

VI - 332 - ESTUDO PRELIMINAR DA DEGRADAÇÃO AMBIENTAL NO RIO MACEIÓ (PITIMBU-PB): PLÁSTICOS, MICROPLÁSTICOS E CARGA ORGÂNICA

Silvânio da Silva Souza Segundo

Engenheiro Civil pela Universidade Federal da Paraíba. Pós graduado em MBA gerenciamento de obras e Master BIM. Mestre em Geotecnia pela Universidade Federal de Pernambuco. Doutorando em Geotecnia pela Universidade Federal de Pernambuco

Claudia de Oliveira Cunha

Possui graduação em Engenharia Química pela Universidade Católica de Pernambuco (2003), mestrado em Engenharia Química pela Universidade Federal de Pernambuco (2006) e doutorado (com sanduíche na Faculdade de Farmácia do Porto, Portugal) em Química pela Universidade Federal de Pernambuco (2011). Atualmente é professor associado II no Departamento de Química da Universidade Federal da Paraíba. Desde 2019 coordena o projeto de extensão Mares sem Plástico com ações de combate ao lixo no mar.

Maurício Alves da Motta Sobrinho ⁽¹⁾

Engenheiro químico pela Universidade Católica de Pernambuco. Mestre em Engenharia química pela Universidade Federal de Campina Grande (UFCG). Doutor em Engenharia de processos pelo Institut National Polytechnique de Lorraine (INPL – França). Pós-Doutorado na UFPE e na UMINHO (Portugal). Professor Titular e coordenador do curso de Eng. Química do Departamento de Engenharia Química da Universidade Federal de Pernambuco. Editor Adjunto da Revista Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental. Professor ABEQ.

Endereço⁽¹⁾: Departamento de Engenharia Química – UFPE - Av. Prof. Arthur de Sá, s/n, Cidade Universitária, Recife-PE, CEP: 50740-590, Brasil - e-mail: mauricio.motta@ufpe.br

RESUMO

O município de Pitimbu/PB carece de atendimento de saneamento básico, além de um melhor gerenciamento de resíduos sólidos em um antigo lixão, ainda, tem suas águas constantemente poluídas pela população local, a qual descarta todo tipo de material no curso d'água. Dentre os resíduos, destacam-se materiais orgânicos e plásticos, até mesmo eletrodomésticos e móveis. O forte crescimento populacional e urbano, atrelado ao aumento do turismo sazonal (importante fonte de renda para a localidade), especialmente nos meses de verão, registrados na região alertam para a necessidade de caracterização e tratamento do corpo hídrico e do controle da poluição de resíduos sólidos das praias da cidade. Esse trabalho teve por objetivo realizar a análise dos parâmetros físico-químicos das águas do Rio Maceió, importante curso d'água que cruza a cidade, bem como também foi analisado a presença de plásticos e microplásticos (MPs), com sua devida caracterização, nas águas e areias da praia (nas zonas próximas a foz do mencionado rio). Foram analisados os índices de cor, turbidez, demanda de oxigênio (DBO), pH, condutividade, entre outros. Para tanto, foram determinados pontos de coletas de água e de areia em quatro diferentes campanhas, de modo que o estudo contemplasse as variações dos períodos de cheia e de seca. As amostras foram preparadas para visualização microscópica e recolhimento dos materiais plásticos observados. Os resultados apontaram alteração, além dos padrões permitidos, em alguns dos parâmetros físico-químicos da água, bem como a presença de plásticos e MPs em vários dos exemplares das amostras de areia e de água. Pelos resultados obtidos, pode-se concluir que há impactos antrópicos no entorno do rio Maceió, característicos, especialmente, das atividades econômicas desenvolvidas na região.

PALAVRAS-CHAVE: Poluição Urbana; Microplásticos; Efluentes Urbanos; Plásticos; Resíduos Sólidos .

INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas, o crescimento populacional, a ocupação desordenada em locais próximos a rios, praias, e em áreas de mata atlântica, as atividades antrópicas exercidas pela população e pelas indústrias de médio e grande porte têm contribuído para a degradação ambiental do rio Maceió e das praias localizadas na cidade de Pitimbu no Estado da Paraíba (SILVA, 2017; ALMEIDA et al., 2019)

O uso e ocupação do solo são fatores determinantes no que diz respeito a qualidade e quantidade de água disponíveis para utilização das comunidades. Sabido a falta de planejamento e má execução dos assentamentos populacionais no Brasil, é importante a constante vigilância de suas bacias hidrográficas.

