



INVESTIGAÇÃO CIENTÍFICA DE MICROPLÁSTICOS NA PRAIA PEDRA DO SAL EM PARNAÍBA – PIAUÍ

Exedito de Sousa Moraes



Janiciara Botelho Silva



Laboratório de Química - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí – Campus Parnaíba, Parnaíba, PI, Brasil.

RESUMO

A poluição, ocasionada pelo plástico, perdura-se como um problema de grande relevância dos pontos de vista ambientais, econômicos e sociais, visto que, o plástico é um material muito utilizado. As partículas que apresentam tamanhos entre 1 e 5 mm de comprimento, são de intituladas microplásticos (MP), os quais podem ser classificados como primários ou secundários. Os microplásticos são considerados, atualmente, como contaminantes emergentes, pois apresentam grandes riscos ao meio ambiente, principalmente a biota marinha. A ausência de estudos acerca de microplásticos na praia Pedra do Sal (Parnaíba-PI) motivou o presente trabalho, a fim de investigar a presença de microplásticos nesta região. Para isso, amostras foram coletadas e caracterizadas fisicamente, utilizando um microscópio eletrônico e quimicamente por Espectroscopia de infravermelho (IV). Os resultados mostraram no espectro obtido bandas de $3571\text{--}3214\text{ cm}^{-1}$ estiramento O-H; 1424 cm^{-1} deformação C-H de alcenos; 1082 cm^{-1} estiramento C-O de álcool; 872 cm^{-1} deformação C-H de alcenos dissustituído geminal; 781 cm^{-1} deformação C-H de anel benzênico com 5 átomos H adjacentes livres (1º pico); 697 cm^{-1} deformação C-H de anel benzênico com 5 átomos H adjacentes livres (segunda banda). Observando uma predominância de resíduos de sílica, presentes na areia, sobre os fragmentos de plásticos obtidos após o procedimento final da filtração. Entretanto mesmo com sobreposições vistas das bandas de sílica sobre os microplásticos, pode-se distinguir estiramentos específicos presentes no nylon e no Polietileno tereftalato.

PALAVRAS-CHAVE: Microplástico. Contaminantes emergentes. Espectroscopia de infravermelho.

SCIENTIFIC INVESTIGATION OF MICROPLASTICS AT PEDRA DO SAL BEACH IN PARNAÍBA – PIAUÍ

ABSTRACT

The pollution caused by plastic remains a problem of great relevance from the environmental, economic, and social points of view since plastic is a widely used material. The particles that present sizes between 1 and 5 mm in length are called microplastics (MP) and can be classified as primary and secondary. Microplastics are currently considered are significant emerging pollutants, as they pose significant risks to the environment, especially marine biota. The absence of studies about microplastics in Pedra do Sal beach (Parnaíba-PI) motivated this end-of-course work to investigate the presence of microplastics in this region. For this, samples were collected and characterized physically, using an electron microscope, and chemically by

Submetido 18/05/202x - Aceito 02/08/2023

infrared (IR) spectroscopy. The results showed in the obtained spectrum bands of 3571-3214 cm^{-1} O-H stretching; 1424 cm^{-1} C-H deformation of alkenes; 1082 cm^{-1} C-O stretching of alcohol; 872 cm^{-1} C-H deformation of geminal disubstituted alkenes; 781 cm^{-1} C-H deformation of benzene ring with 5 free adjacent H atoms (1st peak); 697 cm^{-1} C-H deformation of benzene ring with 5 free adjacent H atoms (2nd peak). Observing a predominance of silica residues in the sand over the plastic fragments obtained after the final filtration procedure. However, even with overlapping silica bands seen on the microplastics, specific stretching present in nylon and Polyethylene terephthalate can be distinguished.

KEYWORDS: Microplastics. Emerging contaminants. Infrared spectroscopy.

1 INTRODUÇÃO

A poluição, ocasionada pelo plástico, perdura-se como um problema de grande relevância dos pontos de vista ambientais, econômicos e sociais. O plástico é um componente bastante utilizado em nosso cotidiano, sua versatilidade e baixo custo associado à sua produção, faz com que este material seja cada vez mais utilizado. Entretanto, entre os anos de 1950 e 2017, houve um aumento significativo em escala mundial, quanto a sua produção, passando de 1,5 para 348 milhões de toneladas produzidas mundialmente por ano (PLASTICS EUROPE, 2019).

