



Presença de microplásticos no lodo de esgoto doméstico do município de Alagoinhas – BA

Presence of microplastics in domestic sewage sludge in the County of Alagoinhas - BA

Laila de Andrade Queiroz¹, Nayara de Santana Santos¹, Mariana Mendes Costa Oliveira¹, Alessandra Cristina Silva Valentim¹

¹ Universidade Federal Recôncavo da Bahia, Bahia, Brasil

Contato: lailadandrad@hotmail.com

Palavras-Chave

microplásticos
lodo de esgoto
estação de tratamento de
esgoto
fibra
contaminação

Key-word

microplastics
sewage sludge
sewage treatment station
fiber
contamination

RESUMO

Microplásticos são polímeros orgânicos sintéticos onipresentes no ambiente, facilmente transportados, com dimensões inferiores a 5 mm. Apesar da escassez de estudos sobre a abundância de microplásticos no lodo, as Estações de Tratamento de Esgoto (ETE) são consideradas fontes de poluição, por reintroduzir microplásticos no ambiente. Objetivou-se com este estudo, investigar a presença de microplásticos no lodo de esgoto doméstico das ETE do município de Alagoinhas – BA. Foram coletadas amostras de lodo de esgoto líquido e sólido, onde a extração dos microplásticos ocorreu através do método de separação de densidade com solução saturada de cloreto de sódio em água e analisados no esteromicroscópio. Foi observado que o tipo de microplástico com maior presença no lodo de esgoto líquido e sólido foram os microplásticos secundários, classificados como fragmentos. Observou-se também a presença das fibras sintéticas que são liberadas pela lavagem de tecidos. Devido a variedade de microplásticos encontrados no esgoto doméstico conforme fontes emissoras, aproximadamente 298 MP, torna-se necessário ampliar os estudos referentes aos microplásticos no lodo de esgoto, além dos danos causados ao ambiente e à vida humana, bem como a redução da geração de partículas plásticas e aprimoramento da eficiência nas ETE na remoção de microplásticos.

ABSTRACT

Microplastics are synthetic organic polymers ubiquitous in the environment, easily transported, with dimensions of less than 5 mm. Despite the scarcity of studies on the abundance of microplastics in the sludge, Sewage Treatment Stations (STS) are considered sources of pollution, as they reintroduce microplastics into the environment. The objective of this study was to investigate the presence of microplastics in the domestic sewage sludge from the STS in the municipality of Alagoinhas - BA. Samples of liquid and solid sewage sludge were collected, where the extraction of microplastics occurred through the density separation method with a saturated solution of sodium chloride in water and analyzed under a stereomicroscope. It was observed that the type of microplastic with the highest presence in liquid and solid sewage sludge were secondary microplastics, classified as fragments. The presence of synthetic fibers that are released by washing fabrics was also observed. Due to the variety of microplastics found in domestic sewage according to emitting sources, it is necessary to expand studies regarding microplastics in sewage sludge, in addition to the damage caused to the environment and human life, as well as the reduction of the generation of plastic particles and improvement STS efficiency in removing microplastics.

Informações do artigo

Recebido: 1 de dezembro, 2022
Aceito: 24 de outubro, 2023
Publicado: 26 de dezembro, 2023

Introdução

A presença de microplásticos foi apresentada pela literatura científica na década de 70, no ambiente marinho (BARBOZA e GIMENEZ, 2015), a partir disso, sucederam vários estudos relatando as consequências geradas pelos microplásticos ao ambiente (CONNORS et al., 2017). Em 2009, a *National Oceanic and Atmospheric Administration* (NOAA) definiu microplásticos como partículas de polímeros orgânicos sintéticos com dimensões inferiores a 5 mm (HANVEY et al., 2017; OLIVATTO et al., 2018), facilmente transportadas em sistemas ambientais.

