

Evidência de microplásticos em águas subterrâneas do município de Cuiabá-MT/Brasil

O crescimento populacional tem como consequência, a alta demanda e produção de materiais duráveis e não duráveis. Contudo, esses produtos geram uma quantidade significativa de resíduos, que por sua vez, nem sempre são descartados adequadamente, gerando um acúmulo no ambiente, afetando todo o ecossistema, principalmente os corpos hídricos. Estudos sobre a presença de micropartículas plásticas em águas subterrâneas ainda são iniciais, sendo necessária a realização de mais pesquisas, nesse compartimento. Dessa maneira, esse estudo teve como objetivo analisar a presença de microplásticos em águas subterrâneas, do município de Cuiabá-MT. Para tal foi realizado um levantamento sobre a quantidade de poços existentes no município e realizada a coleta aleatória, de amostras de água de 11 poços, para quantificar e qualificar a presença de microplásticos. Os resultados revelaram que no município estão cadastrados 934 poços, sendo que desses, 65 estão na zona rural e 869 estão localizados na área urbana. Dos poços da área urbana, somente 669 encontram-se em funcionamento, sendo que um total de 508 poços são destinados ao uso doméstico e industrial. Foi encontrada em 81,81%, das amostras analisadas, a presença de microplásticos, com predominância de fibras. Em suma, verifica-se a necessidade de monitorar a qualidade da água dos poços profundos do município de Cuiabá-MT, visto que os microplásticos podem ser um indicador de poluição ambiental.

Palavras-chave: Impacto Ambiental; Micropartículas plásticas; Poços Profundos; Poluição.

Evidence of microplastics in groundwater in the municipality of Cuiabá-MT/Brazil

Population growth has resulted in high demand and production of durable and non-durable materials. However, these products generate a significant amount of waste, which in turn, is not always disposed of properly, generating an accumulation in the environment, affecting the entire ecosystem, especially water bodies. Studies on the presence of plastic microparticles in groundwater are still incipient, requiring further research in this compartment. Thus, this study aimed to analyze the presence of microplastics in groundwater in the city of Cuiabá-MT. To this end, a survey was carried out on the number of wells in the municipality and a random collection of water samples from 11 wells was carried out to quantify and quality the presence of microplastics. The results revealed that 934 wells are registered in the municipality, of which 65 are in the rural area and 869 are located in the urban area. Of the wells in the urban area, only 669 are in operation, with a total of 508 wells intended for domestic and industrial use. It was found in 81.81% of the analyzed samples, the presence of microplastics, with a predominance of fibers. In short, there is a need to monitor the water quality of deep wells in the city of Cuiabá-MT, since microplastics can be an indicator of environmental pollution.


Keywords: Environmental impact; Plastic microparticles; Deep wells; Pollution.


Topic: **Desenvolvimento, Sustentabilidade e Meio Ambiente**


Received: **06/02/2022**


Approved: **27/02/2022**


Reviewed anonymously in the process of blind peer.


Felipe Lúcio Duda Matos 
Universidade Federal de Mato Grosso, Brasil
<http://lattes.cnpq.br/0763391277880535>
<http://orcid.org/0000-0002-7133-9293>
felipe.matos@ufmt.br

Danila Soares Caixeta 
Universidade Federal de Mato Grosso, Brasil
<http://lattes.cnpq.br/8314296350945580>
<http://orcid.org/0000-0002-2036-1378>
danilacaixeta@gmail.com

Rosseean Golin 
Universidade Federal de Mato Grosso, Brasil
<http://lattes.cnpq.br/4684005974138067>
<http://orcid.org/0000-0001-9065-1023>
golin.rosseean@gmail.com

Alessandra Lima Deluque 
Universidade Federal de Mato Grosso, Brasil
<http://lattes.cnpq.br/3377049548276218>
<http://orcid.org/0000-0002-4042-6028>
alessandralima042@hotmail.com

Eduardo Beraldo de Moraes 
Universidade Federal de Mato Grosso, Brasil
<http://lattes.cnpq.br/2910407574938593>
<http://orcid.org/0000-0002-8505-4133>
ebmoraes@ufmt.br

Jhonatan Barbosa da Silva 
Universidade Federal de Mato Grosso, Brasil
<http://lattes.cnpq.br/6493953966875374>
<http://orcid.org/0000-0003-2076-2259>
mail.jhonatan@gmail.com



DOI: 10.6008/CBPC2179-6858.2022.002.0016

Referencing this:

MATOS, F. L. D.; CAIXETA, D. S.; GOLIN, R.; DELUQUE, A. L.; MORAIS, E. B.; SILVA, J. B.. Evidência de microplásticos em águas subterrâneas do município de Cuiabá-MT/Brasil. *Revista Ibero Americana de Ciências Ambientais*, v.13, n.2, p.177-185, 2022. DOI: <http://doi.org/10.6008/CBPC2179-6858.2022.002.0016>

INTRODUÇÃO

O crescimento populacional aliado ao estilo de vida da população, tem propiciado um aumento no consumo de bens materiais, principalmente aqueles de origem plástica, gerando uma quantidade significativa de resíduos sólidos. No Brasil, somente no ano de 2019, a WWF estima que foram produzidas 11,3 toneladas de resíduos plásticos, ficando na 4ª posição dos maiores geradores de resíduos plásticos do mundo.

Indiscutivelmente, como consequência da gestão ineficiente dos resíduos, esses são descartados de forma incorreta no ambiente. Estima-se que entre 6 a 26% são reciclados, enquanto que 94% são depositados em aterros ou diretamente no ambiente (HUANG et al., 2020).

No ambiente, esses resíduos são fragmentados a partículas menores, denominadas de mesoplásticos, microplásticos e nanoplásticos. Segundo Betts (2008) e Arthur et al. (2009), microplásticos são partículas com diâmetro de aproximadamente 5 mm, enquanto que Karami et al. (2018) mencionam que o tamanho é de 0,0001 a 1 mm.

Os microplásticos, por sua vez, por derivar de uma variedade de fontes e atingir altas densidades estão amplamente distribuídos por todo o planeta, podendo ser encontrados em praias, superfície e coluna da água do mar, água doce e águas salobras, sedimentos, gelos, solo, atmosfera e até mesmo nas regiões mais remotas, tais como em locais de altas altitudes e na região do Ártico e Antártica (O'BRIEN et al., 2020). Na literatura existem vários estudos que mostram a presença de microplásticos nos oceanos, no entanto, em água doce esses estudos são escassos e em águas subterrâneas, minoria (BOUWMAN et al., 2018; RE, 2019; PANNO et al., 2019; SELVAM et al., 2021).

Águas subterrâneas são importantes fontes de água doce, no entanto, esse compartimento encontra-se comprometido devido a diversas atividades antrópicas. A presença de fossas sépticas, vazamento de canos de esgoto, efluentes de águas residuárias, lixiviados de aterros ou lixões, reutilização de biossólidos e atividades industriais são as principais fontes de contaminação e introdução de microplásticos, em águas subterrâneas, o que conseqüentemente compromete a qualidade da água (LUO et al., 2021; SAMANDRA et al., 2022).

Visto a escassez de informações sobre a presença de microplásticos em águas subterrâneas, este estudo teve como objetivo identificar e quantificar a ocorrência de microplásticos em águas subterrâneas, da área urbana, do município de Cuiabá-MT.

MATERIAIS E MÉTODOS

Área de estudo

A presente pesquisa foi desenvolvida na região urbana do município de Cuiabá-MT (Latitude: 15° 35' 56" S, Longitude: 56° 5' 42" W.), durante o período de maio de 2020 a março de 2021.

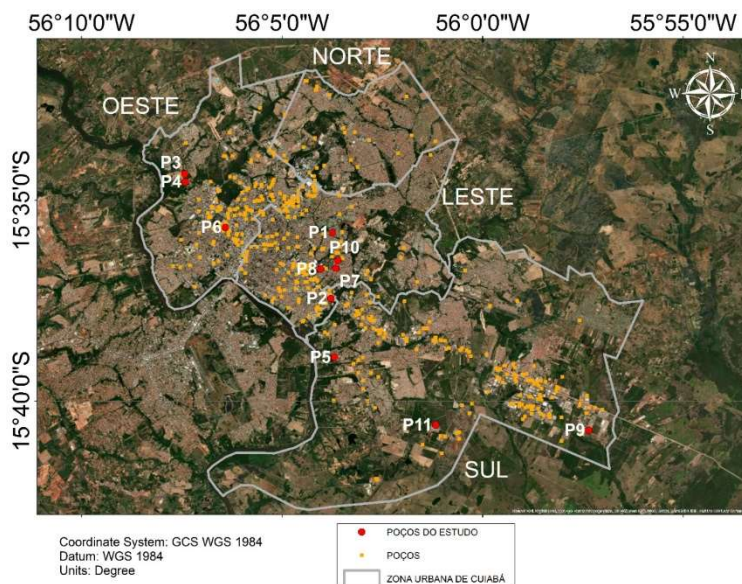


Figura 1: Distribuição de poços de águas subterrâneas e pontos amostrais, no município de Cuiabá-MT, 2020/2021.