Nesse contexto, fica evidente que a má gestão dos resíduos de plástico e seu crescimento anual de 4% desde 2000 são fatores de grande preocupação (GEYER; JAMBECK; LAW, 2017). Estimativas traçadas por Geyer, Jambeck e Law (2017) preveem que até 2050, 12 milhões de toneladas de plástico serão despejados em aterros sanitários ou diretamente no meio ambiente. A produção alinhada ao descarte inadequado deste material, encontra-se de forma onipresente em nossa natureza, consequentemente os mares e oceanos são os mais afetados.

Os microplásticos, são partículas que apresentam tamanhos variados entre 1 e 5 mm de comprimento. Atualmente, são denominados como contaminantes emergentes, pois apresentam riscos ao meio ambiente, principalmente a biota marinha (ANDRADY, 2017; AVIO *et al.*, 2017). Encontram-se divididos em microplásticos primários e secundários. Os primários, são produzidos em tamanhos inferiores a 5 mm e são utilizados na indústria podendo ser encontrados na fabricação de cosméticos, como creme dental, esmaltes e maquiagens. Já os secundários são produzidos em tamanhos maiores que 5 mm, porém devido ao mau descarte deste resíduo, acabam indo de encontro à biota marinha e com o tempo, sofrem processos químicos, físicos e biológicos, havendo sua fragmentação a partículas iguais ou inferiores a 5 mm (ROJO-NIETO; MONTOTO, 2017).

Fica evidente a necessidade de estudos para identificar os microplásticos na planície litorânea do Piauí, pois encontram-se sendo contaminantes com caráter emergente e após intensas pesquisas, não foram identificados, até então, nenhum estudo publicado no que se refere a esta temática na região, podendo ser um importante fator para traçar parâmetros norteadores sobre o assunto.

2 METODOLOGIA

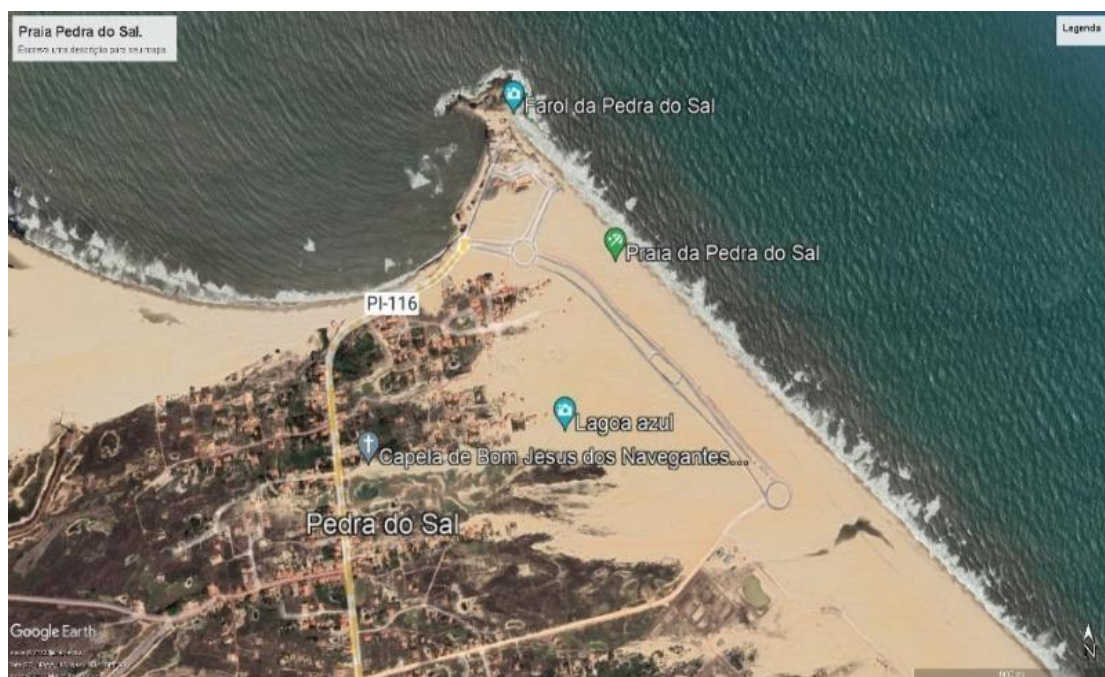
2.1 Tipo de pesquisa

O presente trabalho foi realizado como pesquisa experimental. Esse tipo de pesquisa busca uma determinação sobre um objeto de estudo, selecionando as variáveis que tendem a influenciá-lo e assim o definindo, portanto, este tipo de pesquisa, torna o pesquisador um agente ativo no processo de observação (GIL, 2018).