Os microplásticos podem ser de origem primária e secundária, onde as partículas primárias são plásticos fabricados em tamanhos pequenos menores que 5 mm, como microesferas, utilizados em indústrias de produtos de higiene pessoal e cosméticos (CHEUNG e FOK, 2017; EERKES-MEDRANO et al., 2015). As micropartículas de plásticos estão presentes também em domicílio, mediante consumo desses produtos supracitados e através da rede de esgoto são conduzidas a mares e rios (FENDALL e SEWELL, 2009; NAPPER et al., 2015). Quanto aos microplásticos de origem secundárias, são resultantes de sucessivas fragmentações e deterioração de macropelásticos, quando exposto a luz solar, vento, água (MURPHY et al., 2016; SONG et al., 2017), dentre outros processos físicos, químicos e biológicos.

Classificados como contaminantes emergentes, os microplásticos (MP) são onipresentes no meio ambiente (RICHARDSON, 2016; 2020) por ser encontrado em todos os tipos de sistemas ambientais, estes trazem altos riscos aos seres vivos, porque apresenta potencial de bloquear o sistema digestivo dos animais a partir de uma ingestão acidental, e ser vetor de transmissão de microorganismos incluindo patógenos, através da formação de um biofilme na superfície dos microplásticos, que são capazes de causar efeitos adversos ao meio ambiente e aos seres humanos (LV et al., 2019; YANG et al., 2021). Os MP também interferem no sistema endócrino, em função da sua capacidade de afetar os sistemas neurológico, imunológico e reprodutivo de animais (ZHOU et al., 2021).

O interesse em estudos sobre microplásticos tem aumentado, devido a facilidade de ser encontrado em ambientes naturais, no entanto, estudos apontam que o efluente da estação de tratamento de esgoto (ETE) é considerado uma fonte significativa de microplásticos (LI et al., 2018), pois recebem efluentes domésticos e industriais, águas pluviais, além de insumo de lixiviados de aterros sanitários (OU e ZENG, 2018). Dentre as atividades realizadas no domicílio a lavagem de roupa é uma que contribui bastante na geração do efluente doméstico, a qual libera fibras de roupas e tecidos sintéticos que são fontes de microplásticos (Santos et al., 2022). Devido ao pequeno tamanho dos MP, menores que 5mm, ainda que o esgoto seja tratado adequadamente, nem sempre essas partículas são retidas no processo de tratamento, resultando em descarte no ambiente juntamente com efluente final (MARTINS e CARREIRA, 2017) ou transferidas para o lodo (OKOFFO et al., 2019).

Embora o tratamento do esgoto realizado nas ETE apresenta eficácia nas estratégias de tratamento quanto a remoção de MP, uma quantidade significativa passa pelo tratamento e fica retida no lodo devido as características dos MP (LUSHER et al., 2019) de se agregarem junto aos sólidos que são removidos durante o tratamento. As ETE não são implantadas com objetivo de remover MP, então, ainda não existe uma tecnologia de tratamento que promova a retenção dessas micropartículas plásticas MP (REZANIA et al., 2018).

O lodo após ser tratado e desidratado resulta em um biossólido, definido pela United States Environmental Protection Agency (USEPA, 1995) como qualquer produto orgânico decorrente do tratamento de esgoto, que pode ser reciclado ou aproveitado desde que não provoque danos à saúde humana, de animais e ao ambiente. Baseado nisso, em virtude do biossólido ser rico em matéria orgânica e nutrientes, ele passa a ser considerado como recurso, deixando de ser resíduo (NIZZETTO et al., 2016). A partir disso, destaca-se a importância da remoção dos MP no lodo de esgoto para que o uso desse biossólido na produção agrícola seja qualificado, sem provocar danos ao ambiente.

Assegurando a qualidade dos corpos hídricos, do solo e a segurança alimentar, as Resoluções Conama nº 357/2005 e nº 430/2011 estabelecem normas quanto a disposição final em corpos hídricos (CONAMA, 2005; CONAMA, 2011) e a Resolução Conama nº 375/2006 que normatiza o uso agrícola de biossólido, determinando a quantidade permitida de matéria inorgânica e dos agentes patogênicos (CONAMA, 2006).

Neste sentido, o objetivo deste trabalho foi investigar a presença de microplásticos no lodo de esgoto doméstico da estação de tratamento do município de Alagoinhas – BA, avaliando a efetividade do tratamento de esgoto quanto a remoção dos microplásticos devido seu poder contaminante.

