



UFAM

UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS

INSTITUTO DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLOGIA

CURSO DE LICENCIATURA EM CIÊNCIAS – QUÍMICA E BIOLOGIA

BRENDA SERRÃO DE FREITAS

**Contaminação por Microplásticos em Carne Salgada do Tipo Charque Comercializada
em Itacoatiara e Parintins, AM, Brasil**

Itacoatiara – AM

2022

BRENDA SERRÃO DE FREITAS

Contaminação por Microplásticos em Carne Salgada do Tipo Charque Comercializada em Itacoatiara e Parintins, AM, Brasil

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à banca examinadora como requisito parcial para a obtenção do grau de Licenciada em Ciências – Química e Biologia do Instituto de Ciências Exatas e Tecnologia – ICET

Orientador: Prof. Dr. Bruno Sampaio Sant’Anna

Itacoatiara – AM

2022

Ficha Catalográfica

Ficha catalográfica elaborada automaticamente de acordo com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

F866c Freitas, Brenda Serrão de
Contaminação por microplásticos em carne salgada do tipo
charque comercializada em Itacoatiara e Parintins, AM, Brasil
/Brenda Serrão de Freitas . 2022
28 f.: il. color; 31 cm.

Orientador: Bruno Sampaio Sant'Anna
TCC de Graduação (Licenciatura Plena em Ciências - Química e
Biologia) - Universidade Federal do Amazonas.

1. Microplásticos. 2. Carne salgada. 3. Charque. 4.
Contaminação. I. Sant'Anna, Bruno Sampaio. II.
Universidade Federal do Amazonas III. Título

BRENDA SERRÃO DE FREITAS

Contaminação por Microplásticos em Carne Salgada do Tipo Charque Comercializada em Itacoatiara e Parintins, AM, Brasil

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à banca examinadora como requisito parcial para a obtenção do grau de Licenciada em Ciências – Química e Biologia do Instituto de Ciências Exatas e Tecnologia – ICET

Aprovado em: 22 de Abril de 2022.

BANCA EXAMINADORA



Documento assinado digitalmente

BRUNO SAMPAIO SANT ANNA
Data: 22/04/2022 15:14:23-0300
Verifique em <https://verificador.itl.br>

Prof. Dr. Bruno Sampaio Sant'Anna, Presidente
Universidade Federal do Amazonas



Documento assinado digitalmente

GUSTAVO YOMAR HATTORI
Data: 22/04/2022 16:36:32-0300
Verifique em <https://verificador.itl.br>

Prof. Dr. Gustavo Yomar Hattori, Membro
Universidade Federal do Amazonas



Documento assinado digitalmente

GUSTAVO FRIGI PEROTTI
Data: 22/04/2022 16:30:53-0300
Verifique em <https://verificador.itl.br>

Prof. Dr. Gustavo Frigi Perotti, Membro
Universidade Federal do Amazonas

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, o idealizador de todos os meus sonhos, provedor de tudo, quem nunca soltou minha mão nesta caminhada;

Aos meus pais, Roseli e Gerson, minha maior motivação desde o início. Obrigada por anos de dedicação e amor incondicional, esta é minha retribuição, nossa conquista;

Ao meu companheiro de vida, Fábio de Matos, por todo amor, compreensão, incentivo e apoio;

Ao querido Prof. Dr. Bruno Sampaio Sant'Anna por todo aprendizado que obtive durante o curso e orientação tanto no Projeto de Iniciação Científica quanto no presente trabalho, obrigada por todo apoio, disponibilidade e paciência;

À todos os professores que também contribuíram com minha vida acadêmica, serei sempre grata por todo auxílio em geral e conhecimento repassado, em especial Isabel Reis, Welma Sousa, Fabiana Paschoal, Cristiane Vizioli, Dominique Fernandes, Nívea Guedes, Heleno Trindade, Érico Luis, Gustavo Hattori, Alan Sérgio, Pierre André, José Gil Vicente, Paulo Assunção, Alex Ramos, Wanderson Trindade e ao saudoso professor Léo Jaime;

À Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado do Amazonas – FAPEAM pela, concessão de bolsa de iniciação científica;

Ao Instituto de Ciências Exatas e Tecnologia - ICET, bem como todo corpo docente, técnicos e funcionários;

Aos amigos do curso pelo companheirismo e parceria dentro ou fora da rotina da universidade, principalmente nos obstáculos da vida, em especial Jéssika Thais e Cristiane Gama;

E a todos que contribuíram de forma direta ou indireta com a conclusão de minha graduação e execução desta monografia.

RESUMO

O elevado nível de dispersão de resíduos plásticos no ambiente marinho tem provocado poluição em massa em praticamente todos os ecossistemas podendo causar a contaminação do sal comercial chegando ao organismo humano quando utilizado no preparo de carne salgada (Charque). Essa exposição é perigosa visto que o plástico apresenta contaminantes tóxicos tanto adsorvidos pelo ambiente, quanto incorporados na fabricação. O presente trabalho teve o objetivo de investigar a presença de microplásticos em charque. Foram adquiridas amostras de três marcas de carnes na cidade de Itacoatiara e Parintins as quais foram processadas e a solução salina obtida foi misturada em peróxido de hidrogênio para digestão de resíduos de carne, na sequência esta solução foi filtrada em papel de filtro e o conteúdo retido foi analisado. Em Itacoatiara, houve diferença significativa entre o tamanho das partículas de microplásticos ($H=7,3020$; $P=0,0260$) e não houve diferença significativa na quantidade destas partículas ($H= 4,7283$; $P=0,0940$). Nas marcas de Parintins não houve diferença significativa entre o tamanho das partículas ($H= 5,0493$; $P=0,0801$), assim como na abundância não houve diferença entre as marcas ($H= 1,4237$; $P=0,4907$). Foram encontradas partículas de diversas cores, com predominância da cor azul (52% em Itacoatiara / 43% em Parintins), vermelho (21% / 13%) e preto (10% / 36%), bem como diversos tipos sendo os mais prevalentes os filamentos (65% / 64%) de formato alongado. Considerando todas as amostras, independente da marca houve diferença significativa entre o tamanho das partículas de microplástico ($Z (U)=2,2719$; $P= 0,0231$) sem diferença significativa na abundância ($Z (U)=1,3245$; $P=0,1853$). Os valores das carnes em Itacoatiara variaram de R\$6,00 a R\$13,00 reais, as marcas com custo mais baixo apresentaram maior número de partículas e de preço mais elevado apresentou menor número de microplásticos. Em Parintins não houve padrão, o valor da carne foi R\$9,00 a R\$10,00 reais, similar entre todas as marcas e a contaminação variou independentemente do preço. Os resultados deste estudo apontam a evidente contaminação de algumas marcas de carne salgada por partículas de microplásticos em ambas cidades investigadas, sendo um alerta para a contaminação humana pelo consumo de carne com partículas de microplásticos.