Levantamento poços profundos no município

Para quantificar os poços, do município de Cuiabá-MT foi realizada uma consulta em mapas e planilhas disponibilizadas pelo Sistema de Informações de Águas Subterrâneas (SIAGAS) desenvolvido pelo Serviço Geológico do Brasil (CPRM). Foi realizada, ainda, uma consulta, considerando o número de poços que estão em funcionamento, bem como seus usos, dividindo-se em 7 subgrupos: abastecimento doméstico, industrial, múltiplo, urbano, doméstico/animal, doméstico/irrigação, outros (lazer) e irrigação.

Do total de poços urbanos registrados foi coletado aleatoriamente, em 11 poços, amostras de água, a fim de quantificar e qualificar os microplásticos.

Amostragem, quantificação e qualificação de microplásticos

Para obtenção do microplástico, 500 L de água foram bombeadas e filtradas em peneiras granulométricas de malha de 0,063 mm. Após, a peneira foi rinsada com água destilada estéril e os microplásticos retidos foram transferidos para um frasco contendo solução salina (0,85%), armazenados e transportados para posteriores análises.

A quantificação e qualificação dos microplásticos foi efetuada, com o auxílio de um aparelho estereoscópio, marca Coleman, aumento de 10 x. Os microplásticos foram classificados em tipos (fragmentos ou fibras) e cores (azul, vermelha ou incolor).

Na bancada do laboratório, ao se realizar a quantificação de cada ponto amostral, foram colocadas placas de petri com 50 ml de água destilada, para se fazer a contagem de branco de laboratório.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Classificação dos usos da água dos poços subterrâneos

De acordo com o levantamento realizado no Sistema de Informações de Águas Subterrâneas (SIAGAS), no ano de 2020 foi identificado 934 poços cadastrados no município de Cuiabá-MT, sendo que

desses, 65 poços estão na zona rural e 869 poços estão localizados na área urbana, que está dividida em quatro grandes regiões administrativas: Norte, Sul, Leste e Oeste (Figura 1).

Do total de 869 poços da área urbana, 669 encontram-se em funcionamento e 200 poços estão inativos. Dos 669 poços em funcionamento, 275 estão na região sul (41,1%), 164 na região oeste (24,5%), 51 na região norte (7,6%) e 179 na região leste (26,8%). Do total em funcionamento, 508 poços são destinados ao uso doméstico e industrial, conforme pode ser observado na Tabela 1.

Tabela 1: Quantidade de poços cadastrados de acordo com os usos das águas subterrâneas por região.

Tipo de uso	Sul	Oeste	Norte	Leste	Total Geral
Abastecimento doméstico	152	127	27	138	444
Abastecimento industrial	45	9	2	8	64
Abastecimento múltiplo	39	15	10	1	85
Abastecimento doméstico/animal	0	1	0	1	1
Abastecimento doméstico/irrigação	0	1	0	0	2
Abastecimento urbano	35	5	11	6	57
Outros usos (lazer)	2	2	0	3	7
Não informado/classificado	2	3	0	2	0
Total por região	275	164	51	179	669

As quatro regiões administrativas da região urbana do município de Cuiabá, apresentam bairros residenciais, o que foi constatado pela quantidade de poços para uso doméstico. Ao analisar o total de cada região e os tipos de uso, nota-se que as regiões Oeste (127 poços de um total de 164 poços) e Leste (138 poços de um total de 179 poços) apresentam mais de 70% de seus poços para abastecimento doméstico, enquanto na região Norte (27 poços de um total de 51 poços) e Sul (152 poços de um total de 275 poços) apresentam pouco mais de 50% cada. Na região sul além de bairros residenciais há também o distrito industrial o que pode ser comprovado ao analisar que 70% dos poços para abastecimento industrial (45 poços de um total de 64 poços) estão nessa região.