2.2 Local de coleta

O local de coleta de dados designado para a pesquisa deste trabalho foi na praia Pedra do Sal, localizada em Parnaíba-Piauí (Figura 1). A praia conta com 8 km de extensão, apresentando um morro de pedras que avança ao oceano adentro, formando um conjunto de belezas naturais. A praia também encontra-se sendo palco para prática de surfe, devido as suas ondas e seus ventos fortes (MACHADO, 2022).

Figura 1. Imagem do mapa da localização da Praia Pedra do Sal.



Fonte: Adaptado de Google Earth (2022).

Os pontos de coletas das amostras foram dispostos ao longo da praia, onde a presença turística encontra-se em maior evidência (Figura 2). As coordenadas dos pontos de coleta estão descritas na tabela 1.

Figura 2. Imagem dos pontos de coleta.



Fonte: Adaptado de Google Earth (2022).

Tabela 1. Coordenadas dos Pontos de coleta da Praia Pedra do Sal.

	Ponto de coleta 1	Ponto de coleta 2	Ponto de coleta 3
Longitude	41°43'47.39"O	41°43'47.93"O	41°43'48.38"O
Latitude	2°48'19.54"S	2°48'21.06"S	2°48'22.31"S

Fonte: Autoria própria (2022).

2.3 Procedimento experimental

2.3.1 Coleta do material

Para a coleta, foi necessário analisar os horários das marés, a partir da linha preamar, sendo essa linha, a marca vista na areia da praia que determina o ponto mais alto da maré, sendo esses dados consultados pelo site tábua das marés (TÁBUA DE MARES, 2022). As amostras foram coletadas ao longo da linha mostrada a Figura 3, pois a mesma, facilita a coleta destes resíduos depositados pelo mar na areia.

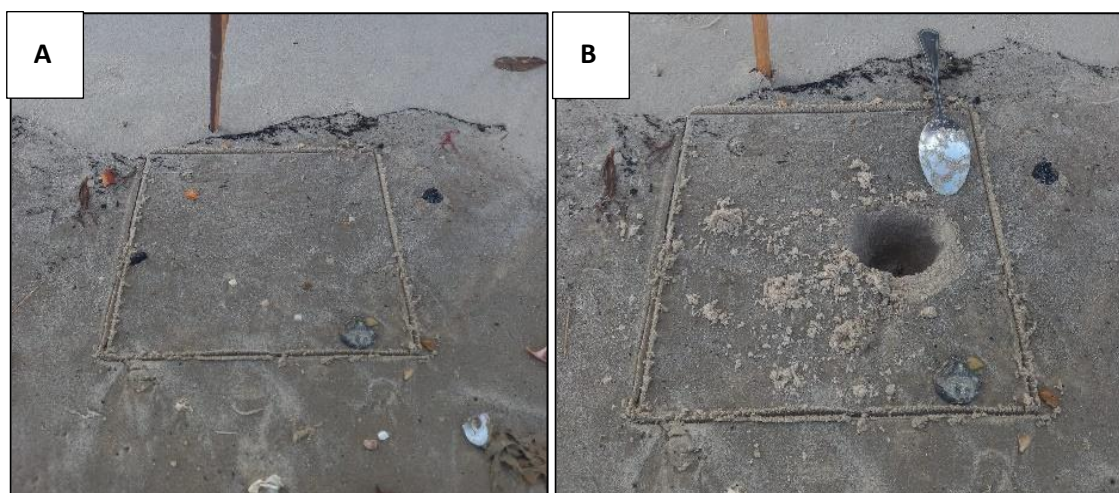
Estabeleceu-se um padrão para realizar a coleta das amostras, primeiramente, usou-se uma régua com o intuito de marcar um quadrado com dimensão de 50 x 50 cm (Figura 4), colocando estacas de madeiras para demarcar o espaço na areia com 2 cm de profundidade, retirando os primeiros 2 cm de areia da praia, com o auxílio de uma pá de alumínio. A coleta foi armazenada em recipientes de vidro, que minimizam possíveis contaminações externas. Repetindo os mesmos processos nos outros dois pontos. É importante salientar que após a coleta da areia, foi também coletado dois frascos de vidro com capacidade para 2 litros cada, aproximadamente, de água do mar, que seria utilizada no pré-tratamento das amostras.

Figura 3. Imagem da linha preamar.



Fonte: Adaptado de Google Earth (2022).

Figura 4. Demarcação do ponto de coleta e coleta: (A) demarcação na areia; (B) coleta do material.