PALAVRAS-CHAVE: Microplásticos; carne salgada; charque; contaminação.

ABSTRACT

The high level of dispersion of plastic waste in the marine environment has caused massive pollution in practically all ecosystems, which can cause the contamination of commercial salt reaching the human body when used in the preparation of salted meat (Beef Jerky). This exposure is dangerous as plastic contains toxic contaminants both adsorbed by the environment and incorporated in manufacturing. The present work aimed to investigate the presence of microplastics in beef jerky. Samples of three brands of meat were acquired in the city of Itacoatiara and Parintins, which were processed and the saline solution obtained was mixed with hydrogen peroxide for digestion of meat residues, then this solution was filtered through filter paper and the content retained it was analyzed. In Itacoatiara, there was a significant difference between the size of microplastic particles ($H=7.3020$; $P=0.0260$) and there was no significant difference in the amount of these particles ($H= 4.7283$; $P=0.0940$). In Parintins there was no significant difference between the size of the particles ($H= 5.0493$; $P=0.0801$), as well as in the abundance there was no difference between the marks ($H= 1.4237$; $P=0.4907$). Particles of different colors were found, with a predominance of blue (52% in Itacoatiara / 43% in Parintins), red (21% / 13%) and black (10% / 36%), as well as several types being the most prevalent the filaments (65% / 64%) of elongated shape. Considering all samples, regardless of brand, there was a significant difference between the size of microplastic particles ($Z (U)=2.2719$; $P= 0.0231$) with no significant difference in abundance ($Z (U)=1.3245$; $P =0.1853$). The prices of meats in Itacoatiara ranged from R\$6.00 to R\$13.00 reais, the brands with the lowest cost had a higher number of particles and the higher price had a lower number of microplastics. In Parintins there was no standard, the value of the meat was R\$9.00 to R\$10.00 reais, similar between all brands, and contamination varied regardless of price. The results of this study point to the evident contamination of some brands of salted meat by microplastic particles in both cities investigated, being an alert for human contamination by the consumption of meat with microplastic particles.

KEY WORDS: Microplastics; salted meat; beef jerky; contamination.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

- Figura 1** - Tamanho de partículas com média e desvio padrão em milímetros, encontrado por marca de carne na cidade de Itacoatiara 15
- Figura 2** - Número de partículas encontradas por marca de carne na cidade de Itacoatiara. 16
- Figura 3** - Tamanho de partículas com média e desvio padrão em milímetros, encontrado por marca de carne na cidade de Parintins 16
- Figura 4** - Número de partículas encontradas por marca de carne na cidade de Parintins 17
- Figura 5** - Porcentagem de microplásticos por cor, encontrada em amostra de carne das marcas da cidade de Itacoatiara 17
- Figura 6** - Porcentagem de microplásticos por cor, encontrada em amostra de carne das marcas da cidade de Parintins..... 18
- Figura 7** - Porcentagem de microplásticos por tipo, encontrado em amostra de carne das marcas da cidade de Itacoatiara 18
- Figura 8** - Porcentagem de microplásticos por tipo, encontrado em amostra de carne das marcas da cidade de Parintins..... 19
- Figura 9** - Porcentagem de microplásticos por formato, encontrado em amostra de carne das marcas da cidade de Itacoatiara 19
- Figura 10** - Porcentagem de microplásticos por formato, encontrado em amostra de carne das marcas da cidade de Parintins..... 20

Figura 11 - Partículas de microplásticos mais frequentes nas amostras de carne adquiridas em Itacoatiara. **A**- filamento alongado, cor vermelha; **B**- filamento alongado, cor azul; **C**- filamento alongado, cor rosa; **D**- filamentos, cor azul e vermelho; **E**- fragmento, irregular cor vermelha; **F**- fragmento, irregular, cor amarelo. Barra=1 mm.....21

Figura 12 - Partículas de microplásticos mais frequentes nas amostras de carne adquiridas em Parintins. **A**- filamento alongado, cor azul; **B**- filamento alongado, cor vermelha; **C**- filamento alongado, cor vermelha; **D**- filamento alongado, cor azul; **E**- fragmento irregular, cor amarelo; **F**- fragmento irregular, cor cristalino. Barra=1mm.....22

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	11
2 MATERIAL E MÉTODOS.....	13
2.1 Análises estatísticas	13
3 RESULTADOS	14
4 DISCUSSÃO.....	23
5 CONCLUSÃO.....	26
REFERÊNCIAS	27

1 INTRODUÇÃO

Grande parte da poluição no planeta se deve ao acúmulo de materiais plásticos no ambiente (ANDRADY, 2003). O uso do plástico está ligado à praticidade, durabilidade do objeto, versatilidade, peso e baixo custo de produção, tornando-o adequado para diversos fins do dia a dia (ANDRADY & NEAL, 2009). Apesar destas características benéficas, após o uso industrial ou doméstico parte dos resíduos tem como destino final o ambiente, além disso a crescente proliferação do plástico como resíduo, aumenta os efeitos nocivos que são uma grande ameaça ao ambiente a longo prazo (MOORE, 2008)