Características dos poços amostrados

Dos 11 poços amostrados para detecção de microplásticos 5 estão localizados na região leste, 3 Oeste e 3 Sul, sendo 9 localizados na região de aquífero fraturado e 2 em uma região de aquífero intergranular (Tabela 2). Em Cuiabá, as regiões de aquífero que possuem fraturas de rochas aliadas a camadas de solos intemperizados, geralmente apresentam-se vulneráveis à infiltração de poluentes, assim como em áreas onde o nível d'água é raso (MIGLIORINI, 1999).

As características hidrogeológicas e do entorno dos poços são imprescindíveis na descrição da qualidade das águas subterrâneas. Na tabela 2, pode ser observado algumas características dos poços estudados, ademais em levantamento realizado em um raio de 50 metros dos poços, não foi constatada a presença de bolsões de lixo, no entanto, todos pontos apresentam ao seu redor construções de casas ou empreendimentos, áreas impermeáveis com ruas asfaltadas e áreas permeáveis com vegetações/gramas próximas.

Tabela 2: Características dos poços selecionados e caracterização da área do entorno.

Poço	Região	Vazão de coleta (L/s)	Data de perfuração	Profundidade (m)	Data da coleta Mês/ano	Tipo de aquífero
P1	Leste	1,43	2020	100	105/2020	Faturado
P2	Leste	0,66	2020	60	05/2020	Faturado
P3	Oeste	0,22	2016	60	06/2020	Faturado
P4	Oeste	0,29	2016	60	06/2020	Faturado
P5	Sul	0,3	1990	50	07/2020	Faturado
P6	Oeste	1,6	1994	100	09/2020	Faturado
P7	Leste	0,27	1989	100	09/2020	Faturado
P8	Leste	1,43	1995	125	09/2020	Faturado
P9	Sul	0,4	2020	100	10/2020	Intergranular
P10	Leste	0,3	2004	120	02/2021	Faturado
P11	Sul	0,29	2004	220	03/2021	Intergranular

Segundo Bi et al. (2022) a urbanização em larga escala geralmente resulta na contaminação das águas subterrâneas em todo o mundo. Cao et al. (2019) mencionam que a intensiva industrialização e rápida urbanização são um dos fatores responsáveis pela deterioração da qualidade das águas subterrâneas e superficiais.

Detecção de microplásticos em águas subterrâneas

A Tabela 3 mostra os dados quantitativos e qualitativos, de microplásticos encontrados nos poços analisados.

Tabela 3: Quantificação de microplásticos nos poços.

	Tipos de microplásticos	Quantidade de microplásticos em 500 L de água
P1	Fibra transparente	0
P2	Fibra transparente	0
P3	Fibra transparente	0
	Fragmento	1
P4	Fibra transparente	1
P5	Fibra transparente	2
P6	Fibra transparente	18
	Fibra vermelha	1
P7	Fibra transparente	3
P8	Fibra transparente	3
P9	Fibra transparente	3
P10	Tufo de Fibra transparente	2
P11	Fibra transparente	6

Dos 11 poços analisados, somente 2 não apresentaram microplásticos. O poço P6 destaca-se com a maior presença de fibras transparentes em relação aos demais pontos, apresentando 18 fibras/500L de amostra. No poço P11 foi identificado 6 fibras/500 L e nos poços P7, P8 e P9 cerca de 3 fibras/500L de amostra. A figura 2, mostra que a mediana encontrada de fibras transparentes é de 2,0 fibras/500L, a média é de 3,27 fibras/500L, a amplitude máxima é de 6 fibras/500L e o valor extremo é de 18 fibras/500L (Figura 2).

Constata-se que o resultado médio de 3,27 fibras/500L, determinado nesse estudo, é menor do que de outros estudos. Nos estudos de Panno et al. (2019), Bouwman et al. (2018) e Selvam et al. (2021) foram determinados 3200 fibras/500L, 83,3 fibras/500L e 2100 fibras/500L, respectivamente. O resultado foi maior somente em relação ao estudo de Mintenig et al. (2019), que apresentou 0,35 fibras/500 litros.

Possivelmente, os estudos obtiveram valores maiores de concentrações de microplásticos, pois as águas em sua maioria eram de poços rasos ou de aquíferos cársticos que são sistemas abertos, mais vulneráveis a poluição e a metodologia aplicada para detecção. De acordo com Ye et al. (2021) o método de inspeção visual com o auxílio de um microscópio, pode selecionar e classificar os microplásticos, porém esse é trabalhoso e de baixa precisão uma vez que partículas de plástico com diâmetro inferior a 1 mm são facilmente ignoradas.