Fonte: Autoria própria (2022).

2.4 Preparo da amostra

Após a coleta, o material foi submetido ao pré-tratamento, no laboratório de Química do Instituto Federal do Piauí – *Campus Parnaíba*.

2.4.1 *Pesagem do Material*

Ao finalizar a coleta na praia, as amostras foram pesadas no laboratório, com o auxílio de uma balança analítica digital Marte AD500 (Máx.: 510g e Min.: 0,02g), todas as amostras foram armazenadas em béqueres, devidamente identificados.

2.4.2 *Secagem do Material*

Nesta etapa, com o material devidamente pesado e identificado nos béqueres, sucedeu-se a secagem do material. Sendo o material acondicionados em béqueres de 500 mL, deixados para secar temperatura ambiente no laboratório (temperatura de aproximadamente 30 graus °C), durante 2 dias. Após, o material foi novamente pesado com o intuito de verificar as variações de massa em função da perda de água.

2.4.3 *Granulometria da Amostra*

Devido os microplásticos apresentarem tamanhos muito pequenos, tornou-se necessário o processo de granulometria, em que as amostras de areia após a secagem foram separadas por uma malha granulométricas com aberturas de 2,36 mm. Esse processo foi repetido para as demais amostras coletadas.

2.4.4 *Flotação da Amostra*

O processo de flotação, tem como objetivo a separação por densidades, e para este processo foi utilizada a própria água do mar, selecionada no instante das coletas das amostras, com o intuito de minimizar os custos e os resíduos do procedimento com a utilização de reagentes, sendo os microplásticos menos densos que a água do mar, logo, a flotação é adequada.

Inicialmente, a água do mar coletada foi posta em repouso por 24 horas no recipiente de vidro fechado, com a finalidade de separação de qualquer impureza visível a olho nu, em seguida, a mesma passou por uma filtração em uma peneira de malha de 0,5 mm. Nas amostras de areia, já secas e armazenadas nos béqueres individualmente, foi então adicionado um volume da água do mar filtrada, volume com proporção 1:3. Utilizando um bastão de vidro, misturou-se a dispersão durante um tempo médio de 2 minutos e, posteriormente, vedou-se a abertura do béquer com um pedaço de papel alumínio, para evitar contaminação externa, por fim, deixou-

se em repouso durante 5 horas. Decorrido este tempo, cuidadosamente, transferiu-se todo o líquido sobrenadante para outro recipiente.

2.2.5 Processo de Filtragem

Neste último processo de separação dos microplásticos a partir da solução salina, tornou-se necessário a utilização de um sistema de filtração à vácuo, sendo necessário a utilização um Kitassato de 1 litro, uma bomba de vácuo, filtro de membrana de nitrato de celulose de poro de 8 μm e um funil de Buchner. Com o sistema montado, foi adicionado o sobrenadante, em seguida ligado a bomba de vácuo para iniciar a filtração. Durante este processo, tornou-se necessário ir adicionando água destilada nas paredes do funil, com a finalidade de que todo o plástico presente na amostra ficasse livre de qualquer impureza e retido no filtro.

2.5 Identificação e caracterização química

2.5.1 Caracterização Física

A análise física observada destes microplásticos presentes nos filtros, foram analisados através de um microscópio com aumento das lentes 2x da marca Olemar 2 ST30-2L. Durante a observação na lupa, foram feitas capturas das imagens utilizando a câmera de um celular, colocando a câmera do celular na lupa, buscando o foco da câmera para melhor registro, sendo então utilizadas para determinação dos tamanhos e quantificação destes microplásticos.

2.5.2 Espectroscopia de Infravermelho.

A identificação química dos possíveis polímeros foi realizada a partir do espectro de Infravermelho com transformada de Fourier (IV-TF) do microplástico usando um espectrofotômetro Spectrum 100 (PeakElmer). Os microplásticos foram misturados com brometo de potássio (KBr) 1% para obtenção da pastilha, moldada com a ajuda de prensa mecânica, necessária para leitura no equipamento, as leituras foram realizadas na faixa de 4000-400 cm^{-1} com resolução de 4 cm^{-1} .

As informações espectrais obtidas foram comparadas com dados disponíveis na literatura relativos às bandas de absorção observadas no espectro IV de polímeros sintéticos conhecidos. A classificação é feita através das bandas adquiridas e comparadas à tabela padrão, mostrando sua correspondência (JUNG *et al.*, 2018).

Tabela 2. Lista de identificação dos polímeros, a partir do valor de absorbância do espectro de infravermelho.