O plástico é composto de polímeros orgânicos sintéticos os quais podem ser de polietileno, poliestireno, polipropileno, cloreto de polivinil, poliuretano e polietileno tereftalato (VERT et al., 2012). Esses materiais na natureza podem ser degradados de diversas formas como por exemplo degradação biológica, fotoquímica, térmica, mecânica, termo-oxidativa ou hidrólise (ANDRADY, 2011) fragmentando-se em partículas menores de até 5mm denominadas de microplásticos (MPs). Nos últimos anos a onipresença dessas partículas é considerada uma ameaça global uma vez que causa contaminação de ecossistemas por meio da água, solo, ar, o que pode gerar impactos à saúde humana a qual é exposta através do consumo de água e até mesmo alimentos contaminados (KINIGOPOULOU et al., 2022).

Proveniente do mar, lagos salinos, rochas salinas e poços salinos, o sal (NaCl) é produzido em locais conhecidos como salinas associados à efeitos de evaporação e luz solar (YANG et al., 2015), podendo estar localizados em territórios potencialmente afetados pelo lixo plástico (KIM et al., 2018). O principal processo para a produção é o de cristalização, para isso são criadas condições com diferentes níveis de salinidade com auxílio de um tipo de circuito por onde circula tanto a água do mar, quanto água doce e a possível presença de microplásticos nessas águas pode acarretar a contaminação do sal (YANG et al., 2015), ou seja, ambos processos de extração e produção de sal estão sob o risco de exposição aos microplásticos. Segundo Kosuth et al. (2018) em diversas regiões como no Oceano Pacífico, Oceano Atlântico, Mar Celtaico, Mar Mediterrâneo, Mar do Norte, Mar da Sílicia e região dos Himalaias o sal comercial apresenta esses resíduos plásticos. Da mesma forma a comercialização de diversas marcas contaminadas ao redor do mundo vem sendo elucidada por meio de estudos científicos em diversos países como China (YANG et al., 2015), Austrália, França, Irã, Japão, Malásia, Nova Zelândia, Portugal e África do Sul (KARAMI et.

al., 2016), Espanha (IÑIGUEZ et al., 2017), Turquia (GUNDOGDU, 2018), Índia (SETH & SHRIWASTAV, 2018), Itália e Croácia (RENZI & BLAŠKOVIĆ, 2018).

O sal comercial, advindo do mar, é um dos alimentos mais consumidos diariamente pelos seres humanos de diversas formas, e não está livre da recorrente contaminação por resíduos de plástico, uma vez que revisões sobre MPs constataram a presença destes fragmentos em mais de 128 marcas de sal de 38 países diferentes, abrangendo mais de cinco continentes (PEIXOTO et al., 2019). Além disso, cerca de 90% das amostras de sal comercial apresentaram MPs, com concentrações atingindo 19.800 partículas por kg^{-1} , levando a uma potencial ingestão de 36.135 partículas por ano quando se considera o consumidor típico de sal (PEIXOTO et al., 2019). A presença de microplásticos nesse caso confere risco de transferir aos organismos contaminantes tóxicos, que são adicionados ao plástico na sua produção, uso e até mesmo presença no ambiente (WRIGHT et al, 2013).

O sal é fonte de elementos importantes para a nutrição dos seres humanos (YANG et al., 2015), sendo também utilizado para fins de conservação e preparo de produtos cárneos como na produção de carne-de-sol (FARIAS, 2010). A produção de charque também conta com a salga da carne como parte do processo, ocorrendo em dois momentos: a salga úmida e a salga seca, em períodos longos de mais ou menos 10 dias, onde ambos processos dependem do contato direto com o sal (SABADINI et al., 2001).

Sendo o sal um item imprescindível da produção de Charque, pode-se considerar a possível exposição humana à contaminação por microplásticos. Dessa forma, o presente estudo investigou a contaminação deste tipo de carne salgada, comparando a contaminação entre marcas de carne comercializadas em duas cidades do interior do Amazonas, Brasil.

2 MATERIAL E MÉTODOS

Três amostras de 200g de charque de cada uma das marcas Boa fé, Norte Sul e Rio Mar foram adquiridas junto ao comércio do Município de Itacoatiara, Estado do Amazonas. Da cidade de Parintins foram adquiridas três marcas de charque sendo elas Montana, Regional e Norte Charques. As amostras de ambas as marcas foram levadas na embalagem original para o laboratório e etiquetadas por marca, valor e local de procedência para posterior análise. Cada amostra de 200g de carne de cada marca foi dividida em sub amostras de 50g para análise de microplásticos. Em seguida em um béquer de 200ml foram adicionadas as amostras de 50g de carne e água destilada até cobrir, sendo necessário para lavar a carne. Após 2h a carne foi retirada e adicionado 50ml de solução de peróxido de hidrogênio (H_2O_2) à 30%. O béquer com a amostra e a solução foi armazenado em estufa por 24-72hs à 65°C sendo constantemente agitada para digestão da carne. Após este procedimento a solução foi filtrada à vácuo, em papel microporo de 5 μ m e o papel foi armazenado e etiquetado em uma placa de Petri para secagem e posterior análise. Para evitar contaminação toda a vidraria utilizada foi cuidadosamente lavada com água destilada e álcool, seca em estufa e as amostras foram cobertas com papel alumínio antes das análises.