Material e Métodos

O estudo foi realizado com amostras de lodo de esgoto, coletados na estação de tratamento de esgoto da empresa de Serviço Autônomo de Água e Esgoto (SAAE) do município de Alagoinhas, localizado no Agreste da Bahia, situada a 107 km de Salvador, segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2021) a população estimada do município é de 153.023 habitantes, com área de 707,835 km².

Utilizou-se amostras de lodo de esgoto líquido e sólido, cuja tecnologia usada pela ETE é o tratamento biológico, onde a decomposição da matéria orgânica ocorre através da ação das bactérias. O sistema de tratamento de esgoto adotado pelas ETE estudadas é constituído pelas etapas de gradeamento, caixa de areia, estação elevatória de esgoto bruto, digestor anaeróbio de fluxo ascendente (DAFA), filtro aeróbio submerso, decantador, clorador e leito de secagem.

As amostras de lodo líquido foram coletadas na DAFA, após o processo anaeróbico de digestão logo no primeiro tratamento, e o lodo sólido após processo de

secagem. Todo o material foi coletado em recipientes de vidro para impedir possível contaminação adicional, e conservados em laboratório sob refrigeração a 4°C.

O lodo de esgoto coletado nas ETE é decorrente de atividades domésticas, onde o esgoto das duas estações de tratamento estudadas são provenientes de condomínio residencial, em que a ETE 1 é composta por residencial vertical totalizando 592 apartamentos e a ETE 2 corresponde ao residencial horizontal, onde dispõe de 324 domicílios, as duas formas de moradias recebem esgoto de cerca de 2.368 e 1.296 habitantes, respectivamente, com população estimada na taxa de ocupação domiciliar de 4 habitantes por residência.

A análise das amostras foi realizada na Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, no município de Cruz das Almas, em maio de 2022. Para extração do microplástico do lodo utilizou-se o método de separação por densidade de ThoMPon et al. (2004), ligeiramente modificado, onde os microplásticos de baixa densidade, através das soluções salinas flutuam para a superfície resultando em um sobrenadante.

Proporcionando uma melhor extração dos microplásticos, o sobrenadante foi vertido em um conjunto de peneiras cujas aberturas das malhas foram de 2,4 mm, 600 µm, 420 µm e 300 µm, permitindo a separação da amostra e conseqüentemente dos microplásticos em diferentes intervalos de granulometria.

A solução salina escolhida para o método utilizado foi a solução saturada de cloreto de sódio em água (26,3% m/m), pois é uma solução de baixo custo e não requer descarte especial. Vale salientar, que embora as preocupações com a contaminação de microplásticos estão aumentando, não há um método padronizado para detecção dos mesmos.

Para remoção dos microplásticos no lodo de esgoto sólido, foi pesado 100 g da amostra em um béquer de 2000 mL, em triplicata. A seguir, foi adicionado à amostra 250 mL da solução saturada de cloreto de sódio e agitada manualmente com auxílio de um bastão de vidro durante 4 minutos.

Após agitação repousou por 4 minutos e o sobrenadante foi submetido ao conjunto de peneiras, ao passar pelas peneiras esse sobrenadante foi retido e novamente adicionado a amostra sendo vertido no conjunto de peneiras. Esse procedimento foi executado 10 vezes para cada repetição, de acordo com ThoMPon et al. (2004). Posteriormente, o conjunto de peneiras juntamente ao material retido, foi lavado em água corrente.

De posse do material separado por granulometria, identificou-se visualmente os MP de cada peneira com o auxílio de uma pinça e uma agulha reunindo-as em uma placa de petri de acordo a sua granulometria. Em seguida, todo material identificado visualmente foi submetido a análise no estereomicroscópio binocular (Biofocus, modelo XT-3L-BI) com ampliação de 2X e o que não era microplástico ou fibra foi descartado.

Para MP menores presentes nas amostras, que não foram retidos no procedimento recomendado no método utilizado, o indicado é utilizar métodos de filtração para retenção de microplásticos pequenos (< 1 µm).