Tipos de Polímero	Bandas de absorção (cm^{-1})
Polietileno tereftalato	1713; 1241; 1094; 720

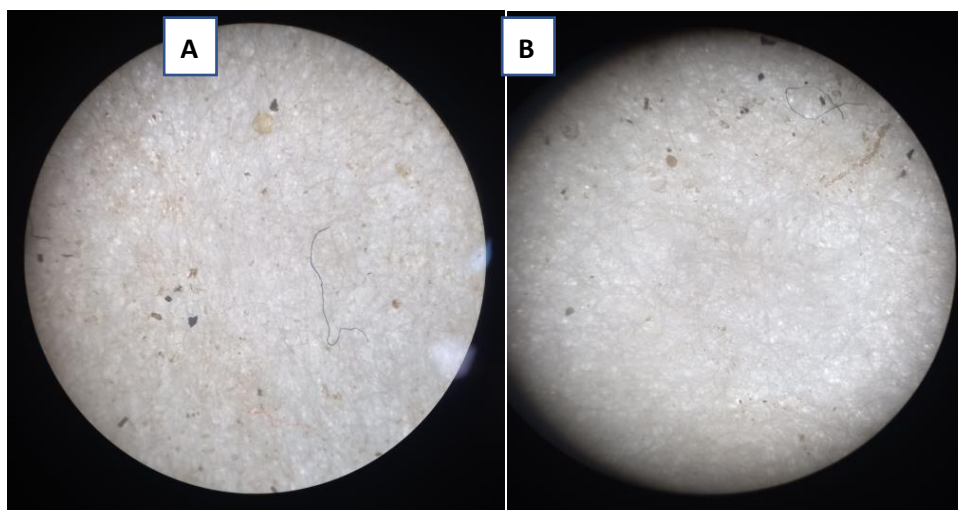
Polietileno de alta densidade	2915; 2845; 1472; 1462; 730; 717
Polietileno de baixa densidade	2915; 2845; 1467; 1462; 1377; 730; 717
Policloreto de vinila	1727; 1331; 1255; 1099; 966; 616
Polipropileno	2915; 2850; 2838; 1455; 1337; 1166; 997; 972; 840; 808
Poliestireno	3024; 2847; 1601; 1492; 1027; 694; 537
Acrilonitrila / butadieno estireno.	2922; 1602; 1494; 1452; 966; 759; 698
Acetado de celulose.	1743; 1368; 904; 600
Espuma vinílica acetinada.	2917; 2848; 1740; 1469; 1241; 1020; 720
Látex.	2960; 2920; 2855; 1447; 1376; 1167
Nitrilo.	2917; 2849; 2237; 1605; 1440; 1360; 1197; 967
Náilon.	3298; 2932; 2858; 1634; 1538; 1464; 1372; 1274; 1199; 687
Polycarbonato.	2966; 1768; 1503; 1409; 1364; 1186; 1158; 1013; 828
Acrílico.	2992; 2949; 1721; 1433; 1386; 1238; 1189; 1141; 985; 964; 750
Etileno propileno fluorado.	1201; 1147; 638; 554; 509
Poliuretano.	2865; 1731; 1531; 1451; 1223

Fonte: Adaptado de Jung *et al.* (2018).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Figura 5 podemos observar a imagem da caracterização física da amostra, como exposto no item 2.5.1 após análise com o microscópio (e registro com auxílio do celular), ambas as amostras demonstraram semelhança quanto aos aspectos físicos como pode ser visualizado nos resultados.

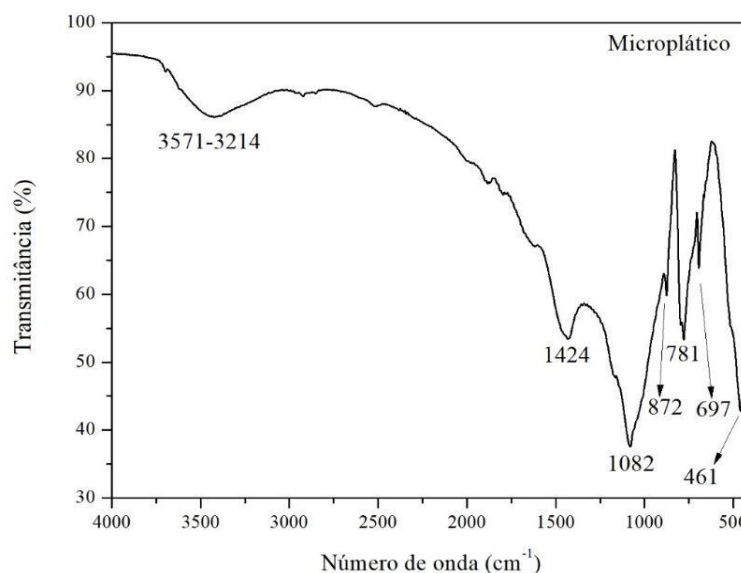
Figura 5. Imagem obtidas das amostras onde pode-se visualizar que são bem semelhantes, apresentando 1 fio solto e alguns fragmentos de possíveis microplásticos.