As atividades humanas e industriais são as principais responsáveis pela contaminação dos recursos hídricos, pois grande parte do subproduto do que é consumido tem como destino as matrizes aquáticas, sejam superficiais ou subterrâneas. Especialmente em áreas aquíferas, a contaminação resulta do descarte indevido de excreções, materiais domésticos, como eletrodomésticos e móveis, produtos de limpeza, restos de matéria orgânica, descarte de materiais de pesca, entre outros.

A crescente contaminação desse recurso, abundante, porém finito, tem aumentado o número de discussões, pesquisas e intervenções a nível nacional e internacional em relação a possíveis métodos de remediação do volume de poluentes contidos nos cursos aquáticos, especialmente em relação a capacidade de autodepuração dos mesmos. Seguindo esse raciocínio, destacam-se os estudos acerca das zonas hiporreicas, definidas como o volume de sedimentos contidos no leito do rio, e considerada como uma intersecção de transição entre as águas superficiais e subterrâneas, na qual se desenvolvem processos biogeoquímicos com capacidade de atenuação de poluentes.

O relatório “Plastics, EDCs and Health: A Guide For Public Interest Organizations and Policy-makers on Endocrine Disruption Chemicals and Plastics” (FLAWS et al., 2020) revelou que a poluição plástica nos ecossistemas aquáticos cresceu consideravelmente nos últimos anos e deve dobrar até 2030, trazendo consequências terríveis para a saúde, a economia, a biodiversidade e o clima.

Dentre os diversos contaminantes em corpos hídricos, os plásticos estão entre os mais persistentes. Além de reduzirem a penetração de luz e a troca de oxigênio da superfície, muitos se decompõem e são ingeridos por organismos que habitam estes meios, promovendo efeitos tóxicos por toda cadeia trófica (DI BENEDETTO e AWABDI, 2014; TALSNESS et al., 2009; ANDRADY, 2011; DUIS e COORS, 2016). Ademais, os POPs (Poluentes Orgânicos Persistentes) podem ser adsorvidos por estes contaminantes contribuindo para a potencialização do seu efeito deletério ao meio ambiente (BAKIR et al., 2014; WANG et al., 2016).

Um estudo realizado no maior rio português, rio Mondongo, com sua foz localizada no Oceano Atlântico, próximo a cidade de Figueira da Foz, apontou que durante o inverno e verão há presença de MPs na sua superfície e sedimentos, destacando sua variabilidade em função das estações do ano, maré e índice pluviométrico, destacando também que a região estudada tem a presença de indústrias e serve como importante corredor para embarcações (DIAS, 2022).

As principais fontes poluidoras da bacia do rio Abiaí e do próprio rio Maceió são os efluentes industriais, especialmente vindouros das fábricas de cimento instaladas na região, os esgotos domésticos não tratados e os resíduos sólidos lançados a céu aberto, além da larga utilização de agrotóxicos no plantio de cana de açúcar e demais agronegócios da região.

O município de Pitimbu não tem Estação de Tratamento de Esgoto (ETE). A disposição dos dejetos gerados pela população é, em sua maioria, destinada às fossas e fossas sépticas, as quais, quando cheias, são esvaziadas por caminhões de limpeza, que fazem a sucção do material e o encaminham para disposição final. É sabido que muitas das empresas que atuam na região não dão o destino correto para os efluentes recolhidos, jogando o material nos corpos d'água de áreas adjacentes

MATERIAIS E MÉTODOS

O município de Pitimbu se encontra inserido no domínio da bacia hidrográfica do Rio Abiaí (Figura 1). Seus principais tributários são: os rios Graú, Abiaí, Mucatu, Aterro, Papocas, Camocim e Goiana, além dos riachos: Massapê, Andreza, João Gomes, Engenho Velho, Arame e o córrego Jangada. Os principais corpos de acumulação são as lagoas do Frazão e do Brandão. Todos os cursos d'água no município têm regime de escoamento perene e o padrão de drenagem é o dendrítico. (CRPM, 2005)

Figura 1 - Mapa geral do município de Pitimbu localizado no estado da Paraíba-Brasil



Fonte: PGI (2016).

