



Autor: Vanessa Lima
Nome da obra: Jaguar
Dimensões: 29,7x21x0 cm (A4)
Técnica: carvão vegetal

MICROPLÁSTICOS EM EFLUENTE SANITÁRIO: estudo de caso em estação de tratamento de esgoto

DOI: <https://doi.org/10.22533/at.ed.3172405038>

Amanda Baptista⁵⁸

Albertina Xavier da Rosa Corrêa⁵⁹

Livia Garcia Prado⁶⁰

Maria Gloria Dittrich⁶¹

Joaquim Olinto Branco⁶²

Introdução

O plástico surgiu como uma solução versátil e provocou mudanças no consumo e estilo de vida das pessoas (PIATTI; RODRIGUES, 2005). Seu baixo custo, elevada durabilidade, leveza, transparência, maleabilidade e impermeabilidade fizeram com que fosse empregado na indústria, na medicina e em diversos setores da sociedade (MANO; MENDES, 2004; RIOS; MOORE JONES, 2007). Devido a suas características, seu consumo passou a ser desenfreado e trouxe grande preocupação em relação à quantidade de resíduos plásticos gerados e descartados de forma incorreta no meio ambiente (DERRAIK, 2002).

Apesar de o cenário atual ser preocupante, a produção mundial de plásticos vem acelerando nos últimos anos, passando de 1,5 milhão de toneladas (Mt) em 1950 para acima de 300 milhões de toneladas em 2017 (ANDRADY, 2011; HAMMER; KRAAK; PARSONS, 2012; HORTON et al., 2017). A taxa de produção do plástico é maior do que outros materiais sintéticos e é estimado que seu desperdício cumulativo aumente de seis bilhões de toneladas métricas (Btm) para mais de 25 entre 2015 - 2050 (GEYLER; JAMBECK; KARA, 2017).

A gestão de resíduos é um dos passos para mitigar os impactos causados pelo plástico, porém não ocorre de forma eficaz no Brasil. Apenas 1% do material plástico pós-consumo é destinado à reciclagem no país e apesar de cerca de 90% dos municípios possuírem coleta de resíduos domésticos, apenas 15% dispõem de coleta seletiva, dificultando o processo de reciclagem em grande escala (ABIPLAST, 2015). Outro obstáculo que as empresas de reciclagem enfrentam está na identidade do polímero, devido à mistura de materiais poliméricos empregados na composição de um produto (HAMMER; KRAAK; PARSONS, 2012).

O grupo de compostos denominados plásticos é diverso, e formado por diferentes tipos de materiais sintéticos com distintas simbologias e aplicações. Alguns tipos são mais utilizados em embalagens de alimentos, outros na construção civil e outros em produtos como brinquedos. O percentual de consumo de cada tipo também difere e depende de seu uso na indústria. Os tipos de plásticos estão descritos na Tabela 1.

58 Engenheira Ambiental e Sanitária, Universidade do Vale do Itajaí, e-mail. amandabaptista.itj@gmail.com.








59 Doutora em Ciência e Tecnologia Ambiental, Universidade do Vale do Itajaí, Linha de Pesquisa Aspectos Socioambientais e culturais das Políticas Públicas, PMGPP, e-mail. acorrea@univali.br.

60 Doutoranda em Ciência e Tecnologia Ambiental, Universidade do Vale do Itajaí, e-mail. liviagarcia Prado@gmail.com.

61 Doutora em Teologia, Universidade do Vale do Itajaí, Linha de Pesquisa Aspectos Socioambientais e culturais das Políticas Públicas, PMGPP, e-mail. Gloria.dittrich@univali.br

62 Doutor em Zoologia e Doutor em Ecologia e Recursos Naturais, Universidade do Vale do Itajaí, Linha de Pesquisa Aspectos Socioambientais e culturais das Políticas Públicas, PMGPP, e-mail. branco@univali.br

Tabela 1. Classificação das resinas termoplásticas de consumo da indústria.

Resina termoplástica	Simbologia	Percentual de consumo (%)	Aplicação
Poli (tereftalato de etileno)		5,9	Filamentos, fitas magnéticas, filmes para radiografias, embalagens para cozimento de alimentos, garrafas para bebidas carbonatadas, frascos para alimentos, cosméticos e produtos de limpeza.
Poliétileno de alta densidade		13,5	Embalagens de produtos de limpeza e produtos químicos, fabricação de autopeças
Policloreto de vinila		12,6	Embalagens de alimentos, cosméticos e medicamentos, mangueiras, tubos e conexões, recobrimento de fios e cabos, em forração, revestimento de pisos, "couro sintético", estofados e acessórios médico-hospitalares
Poliétileno de baixa densidade		11,4	Embalagens para alimentos e produtos de higiene pessoal, tubos para irrigação, isolamento de fios
Polipropileno		20,3	Dobradiças, autopeças, embalagens para alimentos, fibras, isolamento acústico/térmico para construção civil, boias, monofilamentos
Poliestireno		5,7	Copos, pratos e talheres descartáveis, brinquedos, produtos para escritório
Outros (PEDBL, EPS, EVA, Plásticos de engenharia, Plásticos reciclados)		30,6	Embalagens multicamadas para biscoitos e salgadinhos, mamadeiras, CD, DVD, utilidades domésticas.

Fonte: ABNT NBR 13230:2008; ABIPLAST, 2015; ABIPLAST, 2018. Adaptada.