Fonte: Autoria própria (2022).

A caracterização química foi realizada a partir da espectroscopia de infravermelho e forneceu o espectro abaixo (Figura 6).

Figura 6. Espectro IV-TF do microplástico.



Fonte: Autoria própria (2022).

Na Tabela 3 é possível comparar os comprimentos de onda com o estiramento das ligações químicas características dos microplásticos.

Tabela 3. Atribuições analisadas no espectro de infravermelho.

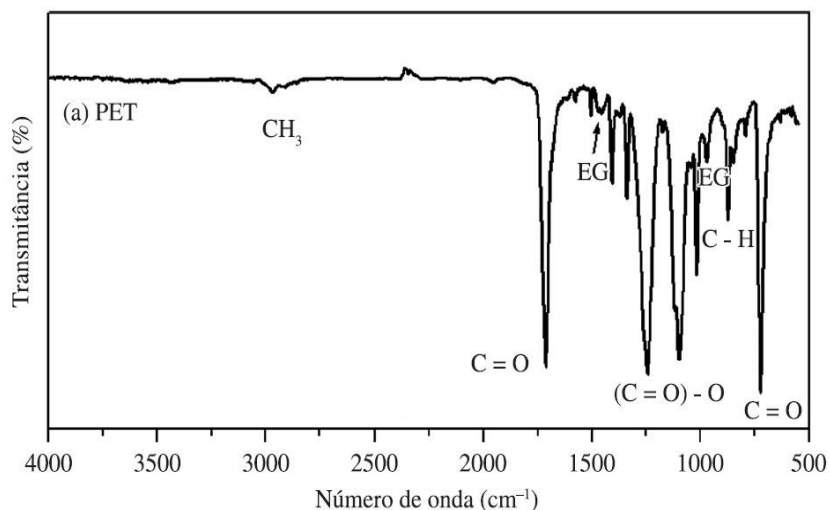
Número de onda (cm ⁻¹)	Atribuições analisadas
3571-3214	Estiramento O-H
1424	Deformação C-H de alcenos
1082	Estiramento C-O de álcool
872	Deformação C-H de alcenos dissustituído geminal.
781	Deformação C-H de anel benzênico com 5 átomos H adjacentes livres (1º pico)
697	Deformação C-H de anel benzênico com 5 átomos H adjacentes livres (2º pico)
461	-

Fonte: Pesquisa direta (2022)

Ao analisar as bandas e intensidades no espectro infravermelho, comparando com a tabela de referência mostrado no item 2.5.2, pode-se analisar que dentre as Bandas de absorção

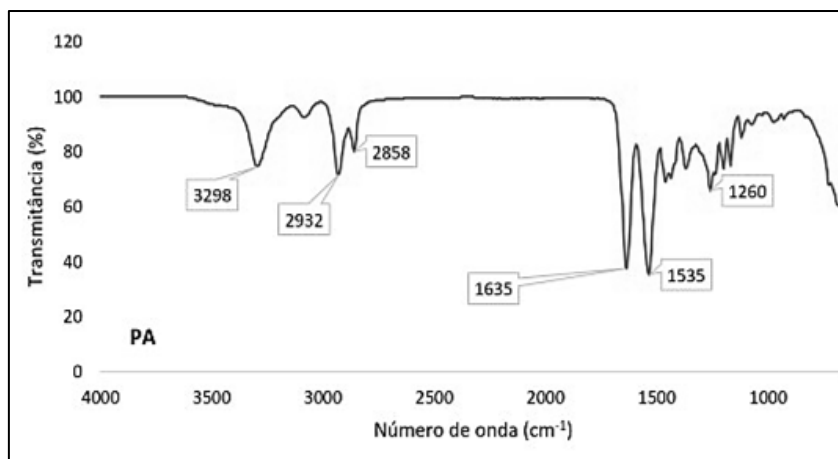
(cm^{-1}) as que mais se aproximam frente ao espectro obtido, seria o Polietileno tereftalato e o Náilon. Abaixo segue a (Figura 7) que apresenta o espectro do Polietileno tereftalato-PET e na (Figura 8) o espectro do Náilon.