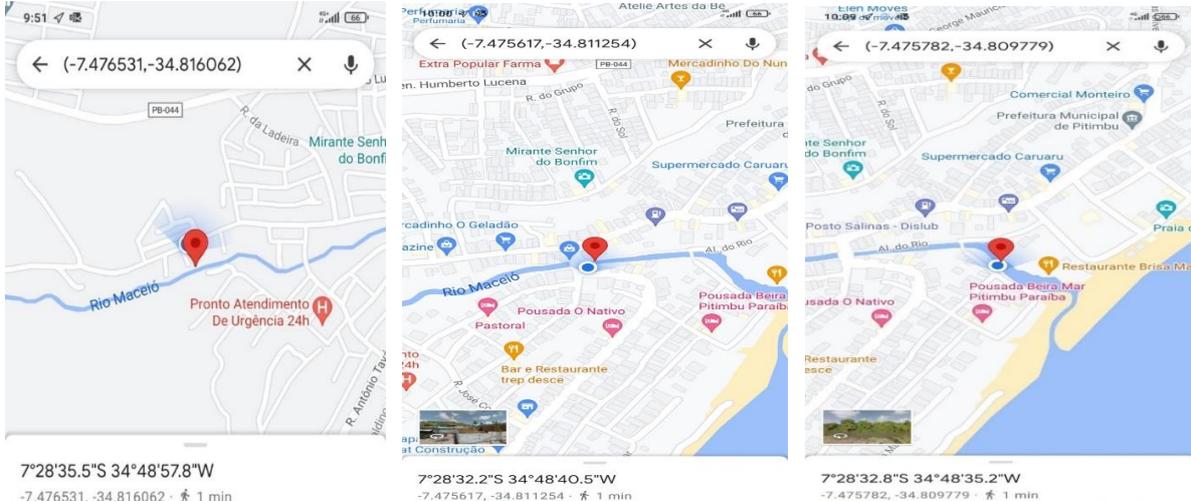
Na região da nascente do Rio Maceió, de forma costumeira chamado pela população local de Rio Marcelino, existe ainda alguns fragmentos de mata ciliar, que foram derrubadas devido ao desmatamento e a cultura canavieira. A mata ciliar é extremamente importante para a preservação dos rios pois ele é responsável pela regulação da quantidade e temperatura da água, proteção do solo, barreira natural de sedimentos e abrigo para animais (BARBOSA et al., 2017; CAVALCANTI; CRUZ; MOURA, 2019).

No que diz respeito ao clima, em Pitimbu vigora o clima do tipo Aw', que corresponde a um clima úmido, segundo a classificação de Koeppen. As variações sobre a distribuição de temperatura são de 20° a 24°C, quando atingem valores mínimos, e 28° a 33°C quando atingem valores máximos, nos meses de novembro e dezembro. A precipitação média anual é de 1938,7 mm sobre a bacia, com período chuvoso entre abril e julho.

Foram determinados três pontos dos quais seriam recolhidas as amostras de água (Px – Cy – W (x – número do Ponto; y – número da coleta; W- water (água))) e três pontos para recolhimento das amostras de areia (Px – Cx – S (x – número do Ponto; y – número da Coleta; S- Sand (areia))), em quatro diferentes coletas.

Para a coleta das amostras de água/efluentes foram determinados os seguintes pontos (Figura 2): O ponto P1-W está localizado numa região mais afastada do centro da cidade, o ponto P2-W está localizado numa região com maior fluxo de pessoas e veículos e o ponto P3-W está localizado mais próximo do mar. Em cada ponto de coleta de água eram recolhidas uma amostra de 5 litros e outras duas de 1,5 litros, armazenadas em garrafas plásticas livres de impurezas e imediatamente alocadas em isopor com gelo, de modo a conservar as propriedades da amostra.