Origem e classificação dos microplásticos

Dentro dos materiais plásticos, há uma crescente preocupação com as pequenas partículas denominadas microplásticos. A palavra "microplástico" foi utilizada pela primeira vez por Thompson et al. (2004) e o termo "micro" demonstra a necessidade de utilização da microscopia para sua visualização. Os primeiros microplásticos foram observados em rebocadores de plâncton na América do Norte na década de 1970 (CAR-

PENTER; SMITH, 1972). Desde então, são encontrados em diversos ecossistemas e por serem facilmente confundidos com alimentos, já foram identificados no conteúdo intestinal de diferentes espécies da fauna, como por exemplo, em caranguejos-fantasma (*Ocypode quadrata*) (COSTA et al., 2019).

Conforme abordado no Workshop Internacional de Pesquisa sobre Detritos Marinhos Plásticos, realizado pela *National Oceanic and Atmospheric Administration* (NOAA), são classificadas como microplásticos as partículas de dimensões inferiores a 5 mm. Embora não haja requisito para um “limite inferior” no tamanho dos microplásticos, reconhece-se como sendo 333 µm, em virtude das redes de nêuston de malha 333 µm, comumente usadas em coletas de campo para capturar plâncton e detritos flutuantes (ARTHUR et al., 2008). Ainda, conforme Hidalgo-Ruz et al. (2012), é necessária uma padronização no tamanho de classificação dos microplásticos.

Os microplásticos podem ser encontrados na forma de fragmentos, fibras e grânulos (THOMPSON et al., 2004) e são classificados de acordo com sua origem no meio ambiente. O microplástico denominado primário é produzido já em tamanho microscópico, com finalidade de constituir a formulação de produtos utilizados na indústria, em produtos de limpeza, em cosméticos, em itens de higiene pessoal ou como matéria-prima a ser derretida e moldada para fabricação de materiais plásticos (ARTHUR et al., 2008; ARTHUR; BAKER, 2012; RIOS; MOORE; JONES, 2007). São também utilizados pela indústria têxtil na forma de fibras para confecção de tecidos sintéticos (BROWNE et al., 2011).

Já o microplástico secundário resulta da fragmentação de plásticos maiores descartados no ambiente aquático e terrestre, os quais são expostos à degradação física, química ou biológica por meio da radiação, abrasão e demais ações extremas do clima (COLE et al., 2011; ARTHUR et al., 2008; GESAMP, 2015). Os fatores de fragmentação estão relacionados também ao tipo de polímero ao qual este derivou. Durante a degradação, o material plástico sofre alteração de suas propriedades e torna-se mais frágil (DE PAOLI, 2008; BARNES et al., 2009; COLE et al., 2011; RABELLO; DE PAOLI, 2013; ANDRADY, 2011; GESAMP, 2015; ROCHA-SANTOS; DUARTE, 2015).

Devido à diminuição da integridade estrutural, em geral, os plásticos tornam-se mais suscetíveis à fragmentação (BARNES et al., 2009; BROWNE; GALLOWAY, THOMPSON, 2007). Este processo faz com que os fragmentos tornem-se cada vez menores, até serem classificados como microplásticos ou nanoplásticos (ANDRADY, 2011; FENDAL; SEWELL, 2009; RIOS; MOORE; JONES, 2007; RYAN et al., 2009).

Problemas causados pelos microplásticos

Nos ecossistemas aquáticos e terrestres, a ingestão de microplásticos é um dos principais problemas ambientais relatados, pois seu pequeno tamanho faz com que estes materiais sejam facilmente ingeridos por diversos organismos. Sua ingestão pode causar danos físicos, hormonais, fisiológicos, alterações de comportamento e desequilíbrio do nicho ecológico (ANBUMANI; KAKKAR, 2018). Em organismos menores, a ingestão de partículas de microplásticos ameaça a estabilidade das cadeias alimentares, uma vez que os contaminantes podem bioacumular e biomagnificar nos níveis tróficos mais elevados (HAMMER; KRAAK; PARSONS, 2012). A cor dos microplásticos interfere diretamente na sua ingestão e quanto maior a semelhança com presas, maior a chance de o predador confundir as partículas com alimentos (CARPENTER et al., 1972; GREENE,

1985; SHAW; DAY, 1994; WRIGHT et al., 2013).

Além da relação entre tamanho e cor, o formato dos microplásticos pode também afetar seu manuseio e capacidade de ingestão das partículas (BOTTERELL et al., 2019; COPPOCK et al., 2019). Estudos utilizaram microesferas de poliestireno em um teste feito com copépodes das espécies *Tigriopus japonicus* e *Centropages typicus*, e concluíram que há ingestão de microplásticos, indicando uma biodisponibilidade para diferentes espécies (LEE et al., 2013; GALLOWAY, 2013; COLE; GALLOWAY, 2015). Outros estudos que analisaram a ingestão feita por zooplanktons descobriram que as microfibras também eram ingeridas pelos mesmos (DESFORGES et al., 2015; SUN et al., 2017; STEER et al., 2017).

Além de causar desequilíbrio nas cadeias alimentares, os microplásticos podem transportar microrganismos que atuam como vetores (OBERBECKMANN et al., 2015), como o *Vibrio* spp., já encontrados em microplásticos de polietileno, polipropileno e poliestireno (KIRSTEIN et al., 2016). Deste modo, a lixiviação de aditivos plásticos e o acúmulo de outros compostos tóxicos e de microrganismos patogênicos, tornam os microplásticos um coquetel complexo de substâncias nocivas (COLE et al., 2011; ZETTLER et al., 2013; WANG et al., 2019).