O papel filtro com as amostras foi analisado sob estereomicroscópio modelo Leica EZ4 para verificação da presença de microplásticos, os quais foram medidos (mm) utilizando o sistema de análise Motic Images Plus 2.0 ML com câmera Moticom 2300 3.0 acoplada ao estereomicroscópio. As partículas de microplásticos foram classificadas de acordo com o tamanho, tipo, formato e cor. Onde dentro da categoria de tipos considera-se fragmentos, pellets e filamentos. Na categoria de formato, para fragmentos: arredondados, irregulares, subangulares e angulares. Pellets: discos, cilíndricos, planos, esferoides, ovoides. Filamentos, formato alongado. E para cor: cristalino, vermelho, azul, preto, laranja, marrom, amarelo, transparente, branco, opaco, castanho (DIRECTIVE, 2013).

2.1 Análises estatísticas

Os dados referentes a quantidade de partículas por cor, tamanho e formato para cada marca de cada cidade investigada foram analisadas quanto a normalidade utilizando o teste de Shapiro-Wilk. Como os dados não apresentaram normalidade utilizou-se o teste de Kruskal-

Wallis para comparar o tamanho e a quantidade das partículas de microplásticos entre marcas de cada cidade. Para comparar o tamanho e a quantidade das partículas de microplástico encontradas nas carnes vendidas entre as cidades independente da marca utilizou-se teste não paramétrico de Mann-Whitney. Para ambos testes foi adotado nível de significância de $P < 0,05$.

3 RESULTADOS

Nas marcas adquiridas na cidade de Itacoatiara foram encontradas ao todo 55 partículas de microplástico com tamanho médio de $1,85 \pm 1,48$ mm de comprimento (FIG. 1). Na média as partículas de microplástico da marca RioMar foram maiores do que as outras marcas adquiridas em Itacoatiara. Houve diferença significativa entre o tamanho de microplásticos encontrados nas marcas de Itacoatiara ($H=7,3020$; $P=0,0260$). O maior número de microplásticos encontrados por marca foi de 29 partículas por 200g de carne na marca Boa Fé (FIG. 2). A análise de abundância de microplásticos por amostra evidenciou não haver diferença significativa entre a quantidade de partículas encontradas ($H= 4,7283$; $P=0,0940$).

Nas marcas adquiridas na cidade de Parintins foram encontradas ao todo 86 partículas de microplástico com tamanho médio de $1,30 \pm 1,17$ mm de comprimento. Na média o tamanho das partículas de microplástico encontrado na marca Montana foram maiores em comparação às outras marcas investigadas (FIG. 3) apesar disso, não houve diferença significativa entre o tamanho das partículas encontradas ($H= 5,0493$; $P= 0,0801$). Foram encontradas 39 partículas por 200g de carne na marca Regional, as outras marcas foram menos contaminadas (FIG. 4). Na análise de abundância por amostra não houve diferença significativa entre as marcas ($H= 1,4237$; $P=0,4907$). Considerando todas as amostras de cada cidade independente da marca pôde-se constatar que houve diferença significativa entre o tamanho das partículas de microplástico ($Z(U)=2,2719$; $P= 0,0231$) sem diferença significativa quanto a abundância por amostra ($Z(U)=1,3245$; $P=0,1853$).

Foram identificadas partículas de microplástico com várias cores como branco, preto, marrom, laranja, verde, amarelo, cristalino, rosa. A cor que mais predominou foi azul com porcentagem de 52% nas marcas de Itacoatiara (FIG. 5) e 43% nas marcas de Parintins (FIG. 6).

O tipo mais comum de partícula encontrada em todas as marcas foram filamentos (fibra), sendo 65% nas marcas de Itacoatiara (FIG. 7) (FIG. 11A-D) e 64% nas marcas de Parintins (FIG. 8) (FIG. 12A-D). Foram encontrados também fragmentos (FIG. 11E,F)(FIG. 12E,F) e pellets (FIG. 7)(FIG. 8). Na categoria de formato foram identificadas partículas alongadas em maior abundância, numa porcentagem de 59% nas carnes de Itacoatiara (FIG. 9) (FIG. 11A-D) e 66% de Parintins (FIG. 10) (FIG. 12A-D). Foram encontradas também partículas em formato irregulares (FIG. 9)(FIG. 10)(FIG. 11 E,F)(FIG. 12E,F) e ovoides.

Os valores das carnes em Itacoatiara variaram de R\$6,00 a R\$13,00 reais, as marcas com custo mais baixo apresentaram maior número de partículas, como identificado na marca Boa Fé. Por outro lado a marca RioMar, de preço mais elevado, apresentou menor número de microplásticos em Itacoatiara. Em Parintins não houve padrão, o valor da carne teve pouca variação, entre R\$9,00 e R\$10,00 reais, sendo similar entre todas as marcas e a contaminação variou independentemente do preço.

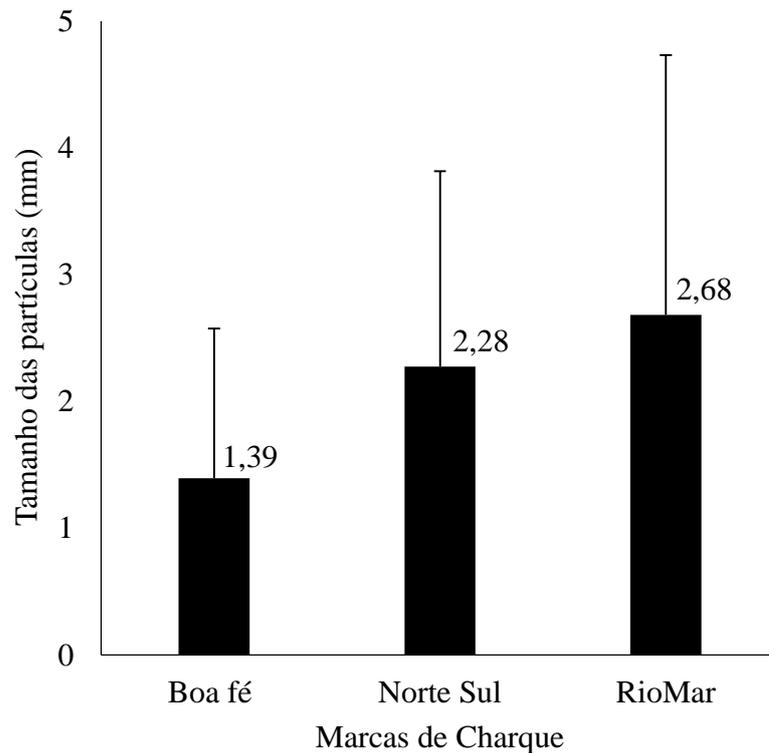


Figura 1 - Tamanho de partículas com média e desvio padrão em milímetros, encontrado por marca de carne na cidade de Itacoatiara