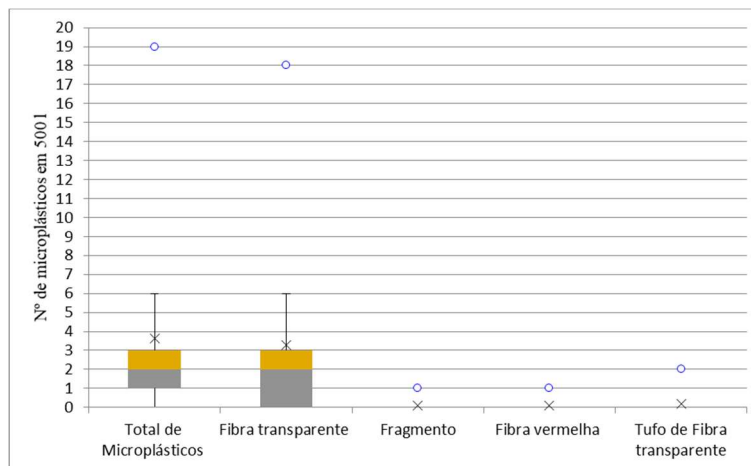


Figura 2: Boxplot do número de microplásticos e variantes dos tipos das micropartículas plásticas encontradas.

Para analisar se existe diferença entre as quantidades de microplásticos dos grupos avaliados, realizou-se o teste estatístico não paramétrico de Kruskal-Wallis. O resultado mostrou que existe diferença estatística entre as medianas das tipologias de microplásticos, entre os grupos: fibra transparente, fragmento, fibra vermelha e tufo de fibra transparente ($H(3) = 16,23$; $p = 0,00101709$).

Nesse estudo, devido ao baixo número de poços monitorados em aquífero granular, não foi possível fazer o boxplot da variável, sendo feito apenas a comparação da quantidade média de microplásticos entre os aquíferos. Assim, o gráfico de barras comparando as médias de concentrações de microplásticos para os dois tipos de aquíferos, existentes na região urbana de Cuiabá-MT, é apresentado na Figura 3.

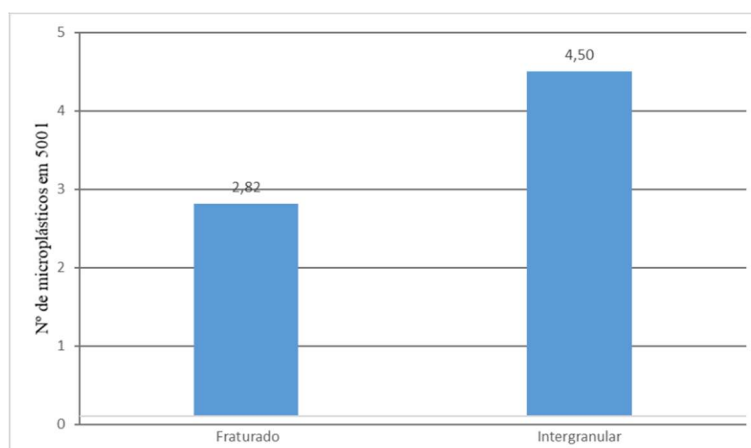


Figura 3: Gráfico com as médias do número de microplásticos em relação aos tipos de aquíferos.

Ao analisar o gráfico, comparando-se as médias, conclui-se que em zonas fraturadas o número de microplásticos foi de 2,82 microplásticos/500 litros e em zonas intergranulares de 4,5 microplásticos/500 litros. Isso evidencia um maior número médio de microplásticos em poços que se encontram em zonas

intergranulares. Entretanto, torna-se necessário mais investigações e estudos para evidenciar esse resultado, comparando os aquíferos. Em relação ao resultado do teste de Kruskal-Wallis, demonstrou que não existe diferença estatística entre a quantidade de microplástico encontrada em aquíferos fraturado e intergranular, ao se obter valor de $p > 0,05$ ($H(1) = 2,5858$; $p = 0,10782193$)

A recarga e o transporte de contaminantes em aquíferos fraturados na região de Cuiabá dependem da presença de veios de quartzos em relação as drenagens e infiltrações através do manto de alteração, já os aquíferos em meios intergranulares constituem uma importante fonte de recarga e transporte de contaminantes, quando o manto de alteração está associado aos depósitos detríticos – lateríticos (APOITIA, 2004).