Seus riscos para a saúde humana vão além e estão também relacionados aos componentes de plásticos como ftalatos, Bisfenol A (BPA), éteres difenílicos polibromados (PBDE) e Tetrabromobisfenol A (TBBPA), os quais possuem a capacidade de alterar o sistema endócrino. Os ftalatos e PBDE's, por exemplo, funcionam como bloqueadores de testosterona, os BPA possuem ação semelhante aos estrógenos e tanto os PBDE quanto o TBBPA são capazes de interromper a homeostase do hormônio da tireoide (TALVITIE et al., 2017).

Requisitos legais para lançamento de efluentes

Legislação Estadual de Santa Catarina

Os padrões e condições de lançamento de efluentes em âmbito estadual são regulamentados pela Resolução CONSEMA nº 182/2021 que estabelece as diretrizes para os padrões de lançamento de esgotos sanitários de sistemas de tratamento públicos e privados. Todavia, assim como a regulamentação federal para lançamento de efluentes, no âmbito estadual também não são apresentados parâmetros relativos à concentração de microplásticos no efluente de Sistemas de Tratamento de Esgotos Sanitários.

Legislação Municipal

O município de Itajaí não possui uma diretriz própria para os padrões e condições de lançamento de efluentes, seguindo a legislação estadual. Porém, o Instituto Itajaí Sustentável – INIS, apresentou a Instrução Normativa (IN) nº 103, que tem como objetivo definir a documentação necessária para os projetos de sistema de tratamento de efluentes sanitários no âmbito dos processos de licenciamento ambiental e estabelecer critérios para apresentação de documentos, projetos, estudos e plantas no referido Instituto. Esta IN traz no seu escopo que os sistemas de tratamento de efluentes devem apresentar 90% de redução de materiais sedimentáveis e que a interpretação das análises de relatórios das Licenças Ambientais de Operação deve atender as Reso-

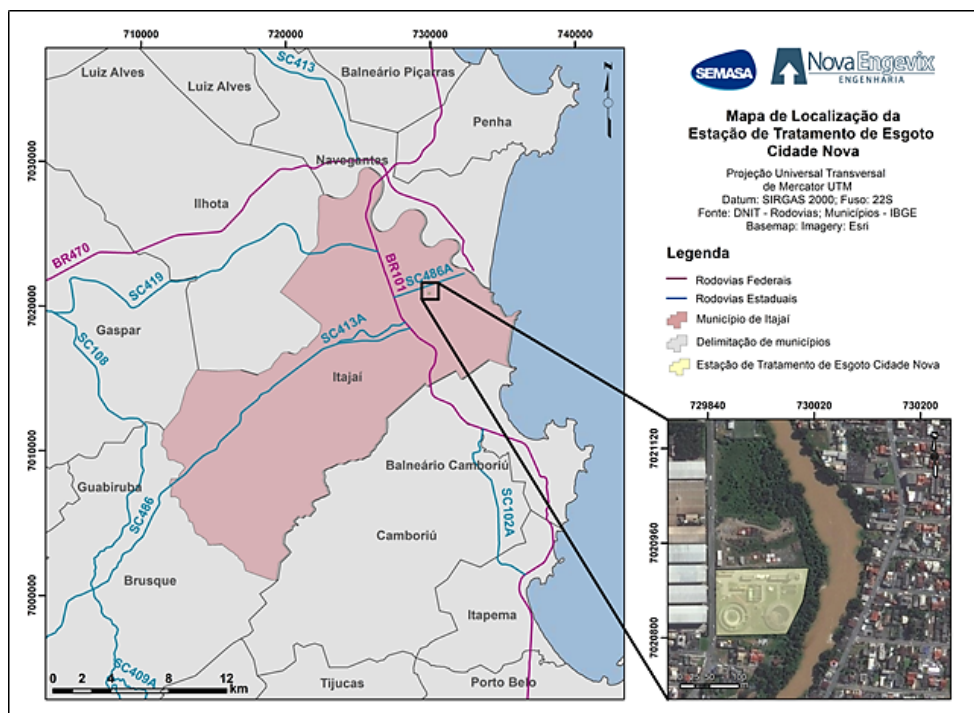
luções CONAMA nº 430 e 182, Lei 14.675 (BRASIL 2011, 2021; SANTA CATARINA, 2009).

Análise de microplásticos na Estação de Tratamento de Esgoto Cidade Nova, Itajaí, SC.

- Área de Estudo

O estudo foi realizado na Estação de Tratamento de Esgoto (ETE), localizada no bairro Cidade Nova, pertencente ao Serviço Municipal de Água, Saneamento Básico e Infraestrutura (SEMASA) do município de Itajaí, no estado de Santa Catarina (Figura 1). Foram coletadas 5 amostras da entrada, 5 amostras do tanque de homogeneização e 5 amostras da saída da ETE nos meses de março, abril, junho, agosto e setembro de 2021, totalizando 15 amostras.

Figura 1 – Mapa Localização da ETE Cidade Nova no município de Itajaí - SC.