Quanto ao lodo de esgoto líquido, todo material coletado foi submetido ao método do cone de Imhoff (ABNT, 1988), recomendada pela NBR 10561 que dispõe sobre:

“O método para a determinação de resíduo sedimentável em amostras de águas e efluentes domésticos e industriais” ABNT (1988, p.1)

Foram adicionados 1000 mL do lodo líquido ao cone Imhoff (Figura 1) a amostra repousou por 60 minutos, após o período de decantação, todo material líquido foi retirado com o auxílio de uma pipeta e uma pera. Após sedimentação os microplásticos foram extraídos pelo método de separação por densidade, e analisados sob estereomicroscópio, como feito com as amostras sólidas do lodo de esgoto, análise feita em triplicata.

Figura 1. Amostra de lodo líquido em decantação no cone Imhoff



Fonte: Autores (2022)

Resultados e Discussões

Os resultados na Tabela 1 apresentam o total de microplásticos e suas categorias para as análises das duas ETE estudadas. As categorias foram divididas visualmente em glitter, fibra e fragmentos plásticos, e o total de MP obtido através do somatório dessas categorias.

Tabela 1. Quantidades dos microplásticos (MP) encontrados e suas categorias

| ETE 1 | Glitter | Fibra | Fragmentos plásticos (nº) |
|-------------|---------|-------|---------------------------|
| Sólido | 1 | 12 | 67 |
| Líquido | 1 | 7 | 23 |
| Total de MP | | | 111 |
| ETE 2 | Glitter | Fibra | Fragmentos plásticos |
| Sólido | 5 | 33 | 123 |
| Líquido | 5 | 2 | 19 |
| Total de MP | | | 187 |

Fonte: Autores (2022)

O número de microplásticos encontrado na ETE 2 foi consideravelmente maior que o encontrado na ETE 1, 187 e 111, respectivamente (Tabela 1), isso porque possivelmente a população relacionada a ETE 2, possui um maior consumo de produtos de cuidados pessoais e geram um volume maior de efluentes de lavanderia, consequentemente produzem mais microplásticos para a estação de tratamento de esgoto. Salienta-se que a ETE 2 configura-se casa como tipo de habitação, enquanto a ETE 1 apartamento, onde em condomínios de casas, o consumo de água tende a ser mais alto que em condomínios de apartamentos e consequentemente uma maior geração de esgoto.

Foram detectados MP em todas as amostras de lodo de esgoto. O tamanho dos microplásticos variaram entre 300 µm e 2,4 mm, de acordo com a abertura das malhas do conjunto de peneiras utilizado na separação por densidade na extração de microplásticos, com solução salina de cloreto de sódio em água (26,3% m/m). Segundo Klein et al. (2015), a solução de cloreto de sódio não é capaz de remover plásticos de alta densidade, dessa forma, os fragmentos de plásticos encontrados nesta análise são plásticos de baixa densidade.

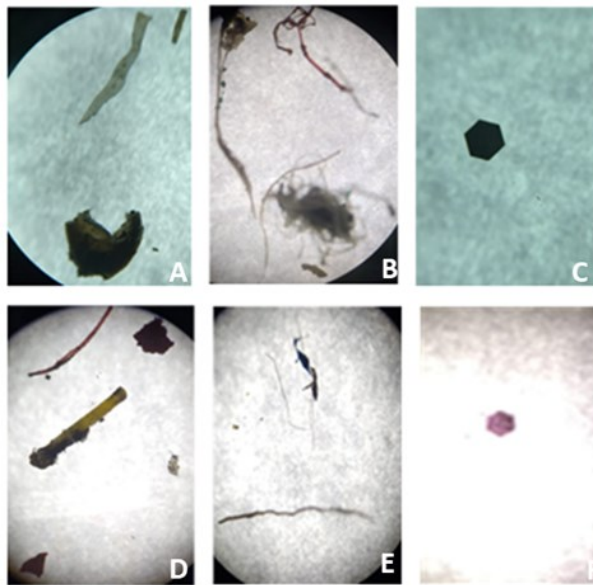
De modo geral, em ambas as ETE, as análises demonstraram que os microplásticos identificados foram em sua maioria de fragmentos plásticos, em segundo as fibras e por fim os glitters. O alto índice de fragmentos encontrados pode se dá ao fato de que são resultantes de produção industrial ou produtos erodidos (HATINOGLU e SANIN, 2021), como também resultantes de atrito, aquecimento, ou desgaste de materiais plásticos, incluindo móveis e utensílios domésticos, e ainda, acabamentos de piso ou tintas de parede (KACPRZAK e TIJING, 2022), já as fibras são frequentemente encontradas pois é proveniente de atividade doméstica, da lavagem de roupas e manuseio de têxteis (LI et al., 2018).