Os poços desse estudo distribuem-se em 3 das 4 regiões do perímetro urbano de Cuiabá (sul, leste e oeste) e ao se analisar o boxplot, a distribuição dos dados sugere maiores valores de microplásticos nos poços localizados na região oeste e sul, do que os poços da região leste (Figura 4). Portanto, os resultados, do teste de Kruskal-Wallis demonstrou que não existe diferença estatística entre a quantidade de microplástico encontrada nas regiões sul, leste e oeste, ao se obter valor de $p > 0,05$ ($H(2) = 1,78019$; $p = 0,41061608$).

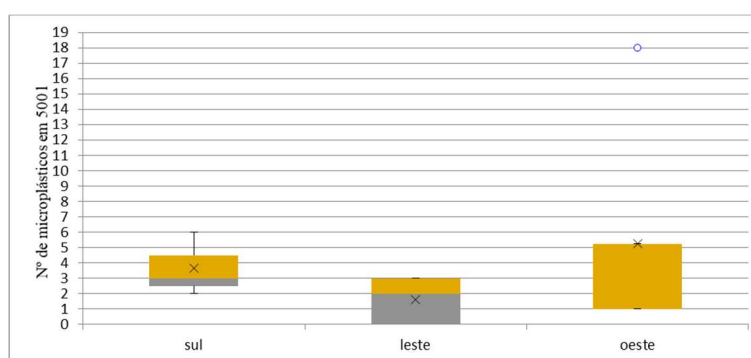


Figura 4: Boxplot do número de microplásticos variando as regiões da área do estudo.

Nessa pesquisa, 10 dos 11 poços são de abastecimento doméstico e apenas 1, localizado na zona sul é de abastecimento industrial. Na Austrália, Samandra et al. (2022), monitorou 7 poços rasos, sendo que 1 deles em área residencial e 1 em área industrial e obteve respectivamente 97 microplásticos/L e 27 microplásticos/L, uma das teorias é de que os microplásticos poderiam entrar nas águas subterrâneas por meio de infiltração do solo ou por contaminação isolada introduzida por meio do poço.

O boxplot comparando a quantidade de microplásticos em relação às faixas de profundidades dos poços (Profundidade ≤ 60 m, $60 \text{ m} < \text{Profundidade} \leq 100$ m e Profundidade > 100 m), é apresentado na Figura 5.

Observou-se que os grupos de poços com profundidades maiores que 60 metros, possuem mediana maior, comparado ao grupo com profundidade menor que 60 metros. E que poços com profundidades maiores que 100 metros, tendem a possuir maior número de microplásticos, contudo é preciso maiores investigações, para se afirmar essa tendência. Portanto, o resultado do teste de Kruskal-Wallis demonstrou que não existe diferença entre as quantidades de microplásticos encontrada, para profundidades menores que 60 metros, profundidades entre 60 e 100 metros e profundidades maiores que 100 metros, ao se obter valor de $p > 0,05$ ($H(2) = 3,43816425$; $p = 0,17923058$).

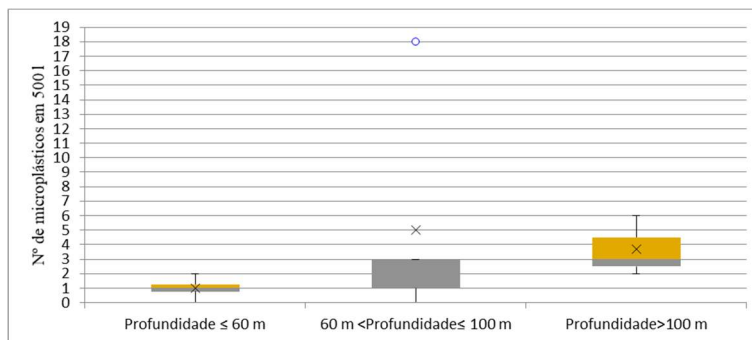


Figura 5: Boxplot do número de microplásticos variando a profundidade dos poços.

Em síntese, foi detectado a presença de micropartículas plásticas em 81,8% das amostras, entretanto, desconhece as prováveis fontes de inserção dessas partículas nesse ambiente. Para Mintenning et al. (2019), embora o plástico seja um material durável e resistente, uma das hipóteses prováveis para micropartículas de plástico na água é através da abrasão das tubulações. Ademais, Re (2019) faz analogia sobre a hipótese de inserção e do transporte de microfibras sintéticas pelo solo e rocha para dentro de aquíferos. Willenbring et al. (2016), constataram em sua pesquisa, que as microfibras naturais de amianto podem se mover através do solo e dos aquíferos.