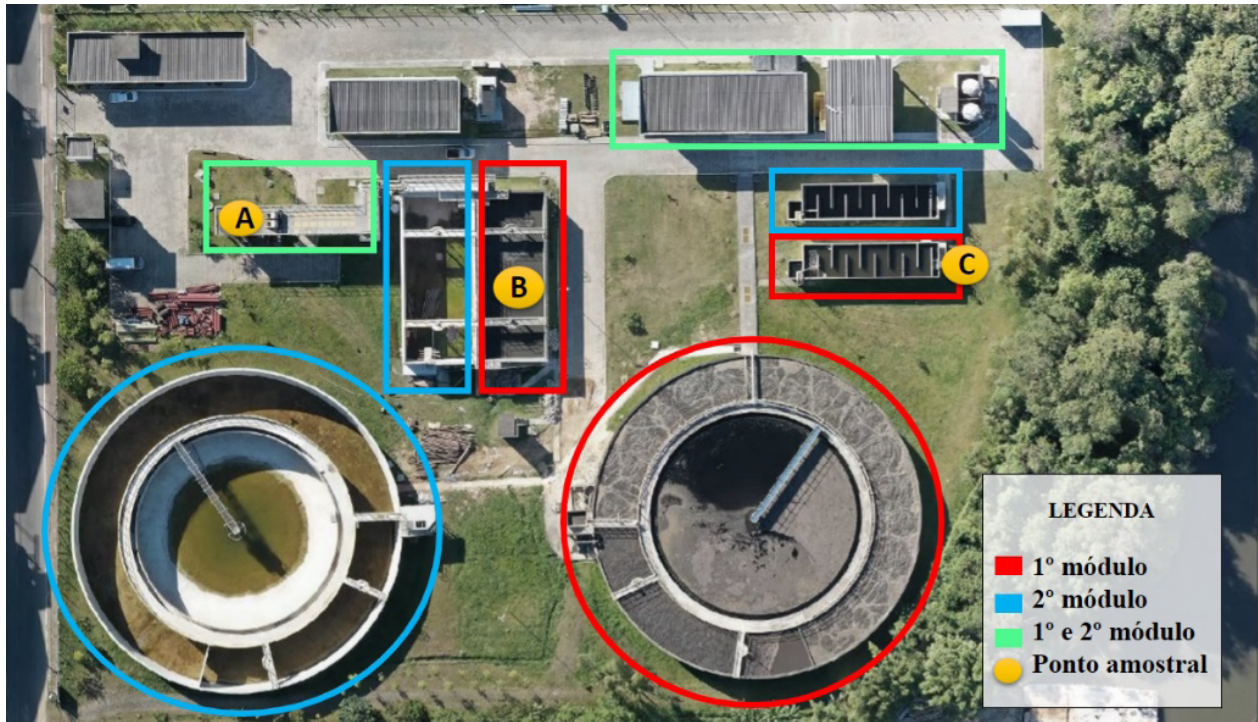


Fonte: Nova Engevix Engenharia (2021).

O tipo de sistema coletor de esgotamento sanitário do município de Itajaí que encaminha o esgoto bruto até a ETE Cidade Nova é classificado como separador convencional e foi projetado para coletar os esgotos sanitários em tubulações separadas da rede de coleta pluvial. A ETE Cidade Nova foi inaugurada no ano de 2014 e realiza o tratamento de afluentes provenientes de esgoto doméstico coletado nos bairros de Cabeçadas, Centro, Fazenda, Fazendinha, Dom Bosco, Praia Brava e parte da Vila Operária (NOVA ENGEVIX ENGENHARIA, 2021). Estes bairros foram definidos como prioridade devido a sua localização próxima às praias, a fim de evitar a contaminação da água pelo lançamento de esgoto bruto na zona costeira e, assim, melhorar a balneabilidade.

O sistema de tratamento da parte líquida da ETE Cidade Nova (figura 2) está dividido em três fases, sendo estas: preliminar, secundária e terciária. Ainda, a ETE Cidade Nova possui um módulo do sistema compacto de lodo ativado convencional com remoção de nitrogênio.

Figura 2 - Módulos da ETE Cidade Nova e pontos de coleta.



Fonte: Baptista (2021).

O efluente tratado pela ETE Cidade Nova é lançado na bacia do rio Itajaí-Mirim, no trecho natural, que faz parte da bacia do rio Itajaí-Açu. Este pertence a Região Hidrográfica do Vale do Itajaí, a qual faz parte do sistema de drenagem da vertente do Atlântico. A bacia do rio Itajaí-Mirim está localizada na região do Vale do Itajaí, em Santa Catarina, Brasil e é considerada a maior sub-bacia de drenagem do rio Itajaí-Açu (Figura 3) HOMECHIN JR; BEAUMORD, 2007).

Figura 3 – ETE Cidade Nova no Estuário do Rio Itajaí-Açu.



Fonte: Nova Engevix Engenharia (2021).