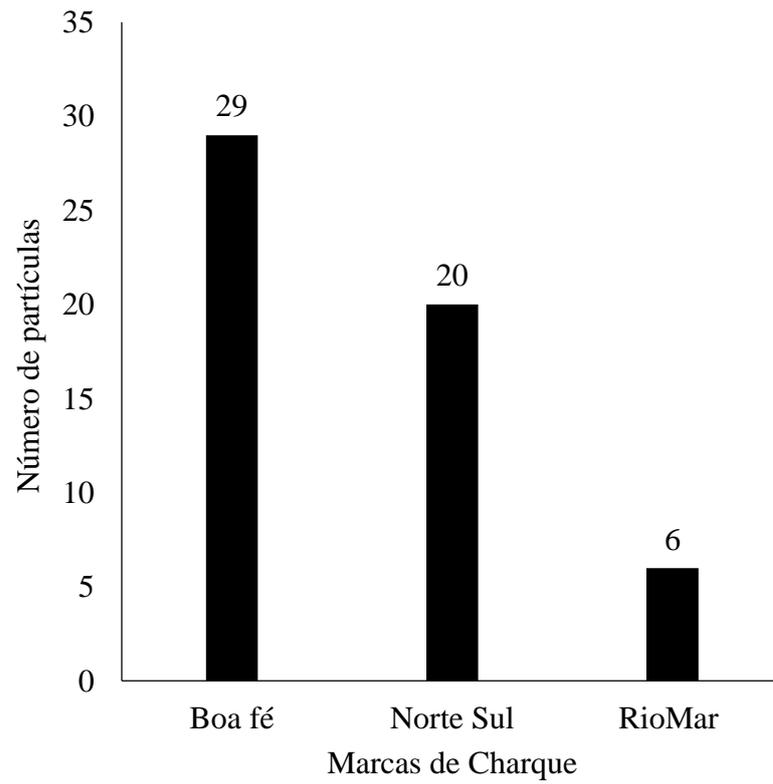


Figura 2 - Número de partículas encontradas por marca de carne na cidade de Itacoatiara

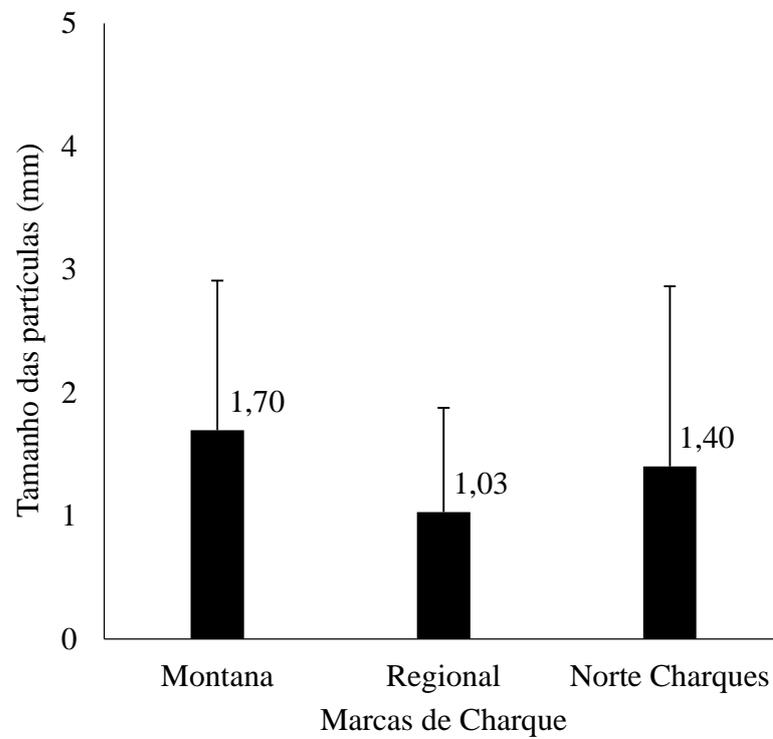


Figura 3 - Tamanho de partículas com média e desvio padrão em milímetros, encontrado por marca de carne na cidade de Parintins

