICROPLÁSTICOS EM PRODUTOS DE CUIDADO PESSOAL. **30º CONGRESSO ABES**, [s. l.], Natal, RN, 2019. Acessível em: <<https://abesnacional.com.br/XP/XP-EasyArtigos/Site/Uploads/Evento45/Trabalhos CompletosPDF/II-386.pdf>>. Acesso em: 15 abr. 2022.
9. BORGES, Pedro. **ESTUDO HIDROQUÍMICO DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS DO MUNICÍPIO DE CATU-BAHIA**. Monografia (Geologia) - Universidade Federal da Bahia, Salvador, BA, 2015. 73 p. Acessível em: <<https://nehma.ufba.br/estudo-hidroquimico-das-aguas-subterraneas-do-municipio-de-catu-bahia>>. Acesso em: 21 abr. 2022.
10. BRASIL. Ministério do Desenvolvimento Regional. Secretaria Nacional de Saneamento.

- Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento – Diagnóstico Temático - Serviços de Água e Esgoto - 2021.** Brasília, DF, 2020. 35 p. Acessível em: <http://www.snis.gov.br/downloads/diagnosticos/ae/2020/DIAGNOSTICO_TEMATICO_VISAO_GERAL_AE_SNIS_2021.pdf>. Acesso em: 21 abr. 2022.
11. BRASIL. Ministério do Desenvolvimento Regional; Secretaria Nacional de Saneamento. **Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento – Painel de Indicadores – 2020.** Brasília, DF, 2020. Acessível em: <http://appsniis.mdr.gov.br/indicadores/web/agua_esgoto/mapa-agua>. Acesso em: 21 abr. 2022.
 12. BROWNE Mark *et al.* Acúmulo de microplástico nas linhas costeiras em todo o mundo: fontes e sumidouros. **Ciência e Tecnologia Ambiental**, v.45, n. 21. Washington, EUA, 2011. p. 9175-9179. Acessível em: <<https://pubs.acs.org/doi/10.1021/es201811s>>. Acesso em: 15 jul. 2022.
 13. CASAGRANDE, Naiara. **Inclusão dos impactos dos resíduos plásticos no ambiente marinho em avaliação de ciclo de vida.** Dissertação de Mestrado (Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC, 2018. 113 p. Acessível em: <<https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/193766/PGEA0605-D.pdf?sequence=-1&isAllowed=y>>. Acesso em: 15 jul. 2022.
 14. CESA, Flavia. **Microplásticos têxteis: emissão de fibras sintéticas na lavagem doméstica.** 2017. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Programa de PósGraduação em Têxtil e Moda, Escola de Artes, Ciências e Humanidades, Universidade de São Paulo, São Paulo, SP, 2017. Acessível em: <<https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/10/100133/tde-19102017105403/publico/versaocorrigidaflaviacesa.pdf>>. Acesso em: 15 jul. 2022.
 15. CARTAXO, Amanda *et al.* Contaminantes emergentes presentes em águas destinadas ao consumo humano: ocorrência, implicações e tecnologias de tratamento. **Brazilian Journal of development**, v. 6, n. 8. Curitiba, PR, 2020. p. 61814-61827. Acessível em: <<https://www.brazilianjournals.com/index.php/BRJD/article/view/15559>>. Acesso em: 07 jul. 2022.
 16. COLE, Matthew *et al.* Microplastic as contaminants in the marine environment: a review. **Marine Pollution Bulletin**, v. 62, n. 12. Amsterdã, Holanda, 2011. p. 2588- 2597. Acessível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.marpolbul.2011.09.025>>. Acesso em: 07 jul. 2022.
 17. FAGUNDES, Lena; MISSIO, Eloir. Resíduos plásticos nos oceanos: ameaça à fauna marinha / Plastic residues in the oceans: threat to marine wildlife. **Brazilian Journal of Development**, [S. l.], v. 5, n. 3. Curitiba, PR, 2020. p. 2396–2401, 2019. DOI: 10.34117/bjdv5n3-1287. Acessível em: <<https://brazilianjournals.com/ojs/index.php/BRJD/article/view/1287>>. Acesso em: 5 out. 2022.