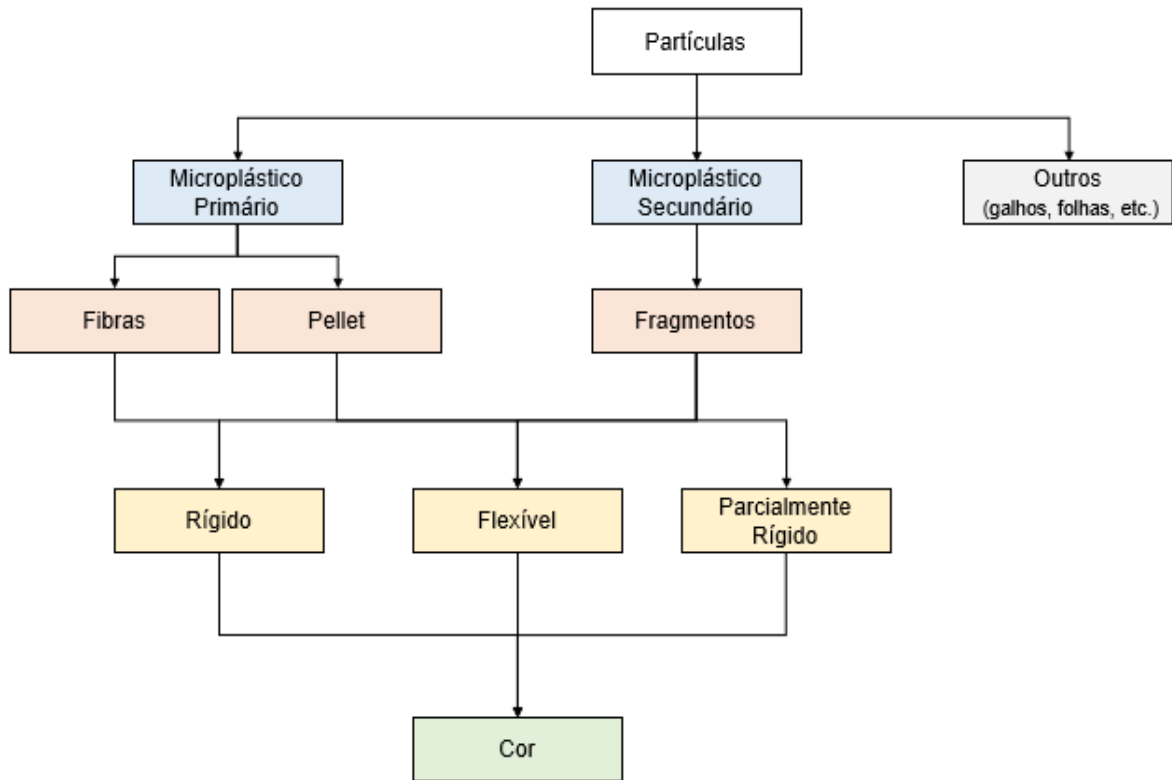
O rio Itajaí-Mirim tem sua nascente no município de Vidal Ramos, sendo sua foz localizada em Itajaí. O rio Itajaí-Mirim possui extensão de 170 km, com área de drenagem de 1.677,2 km². No ano de 1975 foi concluída a retificação de 8,1 km do rio Itajaí-Mirim, com o objetivo de conter as enchentes que ocorriam nos municípios da bacia. Desde então, considera-se que o antigo curso do rio foi perdendo importância em termos de escoamento de água e passou a acumular esgotos urbanos, dando origem a um problema ambiental e de saúde pública (COMITÊ DO ITAJAÍ, 2010).

Identificação de microplásticos no Tratamento de Esgoto

Devido aos microplásticos possuírem diferentes densidades, supõe-se que sejam removidos nos processos de pré-tratamento e tratamento primário. Este fator foi comprovado em estudos que identificaram a remoção de 75% a 97% das partículas (CARR; LIU; TESORO, 2016; LESLIE et al., 2017; TALVITIE et al., 2017). A eficiência da remoção dos microplásticos está relacionada ao tipo de filtração utilizada no tratamento terciário, a qual pode remover uma quantidade considerável de detritos que não foram retidos nos processos anteriores. A filtração mais eficiente é a filtração por membranas, ou microfiltração (MAGNUSSON; NORÉN, 2014; MICHIELSEN et al., 2016; MINTENIG et al., 2017).

No estudo desenvolvido por Baptista (2021) na ETE Cidade Nova, no município de Itajaí, foi utilizada uma lupa estereoscópica binocular e ampliação de até 40x para a caracterização do material conforme Figura 4. Esta caracterização consistiu em separar o material visualmente considerado plástico dos demais materiais e fotografá-los para análise da sua morfologia (formato, flexibilidade e cor) e classificação entre primário ou secundário.

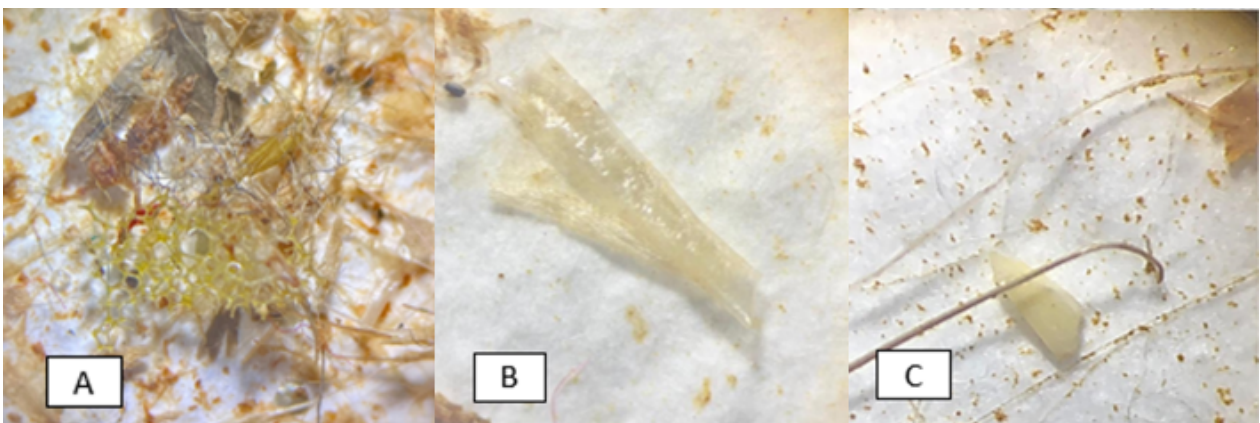
Figura 4 - Fluxograma de identificação qualitativa visual dos microplásticos coletados.



Fonte: Baptista, (2021)

Através da análise de microscopia foi possível visualizar nas amostras de entrada, homogeneização e saída da ETE (figura 5) a presença de fragmentos com características de microplásticos de diferentes cores e formatos, tanto primários como secundários.

Figura 5 - Fragmentos de microplásticos encontrados na entrada, esgoto bruto (A) no esgoto homogeneizado (B) e no esgoto tratado (C), com aumento de 40x.