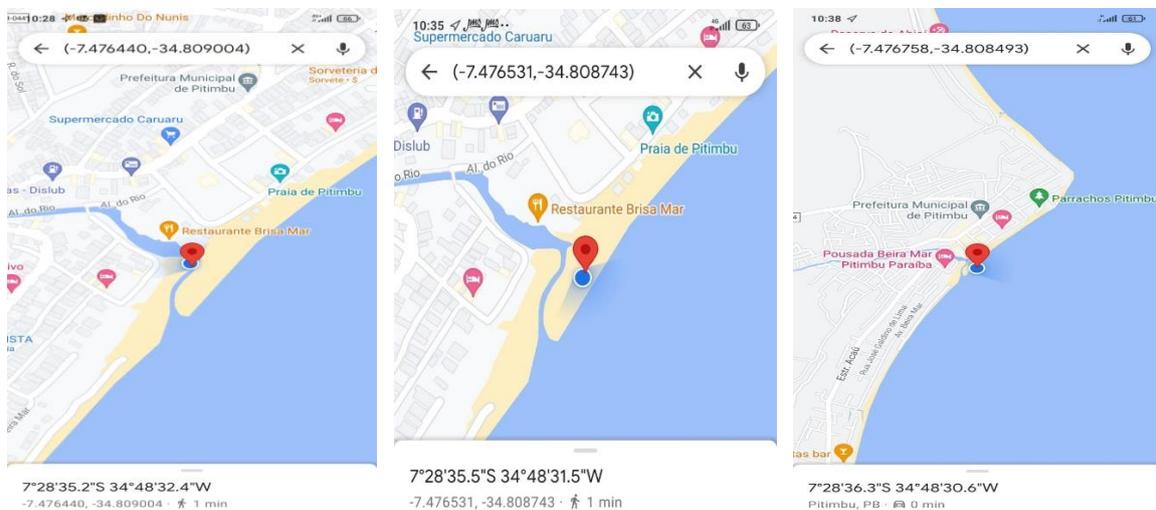
Figura 2 - Localização geográfica dos pontos de coleta de água



Fonte: Google Maps (2022).

Para a coleta da areia (Figura 3) foram determinados os seguintes pontos: O ponto P1-S está localizado na região imediatamente próxima ao acesso do rio à areia da praia, o ponto P2-S está localizado em um ponto médio entre a foz do rio e o mar, já o ponto P3-S fica na região imediatamente próxima ao alcance das águas do mar. A metodologia utilizada para a realização da amostragem de areia é adaptada da pesquisa de Ivar do Sul e Costa (2014).

Figura 3 - Localização geográfica dos pontos de coleta de areia



Fonte: Google Maps (2022).

As análises físico-químicas das amostras de água foram realizadas no Laboratório Interdisciplinar de Meio Ambiente (LIMA) do Grupo de Pesquisa em Processos e Tecnologias Ambientais (GPTA), localizado no Departamento de Engenharia Química da Universidade Federal de Pernambuco (DEQ-UFPE). Foram realizadas as análises de Cor, Turbidez, Demanda Química de Oxigênio (DQO), Demanda Bioquímica de oxigênio (DBO), pH e Condutividade, de acordo com o Standard Methods (APHA, 1995)

Para a análise de plásticos e microplásticos, foi realizada uma extração das amostras de areia por diferença de densidade, ou seja, por flotação. De acordo com Besley (2017), o processo deve ser realizado utilizando-se solução salina concentrada composta por mistura de 358,9g de NaCl em 1 litro de água deionizada.

A visualização microscópica foi realizada no Laboratório de Invertebrados Paulo Young (LIPY) do Departamento de Sistemática e Ecologia no Centro de Ciências Exatas e da Natureza da UFPB, através de um microscópio estereoscópico da marca OLYMPUS, modelo SZ40, com faixa de ampliação 80x. Através destas visualizações foi possível verificar a presença, ou não, dos MPs nas amostras.

PRIMEIRA ETAPA: QUALIDADE DA ÁGUA

O Rio Maceió é bastante utilizado pela comunidade local seja para fins recreativos de contato primário como para consumo e irrigação de hortaliças, portanto de acordo com a Resolução nº 357/2005 (CONAMA, 2005), este rio é de classe 2. Os valores de pH variaram de 7 a 5,36 apresentando um certo grau de acidez.