 18. FERRARI, Matheus. **Avaliação da presença de microplásticos em esgoto sanitário do município de Campo Mourão – PR.** 2019. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Ambiental) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campo Mourão, PR, 2019. Acessível em: <<http://riut.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/7073/1/microplasticosesgotocampomourao.pdf>>. Acesso em: 15 jul. 2022.
 19. FRANÇA, Letícia. **Avaliação ecotoxicológica de microplásticos: toxicidade do glitter sobre embriões de bolacha do mar *Mellita quinquesperforata*.** Trabalho de Conclusão de Curso - Universidade Estadual Paulista (Unesp), São Vicente, SP, 2022. Acessível em: <<http://hdl.handle.net/11449/216778>>. Acesso em: 6 out. 2022.
 20. FREIRE, Amanda. Identificação de microplásticos em águas residuárias do Distrito Federal: uma nova classe **de contaminantes de interesse emergente.** 2019. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Química Tecnológica) -Universidade de Brasília, Brasília, 2019. Acessível em: <<https://bdm.unb.br/handle/10483/23869>>. Acesso em: 07 jul. 2022.
 21. FREIRE, Marcela. **REUTILIZAÇÃO DE RESÍDUO PROVENIENTE DA CAIXA DE AREIA DE ESTAÇÕES DE TRATAMENTO DE ESGOTO NA CONSTRUÇÃO CIVIL: ESTUDO DE CASO.** 2018. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia Civil) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, RN, 2018. Acessível em: <<https://repositorio.ufrn.br/bitstream/12345678>>

- 9/40419/3/reusodeareiaoriginaria%20daET E_Freire_2018.pdf>. Acesso em: 12 jul. 2022.
22. FREITAS, Lisiane. **Estudos de compostos nitrogenados e resultados de plásticos em chorume de aterro sanitário**. 2002. Dissertação de Mestrado (Curso de Pós-Graduação em Química) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, 2002. Disponível em: <<https://lume.ufrgs.br/handle/10183/17308?show=full>>. Acesso em: 5 out. 2022.
23. Fundação Nacional de Saúde. **Manual de Saneamento**. 5ª ed. Brasília: Fundação Nacional de Saúde, FUNASA. 2019.
24. GESAMP (2015). **Fontes, Destino e Efeitos de Microplásticos no Ambiente Marinho: uma Avaliação Global**. ORGANIZAÇÃO MARÍTIMA INTERNACIONAL, 90. ed., Londres, Reino Unido, 2015. 98 p. ISBN 1020-4873. Disponível em: <<http://41.89.141.8/kmfri/handle/123456789/735>>. Acesso em: 12 jul. 2022.
25. GOUVEIA, Ricardo. **Eficiência de remoção de microplásticos em quatro ETAR portuguesas**. 2018. 99 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia do Ambiente) – Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Nova de Lisboa, Lisboa, Portugal, 2018. Disponível em: <https://run.unl.pt/bitstream/10362/50893/1/Gouveia_2018.pdf>. Acesso em: 5 out. 2022.
26. HIDALGO-RUZ Valeria *et al.* Microplastics in the marine environment: a review of the methods used for identification and quantification. **Environmental Science & Technology**, v. 46, n. 6, Washington, EUA, 2012. p. 3060-3075. Disponível em: <<https://pubs.acs.org/doi/10.1021/es2031505>>. Acesso em: 12 jul. 2022.
27. IVAR DO SUL, Juliana. **Contaminação ambiental por microplásticos em Fernando de Noronha, Abrolhos e Trindade**. 2014. Tese (Doutorado em Oceanografia) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife, PE, 2014. Disponível em: <https://repositorio.ufpe.br/bitstream/123456789/18853/1/TESE_Juliana%20Ivar%20do%20Sul_SEM%20assinaturas.pdf>. Acesso em: 12 jul. 2022.