Fonte: Baptista, (2021)

Foram encontrados microplásticos primários e secundários em todos os filtros analisados. Os microplásticos primários ocorreram majoritariamente na forma de fibras e fragmentos. O formato de pellets foi identificado em poucas amostras. Com relação à flexibilidade das partículas, todas as análises continham plásticos flexíveis. A flexibilidade é uma característica de plásticos como o polietileno de baixa densidade, o

qual é utilizado para fabricação de embalagens. Partículas parcialmente flexíveis foram encontradas em 10 análises e rígidas em apenas 7. Estes tipos de partículas apresentam características de materiais compostos por polímeros como o polietileno de alta densidade (PEAD), polipropileno (PP), poli (tereftalato de etileno) (PET), poliuretano (PU) ou poliestireno (PS) (ABIPLAST, 2018). Deste modo, a ETE analisada não apresentou 100% de eficiência na retenção de microplásticos.

Conforme estudos desenvolvidos em outros países, publicados por Carr, Liu e Tesoro (2016), Michielssen et al. (2016), Murphy et al. (2016), Talvitie et al. (2017) e Gouveia (2018), as Estações de Tratamento de Águas Residuárias (ETAR) podem atuar como barreira à passagem de microplásticos, sendo capazes de reter grande parte das partículas. Entretanto, quando as ETAR realizam o tratamento de um grande volume de efluentes, permitem a entrada de uma quantidade significativa de microplásticos no meio receptor e, dessa forma, uma maior quantidade pode passar pela filtração (GOUVEIA, 2018).

Considerações finais

Atualmente a presença de microplásticos é uma realidade em diferentes matrizes ambientais, necessitando cada vez mais de estudos de investigação, avaliação e monitoramento dessas substâncias. Estudos sobre a ocorrência de microplásticos em Estações de Tratamento de Esgotos são importantes para entender que mesmo retraindo uma quantidade considerável, as Estações de Tratamento de Esgotos ainda podem ser fontes de lançamento deste material para o meio ambiente (GOUVEIA, 2018).

REFERÊNCIAS

- ABIPLAST. Perfil 2015. Associação Brasileira da Indústria do Plástico, 2015. Disponível em: http://www.abiplast.org.br/wp-content/uploads/2019/03/Perfil_-Abiplast_web2015.pdf. Acesso em: 25 Fev. 2021.
- ABIPLAST. Perfil 2018. Associação Brasileira da Indústria do Plástico, 2015. Disponível em: http://www.abiplast.org.br/wp-content/uploads/2019/10/perfil2018-web_VC.pdf. Acesso em: 25 Fev. 2021.
- ANBUMANI, S.; KAKKAR, P. Ecotoxicological effects of microplastics on biota: a review. *Environmental Science And Pollution Research*, [S.l.], v. 25, n. 15, p. 14373-14396, 21 abr. 2018. Springer Science and Business Media LLC.
- ANDRADY, A. L. Microplastics in the marine environment. *Marine Pollution Bulletin*, [S.l.], v. 62, n. 8, p. 1596-1605, ago. 2011. Elsevier BV.
- ARTHUR, C., BAKER, J., BAMFORD, H. *Proceedings of the International Research Workshop on the Occurrence, Effects, and Fate of Microplastic Marine Debris*, 2008. 1ª edição. NOAA Technical Memorandum NOS-OR&R-39. Tacoma. National Oceanic and Atmospheric Administration.
- ARTHUR, C., BAKER, J. *Proceedings of the Second Research Workshop on Microplastic Marine Debris*. 2012. NOAA Technical Memorandum NOS-OR&R-39. Tacoma. National Oceanic and Atmospheric Administration.
- BAPTISTA, A. *Avaliação da Presença de Microplásticos em efluentes Sanitários do Municípios de Itajaí – SC*. Monografia (Graduação em Engenharia Sanitaria e Ambiental), Escola do Mar, Ciência e Tecnologia, UNIVALI. 2021.