Mesmo com o descarte de resíduos e esgoto em seu curso, os valores de DQO e DBO (Tabela 1), os quais expressam a concentração de matéria orgânica, estão baixos, permitindo enquadrar o ponto 1 como Classe 1 e os pontos 2 e 3 como Classe 2, no que diz respeito à DBO.

Tabela 1 - Resultado dos parâmetros de efluentes das 4 coletas

	1º Coleta - 04/05/2022			2º Coleta - 22/07/2022			3ª Coleta - 29/09/2022			4ª Coleta - 27/10/2022		
	P1	P2	P3	P1	P2	P3	P1	P2	P3	P1	P2	P3
COR (Hazen)	62	69	84	71	84	62	64	68	55	65	64	62
TURBIDEZ (NTU)	18,5	24	37,5	23	20,4	19,1	25,9	32,2	19,1	21	16,5	19
DQO (mg O ₂ /L)	15,53	12,81	29,14	11,75 8	17,78 7	26,83	6,19	23,19	22,03	14,14	17,47 6	8,420 5
DBO (mg O ₂ /L)	2,0	3,5	3,5	3,00	4,00	4,00	4,5	9,5	6	3,5	4,5	8
pH	6,37	6,52	6,49	6,33	6,52	6,59	6,84	6,78	6,76	6,78	6,79	6,82
Condutividade (mS/cm)	64,32	133,6 1	781,7	105,9 5	92,22	141,4 7	96,54	343,4	808,6	119,0 6	193,2 3	864

Percebe-se um valor notoriamente maior no parâmetro de Cor, nas primeiras duas coletas (C1 e C2), o que é natural, dado que essas coletas foram realizadas no período de chuva. Ressalta-se também o fato do ponto P2 apresentar a maior média no referido índice, sendo esse o ponto mais acessível e de maior contato com a população local.

Quanto a Turbidez, percebe-se uma variação não homogênea, tanto no que diz respeito às coletas, quanto aos pontos, entretanto a média da coleta C1 se apresenta consideravelmente mais alta do que as demais, devido ao maior índice pluviométrico do período da campanha.

No que diz respeito à DQO, o ponto P3 apresenta, com exceção da quarta coleta, um valor muito superior aos demais pontos, tendo sua possível razão apoiada pelo fato de ser circundado por uma região de manguezal.

A DBO apresentou notáveis valores superiores na terceira e quarta coleta, ambas realizadas no período de seca da região. Os pontos P2 e P3, em todas as campanhas, apresentaram valores superiores quando comparados aos resultados do P1, reflexo da maior intensidade das ações antrópicas e da presença do manguezal nas imediações.

O pH manteve baixos níveis de variação, tanto em relação aos pontos de coleta quanto às diferentes campanhas, variando entre 6,33 – 6,84.

A Condutividade apresentou valores muito superiores nos períodos de cheia, C3 e C4, bem como valores muito superiores no P3 quando comparados com os valores de P1 e P2, em qualquer das campanhas. Fato também causado pela presença do manguezal nas imediações do P3.

Girardi et al. (2019) compararam os parâmetros físico-químicos das águas e efluentes da Bacia do Rio Itajaí em diferentes estações do ano e em períodos de diferentes índices pluviométricos. De modo similar a este

trabalho, encontraram valores mais altos de cor, turbidez e DBO nos períodos de cheia, bem como verificaram a presença de compostos inorgânicos característicos de fertilizantes.

SEGUNDA ETAPA: PRESENÇA DE MICROPLÁSTICOS

Verificou-se que, no período de seca, após a circulação do grande volume de água pela região, nos períodos de cheia, há uma presença muito mais constante dos MPs.