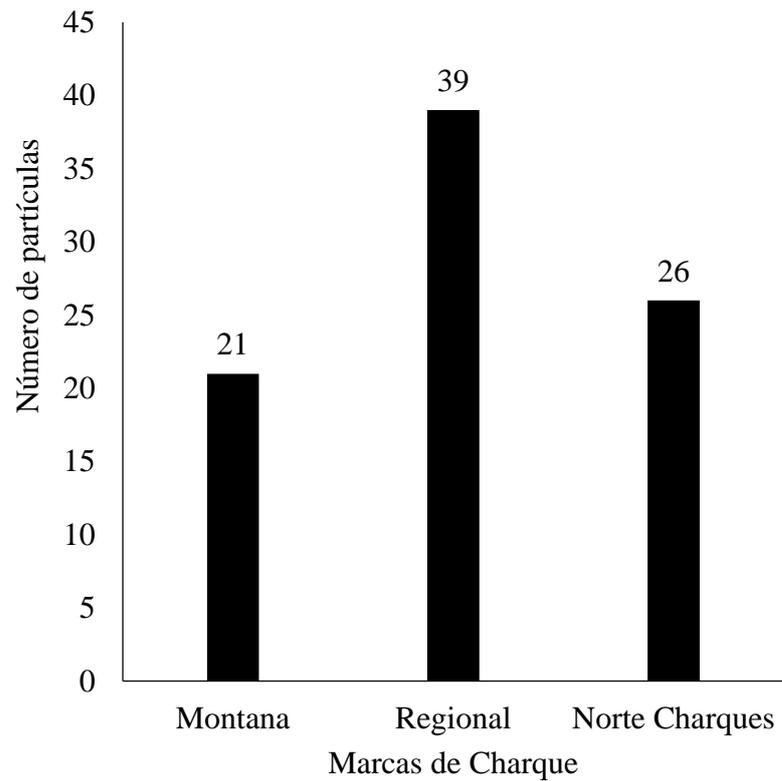


Figura 4 - Número de partículas encontradas por marca de carne na cidade de Parintins

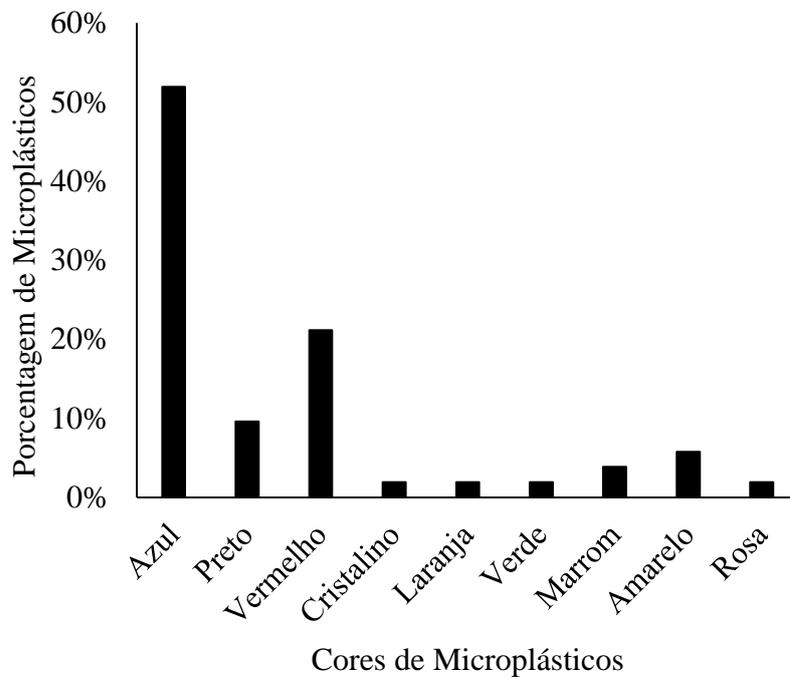


Figura 5 - Porcentagem de microplásticos por cor, encontrada em amostra de carne das marcas da cidade de Itacoatiara

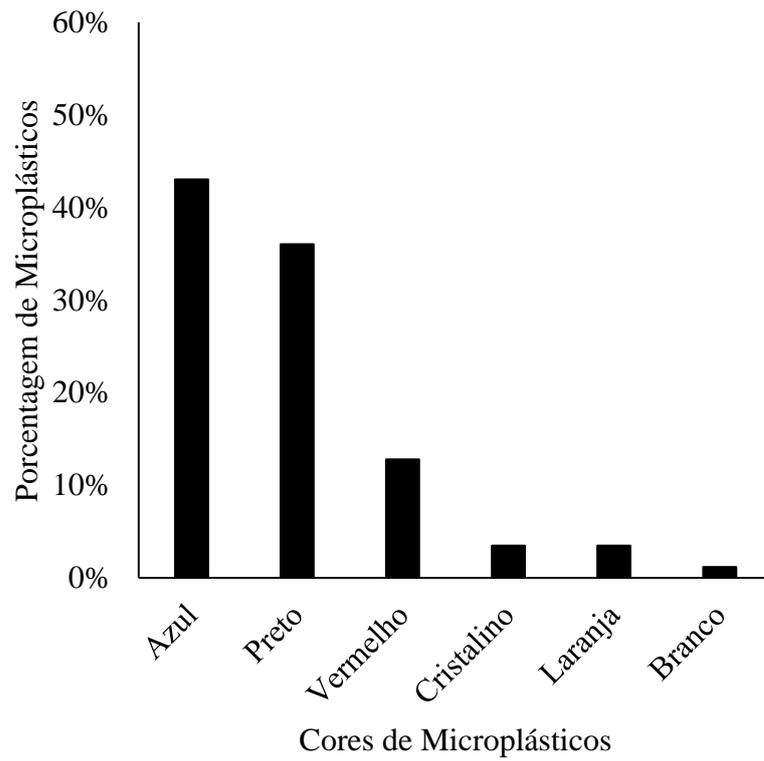


Figura 6 - Porcentagem de microplásticos por cor, encontrada em amostra de carne das marcas da cidade de Parintins