Portanto, se faz necessário mais estudos em águas subterrâneas no Brasil, para preencher as lacunas existentes sobre as possíveis fontes e transporte de microplásticos para esses compartimentos e, ainda fortalecer as leis brasileiras.

CONCLUSÕES

A caracterização conclui que 91% dos poços em funcionamento, estão em área urbana, predominando os poços em região de aquífero fraturado, sendo que 61% atendem o uso de abastecimento doméstico. Os poços que atendem o abastecimento doméstico têm características semelhantes, com área de entorno impermeabilizada, com profundidade variando de 50 a 220 metros e tempo de perfuração de 1 a 32 anos.

Utilizando como referência para segregação dos microplásticos, uma peneira com malha de 63 micrômetros, dos 11 poços monitorados, 90% são para o atendimento do abastecimento doméstico e 82% apresentaram a presença de pelo menos 1 micropartícula plástica. Isso sugere, a necessidade de se investigar se a maioria dos poços para o atendimento do abastecimento doméstico do município de Cuiabá-MT, também apresentam microplásticos.

Os testes estatísticos indicaram que existe diferença quantitativa da tipologia de micropartículas fibra transparente e demais formas, devido esta ser a categoria predominante, não havendo diferença entre os grupos de fibra vermelha, fragmentos e tufo de fibras transparentes. A análise estatística indicou que não existe diferença entre as quantidades de microplásticos com relação as variáveis: idade dos poços, regiões da cidade, vazões de coleta, profundidades dos poços e tipologia de aquífero.

REFERÊNCIAS

Effects, and Fate of Microplastic Marine Debris. Group, 2009.

BI, P.; HUANG, G.; LIU, C.; LI, L.. Geochemical factors controlling natural background levels of phosphate in various groundwater units in a large-scale urbanized area. **Journal of Hydrology**, v.608, n.127594, 2022. DOI: <http://doi.org/10.1016/J.JHYDROL.2022.127594>

BETTS, K.. **Why small plastic particles may pose a big problem in the oceans.** American Chemical Society, 2008. DOI: <http://doi.org/10.1021/es802970v>

BOUWMAN, H.; MINNAAR, K.; BEZUIDENHOUT, C.; VERSTER, C.. **Microplastic in freshwater water environments a scoping study.** Report to the Water Research Commission, 2018.

CAO, X.; LU, Y.; WANG, C.; ZHANG, M.; YUAN, J.; ZHANG, A.; SONG, S.; BANINLA, Y.; KHAN, K.; WANG, Y.. Hydrogeochemistry and quality of surface water and groundwater in the drinking water source area of an urbanizing region. **Ecotoxicology and Environmental Safety**, v.186, n.109628, 2019. DOI: <http://doi.org/10.1016/J.ECOENV.2019.109628>

HUANG, W.; SONG, B.; LIANG, J.; NIU, Q.; ZENG, G.; SHEN, M.; DENG, J.; LUO, Y.; WEN, X.; ZHANG, Y.. Microplastics and associated contaminants in the aquatic environment: A review on their ecotoxicological effects, trophic transfer, and potential impacts to human health. **Journal of Hazardous Materials**, n.124187, 2020. DOI: <http://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2020.124187>

KARAMI, A.; GOLIESKARDI, A.; LARAT, V.; KARBALAEI, S.; SALAMATINIA, B.. Microplastic and mesoplastic contamination in canned sardines and sprats. **Science of The Total Environment**, v.612, p.1380-1386, 2018. DOI: <http://doi.org/10.1016/J.SCITOTENV.2017.09.005>

LUO, Z.; ZHU, J.; YU, L.; YIN, K.. Heavy metal remediation by nano zero-valent iron in the presence of microplastics in groundwater: Inhibition and induced promotion on aging effects. **Environmental Pollution**, v.287, n.117628, 2021. DOI: <http://doi.org/10.1016/J.ENVPOL.2021.117628>

MIGLIORINI, R. B.. **Hidrogeologia em meio urbano: região de Cuiabá e Várzea Grande – MT.** Tese (Doutorado) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 1999. DOI: <http://doi.org/10.11606/T.44.2000.tde-15102014-100504>

MINTENIG, S. M.; LÖDER, M. G. J.; PRIMPKE, S.; GERDTS, G.. Low numbers of microplastics detected in drinking water from ground water sources. **Science of the Total Environment**, v.648, p.631-635, 2019. DOI: <http://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.08.178>