Tabela 1 - Presença de MPs nas amostras

Presença de MP na Amostra							
Estação de Cheia				Estação de Seca			
1º Coleta		2º Coleta		3º Coleta		4º Coleta	
P1-W	NÃO	P1-W	NÃO	P1-W	SIM	P1-W	SIM
P2-W	SIM	P2-W	NÃO	P2-W	SIM	P2-W	SIM
P3-W	NÃO	P3-W	NÃO	P3-W	SIM	P3-W	SIM
P1-S	NÃO	P1-S	SIM	P1-S	SIM	P1-S	SIM
P2-S	NÃO	P2-S	SIM	P2-S	SIM	P2-S	SIM
P3-S	SIM	P3-S	SIM	P3-S	SIM	P3-S	NÃO

Percebe-se a presença quase universal dos MPs nas amostras das coletas C3 e C4, período de seca, por serem precedidos do período de cheia que apresenta maior fluxo e volume hídrico, movimentando de maneira mais intensa esses materiais. Também se destaca a presença mais constante desses materiais nas amostras de areia, uma vez que os materiais presentes nos corpos d'água são conduzidos até a foz do rio e depositados nas areias de suas imediações.

TERCEIRA ETAPA: VISUALIZAÇÃO MICROSCÓPICA DAS ANÁLISES

Foram realizadas análises microscópicas nos três pontos de coleta de areia, serão apresentados aqui as coletas que se destacaram, de acordo com a segunda etapa do estudo (Tabela 1 acima). Na amostra de areia P3-C4-S (ponto 3 da coleta 4 de sedimento) não foram encontrados exemplares de MPs. A Figura 4 mostra a visualização microscópica da amostra (P1-C4-W / ponto 1 da coleta 4).

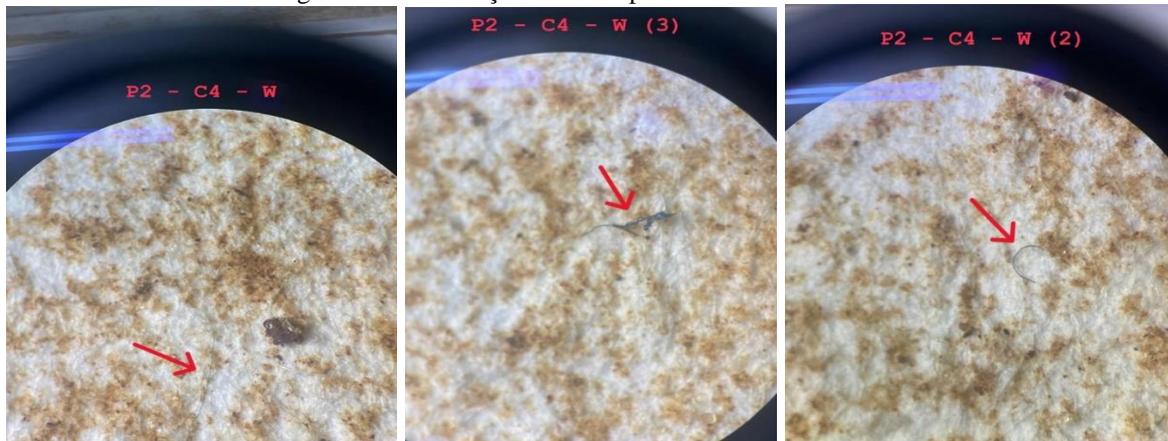
Figura 4 - Visualização microscópica da amostra P1-C4-W



Neste ponto foi identificada a presença de filamentos plásticos, característicos da fragmentação das redes de pesca e materiais com aparência férica.

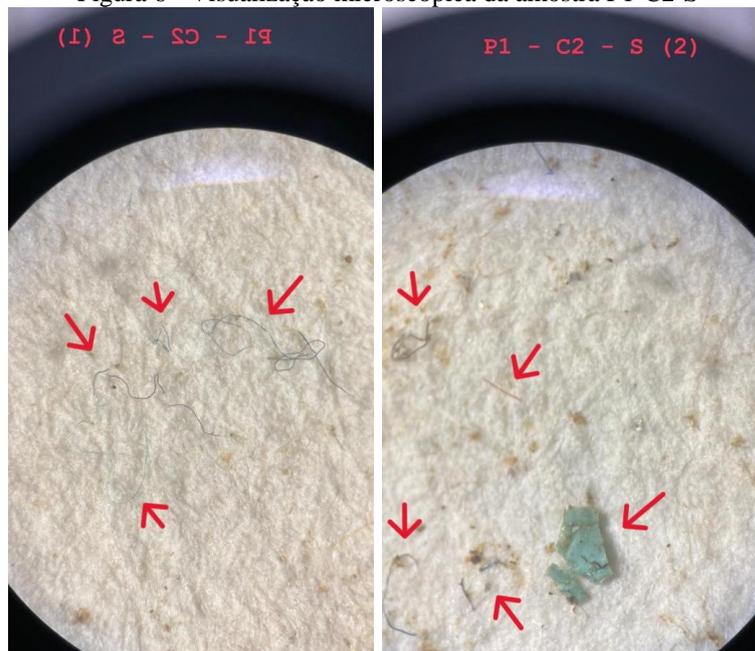
Os mesmos fragmentos plásticos observados no ponto de coleta 4, foram observados no ponto 2, ou seja, a presença de filamentos plásticos, característicos da fragmentação das redes de pesca (Figura 5).