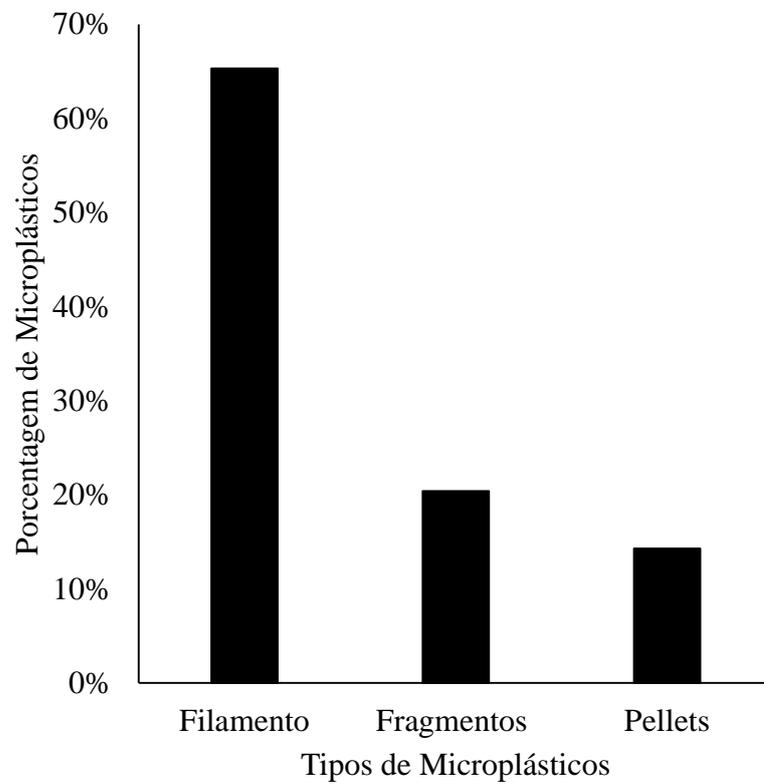


Figura 7 - Porcentagem de microplásticos por tipo, encontrada em amostra de carne das marcas da cidade de Itacoatiara

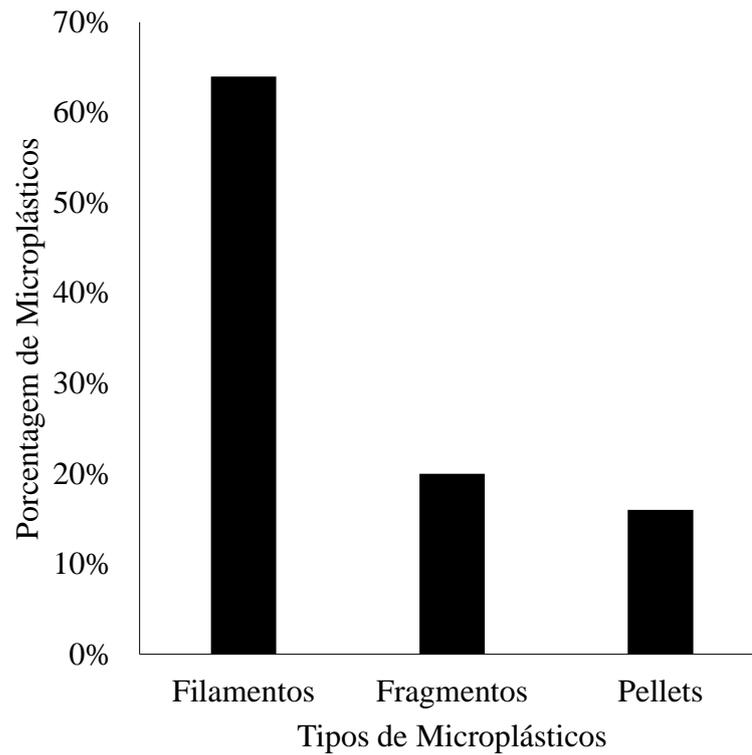


Figura 8 - Porcentagem de microplásticos por tipo, encontrado em amostra de carne das marcas da cidade de Parintins

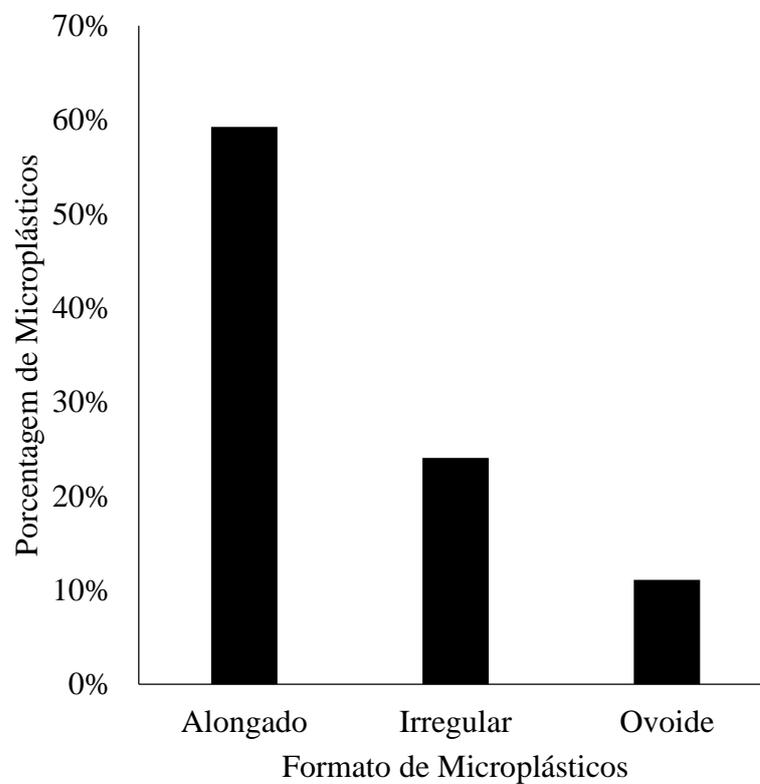


Figura 9 - Porcentagem de microplásticos por formato, encontrado em amostra de carne das marcas da cidade de Itacoatiara