As análises indicaram que os microplásticos encontrados no lodo sólido, tanto em tamanho quanto em quantidade foram maiores quando comparadas ao lodo líquido (Figura 3), para as duas ETE estudadas. O que pode ser atribuído a capacidade que os microplásticos maiores possuem de decantar no tanque, enquanto os menores permanecem em movimento ao longo da ETE (MURPHY et al., 2016).

É possível, que a presença do material particulado na atmosfera influencie na ocorrência de mais microplásticos nas amostras de lodo sólido que os encontrados nas amostras de lodo líquido, em razão do sistema de leito de secagem ser aberto, desse modo, a probabilidade da contaminação pelo ar aumenta. De acordo com Caixeta et al. (2022), os microplásticos são capazes de se transportar através do vento e se associar a partículas mais densas, assim sendo dispostas em diferentes localidades.

Para as amostras analisadas na ETE 1 (Figura 4), tanto para sólido quanto para líquido, a ocorrência de fragmentos plásticos foi superior às fibras, cujas cores predominantes foram branco, verde e azul para as fibras, e branco, vermelho e azul para os fragmentos plásticos.

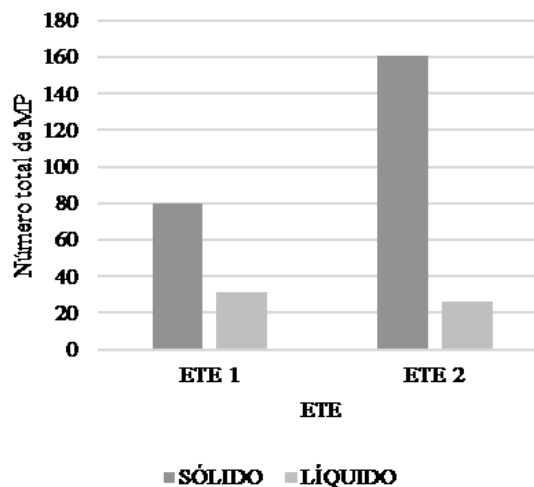
Figura 2. Microplásticos encontrados no lodo de esgoto das ETE



Fonte: Autores (2022)

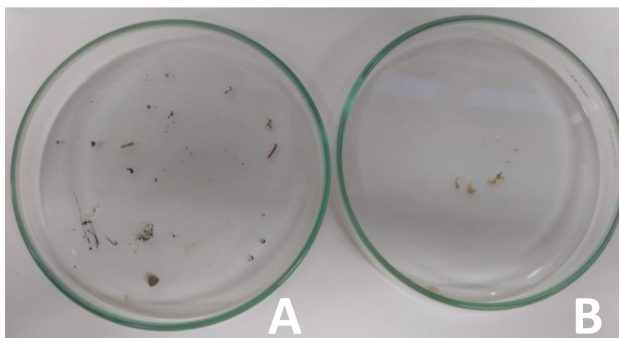
Legenda: A) Fragmentos plásticos – lodo de esgoto sólido; B) Fibras - lodo de esgoto sólido; C) Glitter - lodo de esgoto sólido; D) Fragmentos plásticos – lodo de esgoto líquido; E) Fibras - lodo de esgoto líquido; F) Glitter - lodo de esgoto líquido.