Figura 7. Espectro do Polietileno tereftalato (PET).



FONTE: Adaptado de Vanini *et al.* (2013).

Figura 8. Espectro da Poliamida (Náilon).

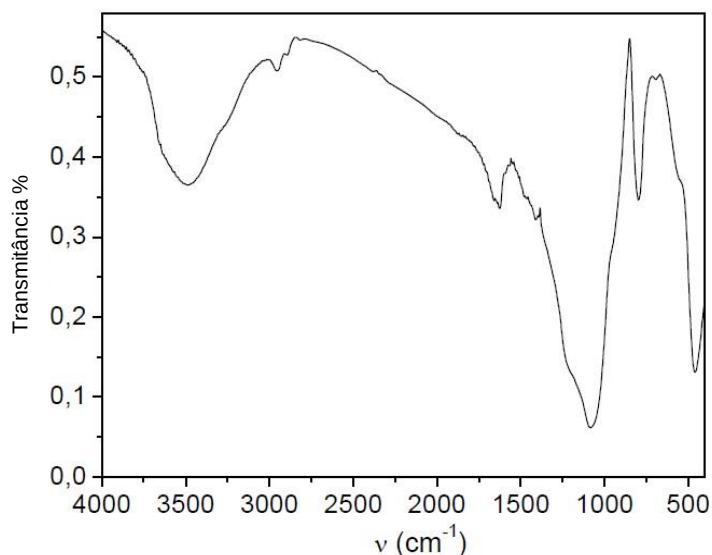


FONTE: Adaptado de Leonor (2020).

Analisando de forma comparativa o espectro obtido com os de referência dos materiais químicos, no caso do PET e do Náilon, podemos observar que algumas bandas não estão bem separadas como os da literatura, pode-se inferir sobreposições de outras bandas e pela baixa quantidade de microplástico obtido após o procedimento final na filtração, ocasionando a predominância de resíduos de sílica presentes na areia, sobre os fragmentos de microplásticos obtidos.

Na Figura 9, observamos um espectro de sílica pura, este apresenta algumas características do espectro obtido das amostras de microplásticos, isso pode ser explicado em função do processo de filtração 5.4.5, feito no item o material analisado, onde, ao realizar a raspagem do microplásticos retido no papel de filtro, também foram arrastadas partículas de areia retidas durante a filtragem, então presentes no espectro da amostra analisada.

Figura 9. Espectro de sílica modificada.



FONTE: Adaptado de Faria e Batista Junior (2016).

No entanto ainda que se perceba sobreposição das bandas da sílica sobre os microplásticos, pode-se distinguir estiramentos também observados específicos presentes no náilon (3298; 2932; 2858; 1634; 1538; 1464; 1372; 1274; 1199; 687 cm^{-1}) e no PET (1713; 1241; 1094; 720 cm^{-1}) que não existem na banda de sílica.

Ao analisar na literatura, Browne e colaboradores (2011), identificaram poliéster (PES), polipropileno (PP), polietileno (PE) e poliamida (PA) na forma de microplásticos em sedimentos marinhos de dezoito praias, na Austrália. No Brasil, Ivar do Sul, Spengler e Costa (2008), detectaram contaminação por *pellets* no Arquipélago de Fernando de Noronha. Alonso e colaboradores (2014), em suas análises detectaram a presença de microplásticos nas praias da Baía do Guanabara, sendo encontrados fragmentos de polietileno, poliestireno e polipropeno. Banegas (2021), caracterizou e identificou a ocorrência de polietileno, poliestireno, polipropeno e poliamida nas regiões praianas da costa da cidade de Fortaleza, localizada no Ceará. Esses MPs comumente encontrados nessas áreas costeiras e praianas, ocorre devido suas fontes antropogênicas de descarte incorreto de embalagens de recipientes de alimentos, produtos de higiene e doméstico, entre outros. Em concordância com a literatura, o

presente artigo trouxe a possibilidade eminente da presença de Poliamida e Polietileno tereftalato.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

No presente artigo, as amostras coletas na praia, foram analisados tanto fisicamente como quimicamente. Porém, como discutido, através dos resultados de infravermelho, ainda não podemos afirmar a contaminação da praia Pedro do Sal por microplásticos, pois, é necessário refinar a pesquisa realizada. Contudo, existe a possibilidade eminente em termos da presença de microplástico advindos do PET e do Náilon, tipos de plásticos bastante utilizados por todos nós, dado a sua facilidade de acesso e utilização pelas indústrias e a sociedade, a cidade de Parnaíba, litoral do Piauí, infelizmente não está alheia as consequências das rotas e ciclos que esses microplásticos perfazem até chegar ao oceano. A presença desses contaminantes ainda é muito pequena, porém, é necessário desenvolver a consciência ambiental enquanto a fim de evitar contaminação em grande escala desses contaminantes.