O'BRIEN, S.; OKOFFO, E. D.; O'BRIEN, J. W.; RIBEIRO, F.; WANG, X.; WRIGHT, S. L.; SAMANIPOUR, S.; RAUERT, C.; TOAPANTA, T. Y. A.; ALBARRACIN, R.; THOMAS, K. V.. Airborne emissions of microplastic fibres from domestic laundry dryers. **Science of the Total Environment**, v.747, p.141175, 2020. DOI: <http://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.141175>

PANNO, S. V.; KELLY, W. R.; SCOTT, J.; ZHENG, W.; MCNEISH, R. E.; HOLM, N.; HOELLEIN, T. J.; BARANSKI, E. L.. Microplastic Contamination in Karst Groundwater Systems. **Groundwater**, v.57, n.2, p.189–196, 2019. DOI: <http://doi.org/10.1111/gwat.12862>

RE, V.. Shedding light on the invisible: addressing the potential for groundwater contamination by plastic microfibers. **Hydrogeology Journal**, v.27, n.7, p.2719–2727, 2019. DOI: <http://doi.org/10.1007/s10040-019-01998-x>

SAMANDRA, S.; JOHNSTON, J. M. JAEGER, J. E.; SYMONS, B.; XIE, S.; CURRELL, M.; ELLIS, A. V.; CLARKE, B. O.. Microplastic contamination of an unconfined groundwater aquifer in Victoria, Australia. **Science of The Total Environment**, v.802, 2022. DOI: <http://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.149727>

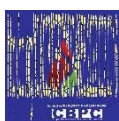
SELVAM, S.; JESURAJA, K.; VENKATRAMANAN, S.; ROY, P. D.; KUMARI, V. J.. Hazardous microplastic characteristics and its role as a vector of heavy metal in groundwater and surface water of coastal south India. **Journal of Hazardous Materials**, n.402, 2021. DOI: <http://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2020.123786>

WILLENBRING, J.; MOHANTY, S.; SALAMATIPOUR, A.; GONNEAU, C.; JEROLMACK, D.; CASPER, B.. Fate of asbestos in soil: remediation prospects and paradigm. In: ABSTRACTS OF PAPERS OF THE AMERICAN CHEMICAL SOCIETY, 252. **Annals**. 2016.

YE, Y.; YU, K.; ZHAO, Y.. The development and application of advanced analytical methods in microplastics contamination detection: A critical review. **Science of The Total Environment**, n.151851, 2021. <http://doi.org/10.1016/J.SCITOTENV.2021.151851>

Os autores detêm os direitos autorais de sua obra publicada. A CBPC – Companhia Brasileira de Produção Científica (CNPJ: 11.221.422/0001-03) detêm os direitos materiais dos trabalhos publicados (obras, artigos etc.). Os direitos referem-se à publicação do trabalho em qualquer parte do mundo, incluindo os direitos às renovações, expansões e disseminações da contribuição, bem como outros direitos subsidiários. Todos os trabalhos publicados eletronicamente poderão posteriormente ser publicados em coletâneas impressas ou digitais sob coordenação da Companhia Brasileira de Produção Científica e seus parceiros autorizados. Os (as) autores (as) preservam os direitos autorais, mas não têm permissão para a publicação da contribuição em outro meio, impresso ou digital, em português ou em tradução.

Todas as obras (artigos) publicadas serão tokenizadas, ou seja, terão um NFT equivalente armazenado e comercializado livremente na rede OpenSea (https://opensea.io/HUB_CBPC), onde a CBPC irá operacionalizar a transferência dos direitos materiais das publicações para os próprios autores ou quaisquer interessados em adquiri-los e fazer o uso que lhe for de interesse.



Os direitos comerciais deste artigo podem ser adquiridos pelos autores ou quaisquer interessados através da aquisição, para posterior comercialização ou guarda, do NFT (Non-Fungible Token) equivalente através do seguinte link na OpenSea (Ethereum).

The commercial rights of this article can be acquired by the authors or any interested parties through the acquisition, for later commercialization or storage, of the equivalent NFT (Non-Fungible Token) through the following link on OpenSea (Ethereum).



<https://opensea.io/assets/ethereum/0x495f947276749ce646f68ac8c248420045cb7b5e/4495187680044091584990248054507007864667408696135652067956115762738194127257/>