28. JAMBECK, Jenna *et al.* Plastic waste inputs from land into the ocean. **Science**, v.347, n.6223, Washington, EUA, 2015. p.768-771. DOI: <https://doi.org/10.1126/science.1260352>. Disponível em: <<https://www.science.org/doi/10.1126/science.1260352>>. Acesso em: 12 jul. 2022.
29. JORDÃO, Eduardo; PESSÔA, Constantino. **Tratamento de Esgotos Domésticos**. 8 ed. Rio de Janeiro: ABES, 2017. p. 916.
30. KALČÍKOVÁ, Gabriela *et al.* Wastewater treatment plant effluents as source of cosmetic polyethylene microbeads to freshwater. **Chemosphere**, v. 188, Amsterdã, Holanda, 2017. p. 25-31. Disponível em: <<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28865790/>>. Acesso em: 12 jul. 2022.
31. KHAN, NADEEM *et al.* Microplastics: Occurrences, treatment methods, regulations and foreseen environmental impacts. **Environmental Research**, v. 215, Amsterdã, Holanda, 2022. ISSN 0013-9351. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2022.114224>. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0013935122015511>>. Acesso em: 5 out. 2022.
32. MAYNARD, Isabella *et al.* Análise da ocorrência de resíduos plásticos – estudo de caso: Praia de Carapitanga, Brejo Grande, Sergipe. In: POMPÊO, Marcelo; BORGES, Bárbara Rani; PAIVA, Teresa Cristina Brazil de. **Microplásticos nos ecossistemas: impactos e soluções**. [S. l.: s. n.], cap. 7, São Paulo, SP, 2022. p. 88- 100. ISBN 978-65-88234-11-2. Disponível em: <http://ecologia.ib.usp.br/portal/microplastico/livro_todo.pdf>. Acesso em: 5 out. 2022.
33. MONTAGNER Cassiana; VIDAL Cristiane; ACAYABA Raphael. Contaminantes emergentes em matrizes aquáticas do Brasil: cenário atual e aspectos analíticos, ecotoxicológicos e regulatórios. **Quim.Nova**, v. 40, n. 9, São Paulo, SP, 2017. p. 1094-1110. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/qn/a/NJr4QLWkxCKJXd6gHvdwtNk/?lang=pt>>. Acesso em :13 jul.2022.
34. MONTAGNER, Cassiana *et al.* MICROPLÁSTICOS: OCORRÊNCIA AMBIENTAL E DESAFIOS ANALÍTICOS. **Química Nova**, v. 44, São Paulo, SP, 2021. p. 1328-1352, 2021. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/qn/a/VJ58TBjHVqDZsVWLckcFbTQ/>>. Acesso em :12 jun.2022.

35. MONTAGNER, Cassiana *et al.* Ten Years-Snapshot of the Occurrence of Emerging Contaminants in Drinking, Surface and Ground Waters and Wastewaters from São Paulo State, Brazil. **J. Braz. Chem. Soc.**, v. 30, n. 3, Campinas, SP, 2019. p. 614-632. Acessível em: <<https://www.scielo.br/j/jbchs/a/69dD496TQVnPT9RkpQbJdFk/?lang=en>>. Acesso em :13 jul.2022.
36. NUVOLARI, Ariovaldo. **Esgoto Sanitário – Coleta, Transporte, Tratamento e reúso agrícola – 2ª Edição – São Paulo, SP, Editora Blucher – FATEC SP – 2011.**
37. OLIVATTO, Glaucia *et al.* Microplásticos: contaminantes de preocupação global no antropoceno. **Revista Virtual de Química**, Nitéroí, RJ, v. 10, n. 6, 2018. p. 1968-1989. Acessível em: <<http://static.sites.s bq.org.br/rvq.s bq.org.br/pdf/v10n6a16.pdf>>. Acesso em: 15 jul. 2022.
38. OLIVEIRA, Mariana; SANTOS, Nayara; VALENTIM, Alessandra. IDENTIFICAÇÃO DE NOVOS CONTAMINANTES EMERGENTES NO ESGOTO DOMÉSTICO. **31º Congresso da ABES**, [s. l.], Curitiba, PR, 2021. Acessível em: <<https://abes-dn.org.br/abeseventos/31cbesa/>>. Acesso em: 15 jul. 2022.