- BOTTERELL, Z. L., BEAUMONT, N., DORRINGTON, T., STEINKE, M., THOMPSON, R. C., LINDEQUE, P. K. 2019. Bioavailability and effects of microplastics on marine zooplankton: A review. *Environmental Pollution*, 245, 98-110.
- BRASIL. RESOLUÇÃO Nº 430, DE 13 DE MAIO DE 2011. Dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes, complementa e altera a Resolução no 357, de 17 de março de 2005, do Conselho Nacional do Meio Ambiente-CONAMA. Disponível em: <http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=646>. Acesso em: 17 Abr. 2021
- BROWNE, M. A.; GALLOWAY, T.; THOMPSON, R. Microplastic-an emerging contaminant of potential concern? *Integrated Environmental Assessment And Management*, [S.l.], v. 3, n. 4, p. 559-561, out. 2007. Wiley.
- BROWNE, M. A.; CRUMP, P.; NIVEN, S.J.; TEUTEN, E.; TONKIN, A.; GALLOWAY, T.; THOMPSON, R. Accumulation of Microplastic on Shorelines Worldwide: sources and sinks. *Environmental Science & Technology*, [S.l.], v. 45, n. 21, p. 9175-9179, nov. 2011. American Chemical Society (ACS).
- CARPENTER, E. J.; SMITH JR., K. I. Plastics on the Sargasso Sea Surface. *Science*, Massachusetts, v. 175, n. 4027, p. 1240-1241, mar. 1972.
- CARPENTER, E. J.; ANDERSON, S. J. ; HARVEY, G.R. ; MIKLAS, H.P. ; PECK, B.B. Polystyrene spherules in coastal waters. *Science*, v. 178, n. 4062, p. 749-750, 1972.
- CARR, S. A.; LIU, J.; TESORO, A G. Transport and fate of microplastic particles in wastewater treatment plants. *Water Research*, [S.l.], v. 91, p. 174-182, mar. 2016. Elsevier BV.
- COMITÊ DO ITAJAÍ. Plano da Bacia Hidrográfica do Rio Itajaí. Comitê de Gerenciamento da Bacia Hidrográfica do Rio Itajaí. 2010. p. 134. Disponível em: https://www.aguas.sc.gov.br/jsmallfib_top/DHRI/Planos%20de%20Bacias/Plano%20da%20Bacia%20Hidrografica%20do%20Rio%20Itajai/cap-A2-secoes-2.1_2.2.pdf. Acesso em: 15 Set. 2021.
- COPPOCK, R.L., GALLOWAY, T.S., COLE, M., FILEMAN, E.S, QUEIRÓS, A.M.; LINDEQUE, P.K. 2019. Microplastics alter feed selectivity and fecal density in the copepod *Calanus helgolandicus*. *Total Environmental Science* , 687 , 780-789.
- COLE, M., GALLOWAY, T.S. 2015. Ingestion of nanoplastics and microplastics by Pacific oyster larvae. *Environmental science & technology*, 49(24), 14625-14632.
- COLE, M.; LINDEQUE, P.; HALSBAND, C.; GALLOWAY, T. S. Microplastics as contaminants in the marine environment: a review. *Marine Pollution Bulletin*, [S.l.], v. 62, n. 12, p. 2588-2597, dez. 2011.
- CONSEMA, Conselho Estadual do Meio Ambiente. RESOLUÇÃO CONSEMA Nº 182, DE 06 DE AGOSTO DE 2021. Disponível em: <https://www.sde.sc.gov.br/index.php/biblioteca/consema/legislacao/resolucoes/1755-resolucao-consema-n-182-2021/file>. Acesso em: 13 Set. 2021.
- DE PAOLI, M. A.; *Degradação e Estabilização de Polímeros*, 2ª ed., Chemkeys: São Paulo, 2008.
- DERRAIK, J. G. B. The pollution of the marine environment by plastic debris: a review. *Marine Pollution Bulletin*, [S.l.], v. 44, n. 9, p. 842-852, set. 2002. Elsevier BV.
- DESFORGES, J. P. W., GALBRAITH, M., ROSS, P.S. 2015. Ingestion of microplastics by zooplankton in the Northeast Pacific Ocean. *Archives of environmental contamination and toxicology*, 69(3), 320-330.
- GOUVEIA, R J. S. E. Eficiência de remoção de microplásticos em quatro ETAR portuguesas. 2018. Dissertação (Mestrado em Engenharia do Ambiente) Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Nova de Lisboa.
- GESAMP. Sources, Fate and Effects of Microplastics in the Marine Environment: A Global Assessment. *Rep. Stud. GESAMP*, v. 93, p. 220, 2015.
- GALLOWAY, T. S. ; COLE, M. ; LINDEQUE, P. ; FILEMAN, E. ; HALSBAND, C. ; GOODHEAD, R. ;

- MOGER, J. Microplastic ingestion by zooplankton. *Environ. Sci. Technol.*, v.47, n.12, p.6646-6655, 2013.
- GREENE, C.H. Planktivore functional groups and patterns of prey selection in pelagic communities. *Journal of Plankton Research*, v. 7, n. 1, p. 35-40, 1985.
- HAMMER, J.; KRAAK, M. H. S.; PARSONS, J.R. *Plastics in the Marine Environment: the dark side of a modern gift. Reviews of environmental contamination and toxicology*, [S.l.], p. 1-44, 2012. Springer New York.
- HIDALGO-RUZ, V. GUTOW, L. THOMPSON, R. C. THIEL, M. Microplastics in the marine environment: a review of the methods used for identification and quantification. *Environmental Science Technology*, v. 46, 2012.
- HOMECHIN JUNIOR, M.; BEAUMORD, A. C. Caracterização da qualidade das águas do trecho médio do Rio Itajaí-Mirim, Santa Catarina. In: Congresso de Ecologia do Brasil, 8., 2007, Caxambu. Anais [...]. [Itajaí]: Sociedade de Ecologia Brasileira, 2007. p. 1-2.
- HORTON, A. A.; SVENDSEN, C.; WILLIAMS, R. J.; SPURGEON, D. J.; LAHIVE, E. Large microplastic particles in sediments of tributaries of the River Thames, UK – Abundance, sources and methods for effective quantification. *Marine Pollution Bulletin*, [S.l.], v. 114, n. 1, p. 218-226, jan. 2017. Elsevier BV.
- KIRSTEIN, I. V., KIRMIZI, S., WICHELS, A., GARIN-FERNANDEZ, A., ERLER, R., LÖDER, M., GERDTS, G. Dangerous hitchhikers? Evidence for potentially pathogenic *Vibrio* spp. on microplastic particles. *Marine environmental research*, v. 120, p. 1-8, 2016.
- LEE, K. W., SHIM, W. J., KWON, O. Y.; KANG, J. H. 2013. Size-dependent effects of micro polystyrene particles in the marine copepod *Tigriopus japonicus*. *Environmental science & technology*, 47(19), 11278-11283.
- LESLIE, H. A.; BRANDSMA, S. H.; VAN VELZEN, M. J. M.; VETHAAK, A.D. Microplastics en route: field measurements in the dutch river delta and amsterdam canals, wastewater treatment plants, north sea sediments and biota. *Environment International*, [S.l.], v. 101, p. 133-142, abr. 2017. Elsevier BV.
- MAGNUSSON, K., NORÉN, F. Screening of microplastic particles in and down-stream a wastewater treatment plant. 55, 2014. IVL Swedish Environmental Research Institute.
- MANO, E. B.; MENDES, L. C. *Introdução a polímeros*. 2. ed. São Paulo: Edgard Blucher, 2004. 191 p.
- MICHELSEN, M. R.; MICHELSEN, E. R.; N. I., DUHAIME, M. B. Fate of microplastics and other small anthropogenic litter (SAL) in wastewater treatment plants depends on unit processes employed. *Environmental Science: Water Research & Technology*, [S.l.], v. 2, n. 6, p. 1064-1073, 2016. Royal Society of Chemistry (RSC).
- MINTENIG, S. M.; INT-VEEN, I.; LÖDER, M. G. J.; PRIMPKE, S.; GERDTS, G. Identification of microplastic in effluents of waste water treatment plants using focal plane array-based micro-Fourier-transform infrared imaging. *Water Research*, [S.l.], v. 108, p. 365-372, jan. 2017. Elsevier BV.
- MURPHY, F.; EWINS, C.; CARBONNIER, F.; QUINN, B. Wastewater Treatment Works (WwTW) as a Source of Microplastics in the Aquatic Environment. *Environmental Science & Technology*, [S.l.], v. 50, n. 11, p. 5800-5808, 18 maio 2016. American Chemical Society (ACS).
- NOVA ENGEVIX ENGENHARIA. Estudo Ambiental Simplificado. Projeto executivo para ampliação da ETE Cidade Nova – Itajaí. Itajaí. EGVP00388/00-8T-RL-5000. p. 1-272, jun. 2021.
- OBERBECKMANN, S.; LÖDER, M. G. J.; LABRENZ, M. Marine microplastic-associated biofilms – a review. *Environmental Chemistry*, [S.l.], v. 12, n. 5, p. 551, 2015. CSIRO
- PIATTI, T. M.; RODRIGUES, R. A. F. *Plásticos: características, usos, produção e impactos ambientais*.