Figura 5 - Visualização microscópica da amostra P2-C4-W



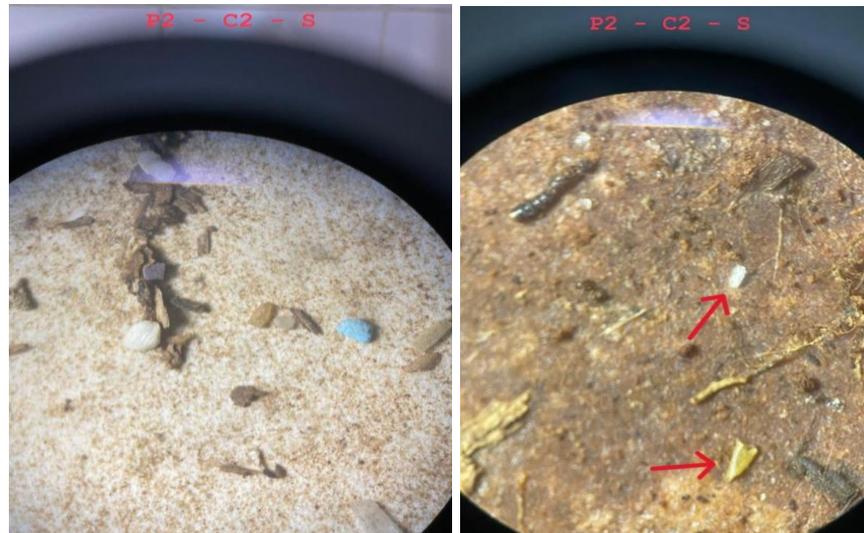
Os fragmentos de rede de pesca foram os mais abundantes na maioria dos pontos e coletas. Diferentes fragmentos foram observados, por exemplo no ponto 1 na segunda coleta (Figura 6). Presença de grande quantidade de filamentos e fragmentos plásticos, característicos da fragmentação das redes de pesca e da desagregação de materiais de composição plástica pela sua exposição a agentes de intemperismo, respectivamente. Volume superior ao verificado no mesmo ponto da C1.

Figura 6 - Visualização microscópica da amostra P1-C2-S



Além do ponto 1, no ponto 2 também foram observados partículas diversas. Presença de fragmentos de materiais plásticos, característicos da desagregação de materiais de composição plástica pela sua exposição a agentes de intemperismo (Figura 7).

Figura 7 - Visualização microscópica da amostra P2-C2-S



Dando continuidade a este trabalho, serão realizadas espectrofotometria RAMAN para a identificação dos plásticos.