Figura 3. Total de microplásticos encontrados nos lodos das ETEs estudadas



Fonte: Autores (2022)

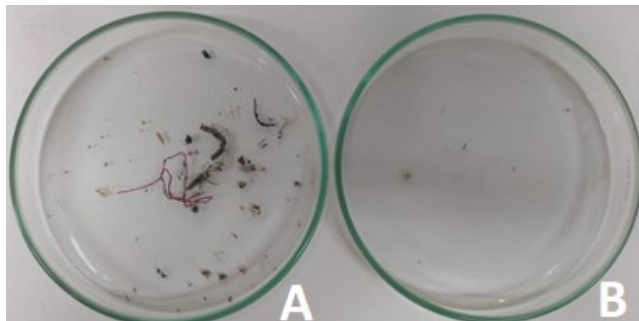
Figura 4 . Microplásticos encontrados na ETE 1



Legenda: A) Lodo de esgoto sólido; B) Lodo de esgoto líquido
Fonte: Autores (2022)

Na ETE 2 foi semelhante (Figura 5), a predominância dos microplásticos pertence a categoria de fragmentos plásticos, em sequência fibras e glitter, pois diferente da ETE 1, a ETE 2 apresentou um número maior de glitters. No que se refere a cor, aconteceu em conformidade a ETE 1.

Figura 5. Microplásticos encontrados na ETE 2



Legenda: A) Lodo de esgoto sólido; B) Lodo de esgoto líquido
Fonte: Autores (2022)

Embora as características dos microplásticos presentes no lodo de esgoto não sejam baseadas em contribuições geradas no local de implantação da ETE, acredita-se que alguns fatores como: a evolução da região, densidade populacional, gerenciamento de resíduos, hábitos cotidianos dos cidadãos, e o tratamento do efluente influenciam de forma considerável (HATINOGLU e SANIN, 2021). Ainda segundo Hatinoğlu e Sanin (2021), a literatura retrata que o estilo de vida das pessoas possui influência significativa quanto a categoria predominante de microplásticos encontrado no lodo.

As ETE estudadas realizam apenas o tratamento preliminar e o tratamento secundário, cuja tecnologia empregada remove sólidos grosseiros e matéria orgânica. Embora algumas ETE removam parte dos MP, dependendo do tipo de tratamento executado, elas não foram projetadas com essa finalidade (BROWNE et al., 2011; CARR et al., 2016; MURPHY et al., 2016). O objetivo das ETE é remover poluentes dos esgotos, eliminando partículas sólidas e inúmeros contaminantes aderidos a essas, inclusive contaminante emergente como o MP.

De acordo com estudos realizados por Lares et al. (2018), sistema de tratamento com lodos ativados remove em torno de 98% de MP, já Magnusson, Norén (2014) e Carr et al. (2016) encontraram que esse sistema pode chegar a um grau de degradação das partículas plásticas de 99,9%. Quando associado tratamento terciário, utilizando adição de químicos e filtração após o processo de lodos ativados, Carr et al. (2016) constatou que não houve indícios de MP no efluente. Assim, reduzindo ou esgotando a incidência de MP no lodo, devido a eficiência das tecnologias de tratamento na remoção de sólidos e quando combinadas aumentam a capacidade de remover MP. Corroborando Carr et al. (2016), pesquisas feitas por Magnusson e Norén (2014); Michielssen et al., (2016); Mintenig et al. (2017), reiteram que realizando a filtração no tratamento terciário obteve uma retenção significativa de microplásticos, porque os filtros de membrana bloqueiam muito mais que os filtros de areia. Portanto, as maiores remoções de MP ocorrem em ETE que possuem

tratamento terciário, por apresentarem tecnologias mais eficientes na remoção de microrganismos, nutrientes, e compostos tóxicos (FERREIRA e PEREIRA, 2012) podendo ocorrer por filtração, osmose reversa, cloração, ozonização, entre outros.

Sabendo que, após secagem, o lodo de esgoto das ETE analisadas é direcionado ao aterro sanitário, essa destinação final permite a introdução dos MP no ambiente, dado que Alimi e colaboradores (2018) relataram que ocorre através do lixiviado. Uma vez em contato com o ambiente, os MP apresentam ameaças à saúde para uma variedade de biota, podendo influenciar de forma negativa fatores como o crescimento e a reprodução das espécies (LUSHER et al., 2019).

O lodo estudado, produto final resultante do tratamento de esgoto, revelou que não pode ser utilizado como bio-sólido e consequentemente reuso agrícola, sem antes passar por um tratamento que promova retirada de metais pesados, patógenos e demais contaminantes, como preconiza a Resolução Conama nº 375/2006 (CONAMA, 2006), ainda que possua composição rica em matéria orgânica e alto potencial de nutrientes. Portanto, qualquer destino diferente da incineração resulta em sua disseminação no meio ambiente (WEITHMANN et al., 2018).