REFERÊNCIAS

- ALONSO, A. L. F. **Avaliação de microplásticos em praias da Baía de Guanabara, Rio de Janeiro, RJ, Brasil**. 2014. 63 f. Dissertação (Mestrado em Química ambiental; Polímeros) - Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2014. Disponível em: <https://www.bdt.uerj.br:8443/bitstream/1/15789/1/Aline%20Lara%20Fernandes%20Alonso.pdf>. Acesso em: 28 jun. 2022.
- ANDRADY, A. L. The plastic in microplastics: A review. **Marine Pollution Bulletin**, v 119, p. 12-22, 2017.
- AVIO, C. G.; GORBI, S.; REGOLI, F. Plastic and microplastics in the oceans: From emerging pollution to emerged threat. **Marine Environmental Research**, v. 128, p. 211, 2017.
- BANEGAS, M. E. N. **Ocorrência e caracterização morfológica e química de microplásticos na costa da cidade de Fortaleza** (Ceará, Brasil). 2021. 100 f. Dissertação (Mestrado em Química) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2021.
- 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**, v. 45, n. 21, p. 9175-9179, 2011.
- IVAR DO SUL, J. A.; SPENGLER, A.; COSTA, M. F. Here, there and everywhere. Small plastic fragments and pellets on beaches of Fernando de Noronha (Equatorial Western Atlantic). **Marine Pollution Bulletin**, v. 58, n. 8, p. 1236-1238, 2009.

FARIA, E. A.; BATISTA JUNIOR, A. C. Modificação química de sílica gel tratada de areia e seu uso na remoção de Cu ²⁺, Zn ²⁺, Mn ²⁺. **Eclética Química**, v. 41, p. 85-93, 2016.

GEYER, R.; JAMBECK, J. R.; LAW, K. L. Production, use, and fate of all plastics ever made. **Science Advances**, v. 3, n. 7, p. e1700782, 2017.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 6. ed. - São Paulo: Atlas, 2018.

JUNG, M.; HORGAN, F. D.; ORSKI, S. V.; RODRIGUEZ, C. V.; BEERS, K. L.; BALAZS, G. H.; JONES, T. T.; WORK, T. M.; BRIGNAC, K. C.; ROYER, S.-J.; HYRENBACH, K. D.; JENSEN, B. A.; LYNCH, J. M. Validation of ATR FT-IR to identify polymers of plastic marine debris, including those ingested by marine organisms. **Marine Pollution Bulletin**, v. 127, n. 12, p. 704-716, 2018.

LEONOR, D. A. S. **Microplásticos em águas e sedimentos da costa algarvia**. 2020. Dissertação (Mestrado em Engenharia do Ambiente, Perfil Engenharia Sanitária) - Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Nova de Lisboa, 2020.

MACHADO, M. **Praia da Pedra do Sal**. 2022. Disponível em: <https://deltarioparnaiba.com.br/praia-da-pedra-do-sal/>. Acesso em: 3 jul. 2022.

TÁBUA DE MARES. **Tábua de marés e solunares em Parnaíba, Piauí**. 2022. Disponível em: <https://tabuademares.com/br/piaui/parnaiba>. Acesso em: 4 jul. 2022.

PLASTICS EUROPE (German). **Plastics – the Facts 2019: An analysis of European plastics production, demand and waste data**. Plastics Europe (ed.). 2019. Disponível em: <https://plasticseurope.org/knowledge-hub/plastics-the-facts-2019/>. Acesso em: 5 mar. 2022.

ROJO-NIETO, E.; MONTOTO, T. **Basuras marinas, plásticos y microplásticos: orígenes, impactos y consecuencias de una amenaza global**. Madrid: Ecologistas en Acción 2017. ISBN 978-84-946151-9-1.

VANINI, G.; CASTRO, E. V. R.; SILVA FILHO, E. A.; ROMÃO, W. Despolimerização química de PET grau garrafa pós-consumo na presença de um catalisador catiônico, o brometo de hexadeciltrimetilamônio (CTAB). **Polímeros**, v. 23, p. 425-431, 2013.