CONCLUSÕES

Com base nos resultados obtidos, pôde-se constatar que há ações antrópicas no entorno do rio Maceió, como uso de fertilizantes em áreas agrícolas, descartes de resíduos sólidos e lançamento de esgoto urbano em seu leito. Mesmo com tantos impactos, pelo seu curto percurso e baixa densidade populacional, assim como a carga orgânica lançada também ser baixa, essas ações não provocaram a degradação do rio. Há uma carga poluidora, mas baixa, que permitirá a recuperação do rio tão logo cessem essas ações. Por outro lado, a contribuição dos resíduos lançado pelo rio estão afetando a praia, principalmente pelo aporte de resíduos plásticos que tendem a se acumular e se degradarem gerando micropoluentes que podem se difundir por todo o planeta.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ANDRADY, A.L. Microplastics in the marine environment. *Mar Pollut Bull.* v. 62, n. 8, p. 1596-605. 2011.
2. ALMEIDA, N. C. C.; SANTOS JUNIOR, C. F.; NUNES, A.; LIZ, M. S. M. Educação ambiental: a conscientização sobre o destino de resíduos sólidos, o desperdício de água e o de alimentos no município de Cametá/PA. *Revista Brasileira de Estudos Pedagógicos*, v. 100, 2019, p. 481.
3. BAKIR, A., ROWLAND, S.J., THOMPSON, R.C. Enhanced desorption of persistent organic pollutants from microplastics under simulated physiological conditions, *Environmental Pollution*, v.185, p. 16-23. 2014.
4. BARBOSA, K. L.S., SILVEIRA, G. P., COUTINHO, I. M. C., DO VALE, J. D. S. C., COELHO, M. S. D. O., CORTEZ, C. S., MOURA, G. F. A percepção ambiental de alunos da escola municipal de ensino fundamental Maria Tavares Freire em relação às condições socioambientais da bacia hidrográfica do rio Maceió no município de Pitimbu-PB. *Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental e Sustentabilidade - Vol. 5: Congestas 2017*.
5. BESLEY, A.; VIJVER, M.G.; BEHRENS, P.; BOSKER, T. A standardized method for sampling and extraction methods for quantifying microplastics in beach sand. *Marine Pollution Bulletin*, v. 114, n. 1, p. 77-83, 2017.
6. CAVALCANTI, M.L.C.; CRUZ, A.D., MOURA, I.A.A., degradação ambiental por resíduos sólidos em APP do Rio das Bombas, João Pessoa – PB. In: Aguiar, A.C.; Silva, K.A., El-Deir, S.G. (Org.). *Resíduos sólidos: impactos ambientais e inovações tecnológicas*. 1ª ed. Recife: EDUFRPE, 2019. p. 72-83.

7. CRPM. Diagnóstico do município de Pitimbu. Projeto cadastro de fontes de abastecimento por água subterrânea. Recife: CPRM/PRODEEM, 2005.
8. DIAS, T.A. Microplásticos no rio Mondego – variação sazonal. Mestrado Integrado em Engenharia do Ambiente. Universidade NOVA de Lisboa. 107p. 2022.
9. DI BENEDETTO, A.P.M., AWABDI, D.R. How marine debris ingestion differs among megafauna species in a tropical coastal area. *Marine Pollution Bulletin*. v. 88, n. 1-2, p. 86-90. 2014.
10. DUIS K, COORS A. Microplastics in the aquatic and terrestrial environment: sources (with a specific focus on personal care products), fate and effects. *Environ Sci Eur*. v.28, n.1. p.2. 2016.
11. FLAWS, J; DAMDIMOPOULOU, P; PATISAUL, HB; GORE, A; RAETZMAN, L; VANDENBERG, LN. *Plastics, EDCs & health: A guide for public interest organizations and policy-makers on endocrine disrupting chemicals & plastics*. Technical Report. Endocrine Society Ed. 2020. Disponível em: https://www.endocrine.org/-/media/endocrine/files/topics/edc_guide_2020_v1_6bhqen.pdf
12. GIRARDI, R., PINHEIRO, A., VENZON, P.T. Parâmetros de qualidade de água de rios e efluentes presentes em monitoramentos não sistemáticos. *REGA*, v. 16, n.2, 2019 |
13. IVAR DO SUL, J. A.; COSTA, M. F. The present and future of microplastic pollution in the marine environment. *Environ Pollut*, v. 185, p. 352-64, 2014.
14. SILVA, W. N. A dinâmica natural e a ação do homem na transformação do meio: Uma análise geoambiental no município de Pitimbu-PB. 2017. 132 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2017.
15. TALSNESS, C.E., ANDRADE, A.J., KURIYAMA, S.N., TAYLOR, J.A., VOM SAAL, F.S. Components of plastic: experimental studies in animals and relevance for human health. *Philos Trans R Soc Lond B Biol Sci*. Jul 27. v. 364, n.1526. p. 2079-96. 2009.
16. WANG J, TAN Z, PENG J, QIU Q, LI M. The behaviors of microplastics in the marine environment. *Mar Environ Res*. v.113, p.7-17. 2016.