39. ONU - Organização das Nações Unidas. **Mundo está sendo 'inundado' por lixo plástico, diz secretário-geral da ONU.** Acessível em: <<https://brasil.un.org/pt-br/80163-mundo-esta-sendo-inundado-por-lixo-plastico-diz-secretario-geral-da-onu>>. Acesso em :12 jun.2022.
40. PESSANHA, Raquel. **Contaminantes emergentes em águas brutas e tratadas destinadas ao consumo humano no brasil: uma revisão sistemática da literatura.** 2021. 95 p. Trabalho de Conclusão de Curso (ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL) - INSTITUTO FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO, Vitória, ES, 2021. Acessível em: <https://repositorio.ifes.edu.br/bitstream/handle/123456789/1527/TCC_Contaminantes_Emergentes_%c3%81guas_Brutas_Tratadas.pdf?s equence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 15 jul. 2022.
41. PIATTI, Tania; RODRIGUES, Reinaldo. **Plásticos: características, usos, produção e impactos ambientais.** Maceió, AL: Edufal, 2005. 51 p. Acessível em: <https://usinaciencia.ufal.br/multimedia/livros-digitais-cadernos-tematicos/plasticos_caracteristicas_usos_producao_e_impactos_ambientais.pdf/view>. Acesso em: 12 jul. 2022.
42. RAUPP, Fabiano; BEUREN Ilse. **Metodologia da pesquisa aplicável às Ciências Sociais.** In IM Beuren (Ed.), Como Elaborar Trabalhos Monográficos em Contabilidade: Teoria e Prática, 3ª ed, São Paulo, SP, 2006. p. 76-97. Acessível em: <http://www.geocities.ws/cienciascontabeisfece/estagio/Cap_3_Como_Elaborar.pdf>. Acesso em: 12 jul. 2022.
43. RIBEIRO, Marina. *et al.* REVISÃO BIBLIOGRÁFICA PARA ADEQUAÇÃO DE UMA METODOLOGIA DE DETECÇÃO DO MICROPLÁSTICO NA GOMA E ÁGUAS RESIDUÁRIAS RESULTANTES DO PROCESSO DE BENEFICIAMENTO DA MANDIOCA. **Revista Eletrônica de Gestão e Tecnologias Ambientais**, v. 8, n. 2, Salvador, BA, 2020. p. 119-135. ISSN 2317-563X. Acessível em: <<https://periodicos.ufba.br/index.php/gesta/article/view/42022>>. Acesso em: 12 jul. 2022.
44. RIBEIRO, Thiago *et al.* Contribuição para o aprimoramento de projeto, construção e operação de reatores UASB aplicados ao tratamento de esgoto sanitário – Parte 2: Tratamento preliminar, bombeamento e distribuição de vazão. **Revista dae**, [s. l.], v. 66, São Paulo, SP, 2018. p. 17-29. Acessível em: <http://revistadae.com.br/artigos/artigo_edicao_214_n_1754.pdf>. Acesso em: 12 jul. 2022.
45. SOBRAL, P.; FRIAS, J.; MARTINS, J. Microplásticos nos oceanos - um problema sem fim à vista. **Ecologia**, [s. l.], v. 3, Lisboa, Portugal, 2011. p. 12-21. Acessível em: <<https://www.saneamentobasico.com.br/wp-content/uploads/2019/08/microplasticos-nos-oceanos.pdf>>. Acesso em: 12 jul. 2022.
46. VON SPERLING, M. **Princípios do Tratamento Biológico de Águas Residuárias – Lagoas de Estabilização**, v.03. Minas Gerais: ABES, 1996.
47. YURTSEVER, M. Tiny, shiny, and colorful microplastics: Are regular glitters a significant source of microplastics? **Marine Pollution Bulletin**, v. 146, Amsterdã, Holanda, 2019b. p. 678-682. Acessível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0025326X19305405>>. Acesso em: 05 out. 2022