Conclusão

A presença de microplásticos no ambiente é uma realidade atual, esses contaminantes são onipresentes e podem prejudicar a saúde humana e os ecossistemas. Além de ser facilmente encontrado em ambientes naturais, a ETE é considerada uma fonte significativa de MP, pois recebem efluentes domésticos e industriais, que após tratamento, as micropartículas que não foram retidas durante o tratamento são lançadas no corpo hídrico ou transferidas para o solo através do lodo.

A partir dos resultados deste estudo foi possível observar que as duas ETE analisadas obtiveram quantidades significativas de microplásticos, decorrentes de atividades comuns a sociedade, como a lavagem de roupas e limpeza de residências, além do uso de produtos de higiene pessoal e cosméticos.

Os microplásticos observados em maior quantidade foram os fragmentos plásticos, em ambas as ETE, cujas cores encontradas foram branco, vermelho e azul. Além dos fragmentos plásticos, notou-se a presença das fibras, nas cores branco, verde e azul. Embora, as ETE estudadas realizem o mesmo tratamento de esgoto, o número de microplásticos encontrado na ETE 2 foi consideravelmente maior que o encontrado na ETE 1, o que pode estar relacionado ao tipo de habitação, cujas ETE se diferenciam em apartamentos e casa.

De modo geral, as amostras de lodo após secagem apresentaram tamanho maior e em maior quantidade quando comparada ao lodo de esgoto líquido, acredita-se ser devido a influência do material particulado na atmosfera, pois o sistema de leite de secagem é aberto, então a probabilidade da contaminação pelo ar aumenta.

Dessa forma, recomenda-se a ampliação dos estudos acerca dos microplásticos no lodo de esgoto, em virtude da sua destinação e do seu poder contaminante ao

ambiente e aos humanos, aprimoramento da eficiência nas estações de tratamento quanto a remoção de microplásticos e principalmente, a diminuição na geração das partículas plásticas.