- (Conversando sobre ciências em Alagoas). EDUFAL, Maceió, 2005. 51p.
- RABELLO, M.; DE PAOLI, M. A.; Aditivação de Termoplásticos, 1ª ed., Artliber: São Paulo, 2013
- RIOS, L. M.; MOORE, C.; JONES, P.R. Persistent organic pollutants carried by synthetic polymers in the ocean environment. *Marine Pollution Bulletin*, [S.l.], v. 54, n. 8, p. 1230-1237, ago. 2007. Elsevier BV.
- ROCHA-SANTOS, T.; DUARTE, A. C. A critical overview of the analytical approaches to the occurrence, the fate and the behavior of microplastics in the environment. *Trac Trends In Analytical Chemistry*, [S.l.], v. 65, p. 47-53, fev. 2015. Elsevier BV
- RYAN, P. G.; MOORE, C. J.; VAN FRANEKER, J. A.; MOLONEY, C. I. Monitoring the abundance of plastic debris in the marine environment. *Philosophical Transactions Of The Royal Society B: Biological Sciences*, [S.l.], v. 364, n. 1526, p. 1999-2012, 27 jul. 2009. The Royal Society.
- SANTA CATARINA. LEI Nº 14.675, DE 13 DE ABRIL DE 2009. Institui o Código Estadual do Meio Ambiente e estabelece outras providências. Disponível em: http://leis.alesc.sc.gov.br/html/2009/14675_2009_Lei.html. Acesso em: 05 Abr., 2021.
- SHAW, D. G.; DAY, R. H. Colour-and form-dependent loss of plastic micro-debris from the North Pacific Ocean. *Marine Pollution Bulletin*, v. 28, n. 1, p. 39-43, 1994.
- STEER, M., COLE, M., THOMPSON, R. C., & LINDEQUE, P. K. 2017. Microplastic ingestion in fish larvae in the western English Channel. *Environmental Pollution*, 226, 250-259. Chicago.
- SUN, X., LI, Q., ZHU, M., LIANG, J., ZHENG, S., ZHAO, Y. 2017. Ingestion of microplastics by natural zooplankton groups in the northern South China Sea. *Marine pollution bulletin*, 115(1-2), 217-224.
- TALVITIE, J; MIKOLA, A; SETÄLÄ, O; HEINONEN, M; KOISTINEN, A. How well is microlitter purified from wastewater? –A detailed study on the stepwise removal of microlitter in a tertiary level wastewater treatment plant. *Water Research*, [S.l.], v.109, p.164-172, fev. 2017. ElsevierBV.
- THOMPSON, R. C.; OLSEN, Y.; MITCHELL, R. P.; DAVIS, A.; ROWLAND, S.J.; JOHN, A.W. G. "Lost at sea: where is all the plastic?" *Science*, vol. 304, no. 5672, 2004, p. 838. Gale Academic OneFile.
- WANG, Wenfeng et al. The ecotoxicological effects of microplastics on aquatic food web, from primary producer to human: A review. *Ecotoxicology and environmental safety*, v. 173, p. 110-117, 2019.
- WRIGHT, S. L.; THOMPSON, R. C.; GALLOWAY, Tamara S. The physical impacts of microplastics on marine organisms: a review. *Environmental pollution*, v. 178, p. 483-492, 2013.
- ZETTLER, E. R.; MINCER, T. J.; AMARAL-ZETTLER, L. A. Life in the "plastisphere": microbial communities on plastic marine debris. *Environmental science & technology*, v. 47, n. 13, p. 7137-7146, 2013.