Referências

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. NBR 10561: **Águas - Determinação de resíduos sedimentáveis (sólidos sedimentáveis) - Método do cone de Imhoff**. Rio de Janeiro, 1988.
- ALIMI, O. S. et al. Microplásticos e nanoplásticos em aquáticoambientes: agregação, deposição, emelhorada contaminante transporte. **Ambiental Ciência & Tecnologia**, v.53, pág. 1704-1724, 2018.
- BARBOZA, L. G. A.; GIMENEZ, B. C. G. **Microplastics in the marine environment: current trends and future perspectives**. Marine Pollution Bulletin 2015, 97, 1.
- BROWNE, M. A., NIVEN, S. J., GALLOWAY, T. S., ROWLAND, S. J., THOMPON, R. C. Microplastic moves pollutants and additives to worms, reducing functions linked to health and biodiversity. **Curr Biol**. 2;23(23):2388-92, Dec 2013. doi: 10.1016/j.cub.2013.10.012. PMID: 24309271.
- BROWNE, M.A., CRUMP, P., NIVEN, S.J., TEUTEN, E.L., TONKIN, A., GALLOWAY, T., THOMPON, R.C. Accumulations of microplastic on shorelines worldwide: sources and sinks. **Environmental Science & Technology** 45, 9175–9179 2011. DOI:<https://doi.org/10.1021/es201811s>
- CAIXETA, D. S; MORAIS E. B; CAIXETA, F. C; CAIXETA, I. M. S. Microplásticos como indicadores de poluição ambiental e seus efeitos sobre os organismos. **Enciclopédia Biosfera**, Centro Científico Conhecer. Jandaia-GO, v.19 n.40; p. 23 2022. Disponível em: <https://www.conhecer.org.br/enciclop/2022b/microplasticos.pdf>> DOI:10.18677/EnciBio_2022B23
- CARR, S.A., LIU, J., TESORO, A.G. Transport and fate of microplastic particles in wastewater treatment plants. **Water Research** 91, 174–182. 2016 DOI:<https://doi.org/10.1016/j.watres.2016.01.002>
- CHEUNG, P. K. e FOK, L. Caracterização de microesferas plásticas em esfoliantes faciais e 456 suas emissões estimadas na China Continental. **Água Res.** 122, 53-61, 2017.
- CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE, 2005. **Resolução CONAMA nº 357/05 - Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes**. Conselho Nacional do Meio Ambiente, Brasil.
- CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE, 2006. **Resolução CONAMA nº 375/06 - Define critérios e procedimentos, para o uso agrícola de lodos de esgoto gerados em estações de tratamento de esgoto sanitário e seus produtos derivados**. Conselho Nacional do Meio Ambiente, Brasil.
- CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE, 2011. **Resolução CONAMA nº 430/11 - Dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes, complementa e altera a Resolução no 357, de 17 de março de 2005**. Conselho Nacional do Meio Ambiente, Brasil.
- CONNORS, K. A.; DYER, S. D.; BELANGER, S. E. Advancing the quality of environmental microplastic research. **Environmental Toxicology and Chemistry**, v. 36, n. 7, p. 1697–1703, 2017.
- EERKES-MEDRANO, D., THOMPON, R. C. e ALDRIDGE, D. C. Microplásticos em sistemas 460 de água doce: uma revisão das ameaças emergentes, identificação de lacunas de conhecimento e priorização 461 das necessidades de pesquisa. **Água Res.** 75, 63-82, 2015.
- FENDALL, L. S., SEWELL, M. A. Contributing to marine pollution by washing your face: Microplastics in facial cleansers. **Marine Pollution Bulletin**, v. 58, n. 8, p. 1225-1228, 2009.
- FERREIRA, E. M. M., PEREIRA, M. Tratamentos Terciários. **Sebenta: Tratamento de Água e Efluentes Líquidos**. Braga: UM, 2012, p. 2, 2012.
- HANVEY, J.S., LEWIS, P.J., LAVERS, J.L., CROSBIE, N.D., POZO, K., & CLARKE, B.O. Uma revisão de técnicas analíticas para quantificar microplásticos em sedimentos. **Analytical Methods**, 9(9), 1369–1383, 2017.. doi:10.1039/c6ay02707e.
- HATINOGLU, M.D., SANIN, F. D. Lodo de esgoto como fonte de microplásticos no meio ambiente: uma revisão da ocorrência e destino durante o tratamento de lodo. **Revista de Gestão Ambiental**, 2021. DOI:<https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2021.113028>
- IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Cidades e estados: Alagoínhas. IBGE, 2021. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/ba/alagoínhas.html>. Acesso em: 08 jun. 2022.
- KACPRZAK, S.; TIJING, L. D. Microplastics in indoor environment: Sources, mitigation and fate. **Journal of Environmental Chemical Engineering**, v. 10, n. 2, 2022. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.jece.2022.107359>>. doi: 10.1016/j.jece.2022.107359
- KLEIN, S., WORCH, E., KNEPPER, T.P. Ocorrência e distribuição espacial de microplásticos em sedimentos ribeirinhos da região do Reno-Meno na Alemanha. **Ambiente. Sci.** (2015).
- LARES, M. et al. Occurrence, identification and removal of microplastic particles and fibers in conventional activated sludge process and advanced MBR technology. **Water research**, v. 133, p. 236-246, 2018.
- LI, X., CHEN, L., MEI, Q., DONG, B., DAI, X., DING, G., ZENG, E.Y. Microplásticos em lodo de esgoto das estações de tratamento de águas residuais na China. **Água Res.** 142, 75-85, 2018. DOI:<https://doi.org/10.1016/j.watres.2018.05.034>
- LUSHER AL, HURLEY RR, VOGELSANG C: **Microplásticos em lodo de esgoto: capturados, mas liberados? Microplásticos em água e águas residuais**, Hrissi K. Karapanagioti, Ioannis K. Kalavrouziotis Baixar arquivo de citação: Ris (Zotero) Reference Manager EasyBib Suportes para livros Mendeley papers EndNote RefWorks BibTex fechar Pesquisa. 2019.
- LV, X., DONG, Q., ZUO, Z., LIU, Y., HUANG, X., WU, W.M.. Microplásticos em uma estação municipal de tratamento de águas residuais: destino, distribuiç