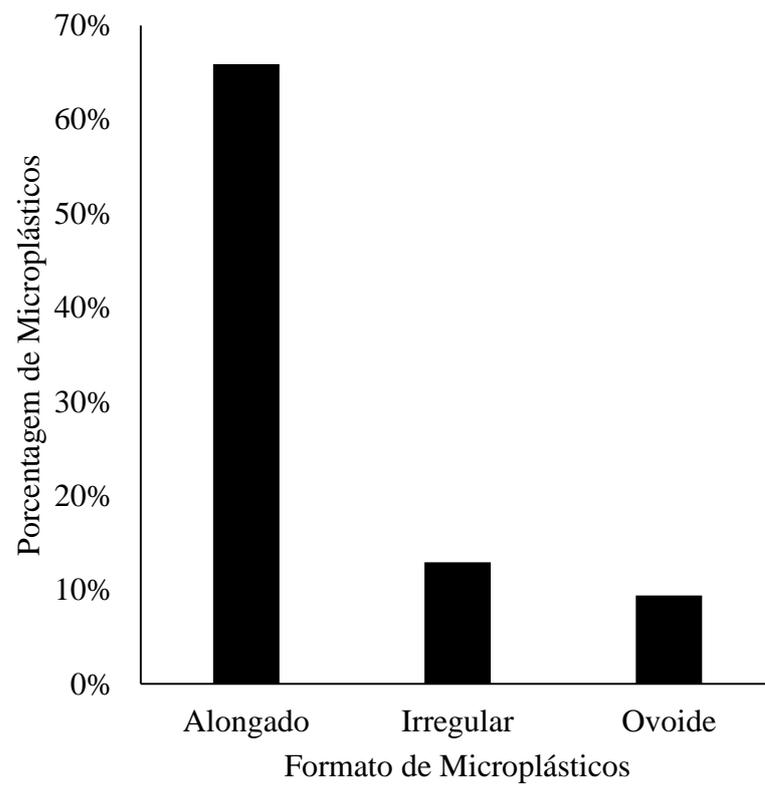


Figura 10 - Porcentagem de microplásticos por formato, encontrado em amostra de carne das marcas da cidade de Parintins

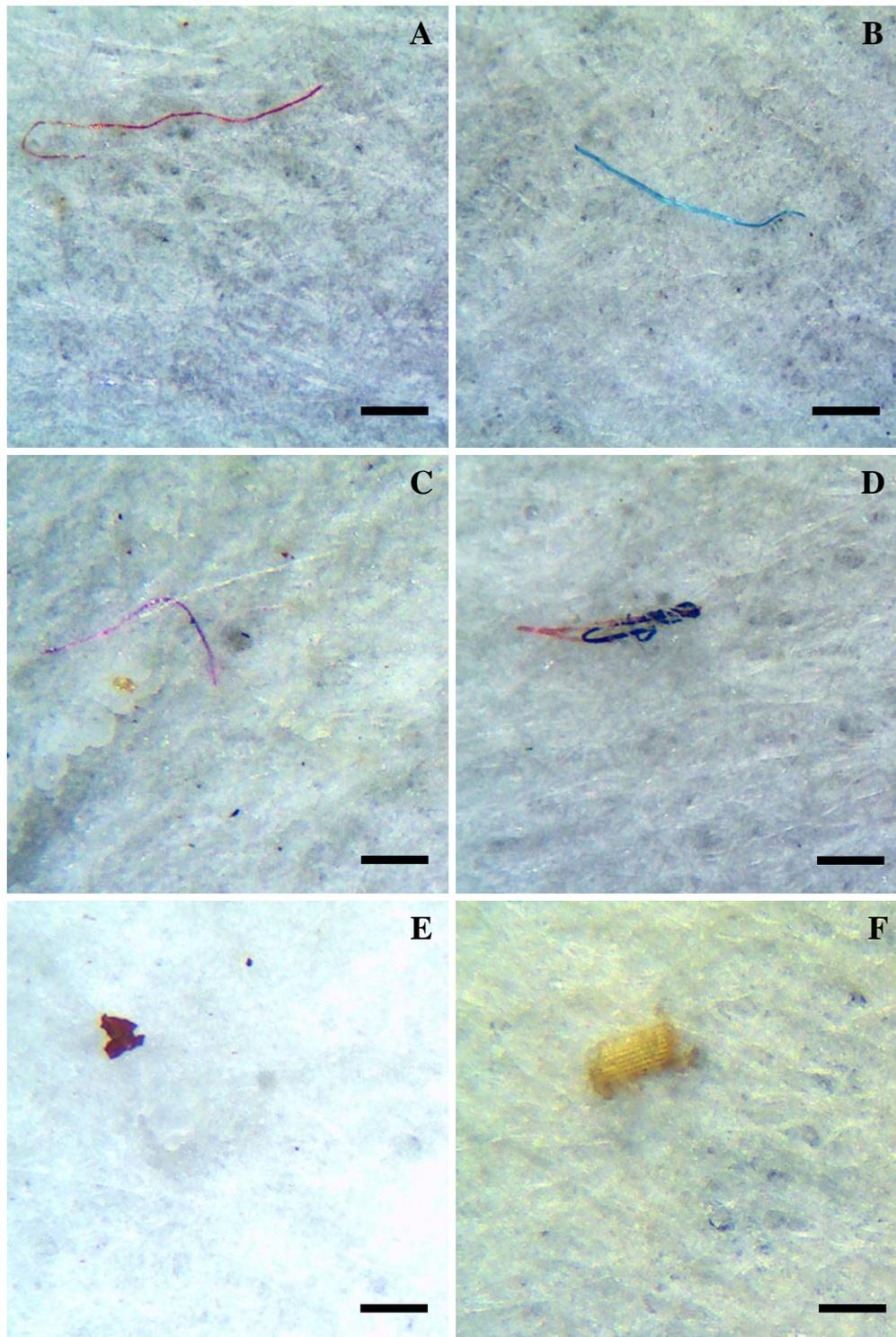


Figura 11 - Partículas de microplásticos mais frequentes nas amostras de carne adquiridas em Itacoatiara. **A**- filamento alongado, cor vermelha; **B**- filamento alongado, cor azul; **C**- filamento alongado, cor rosa; **D**- filamentos, cor azul e vermelho; **E**- fragmento irregular, cor vermelha; **F**- fragmento, irregular, cor amarelo. Barra de escala = 1 mm

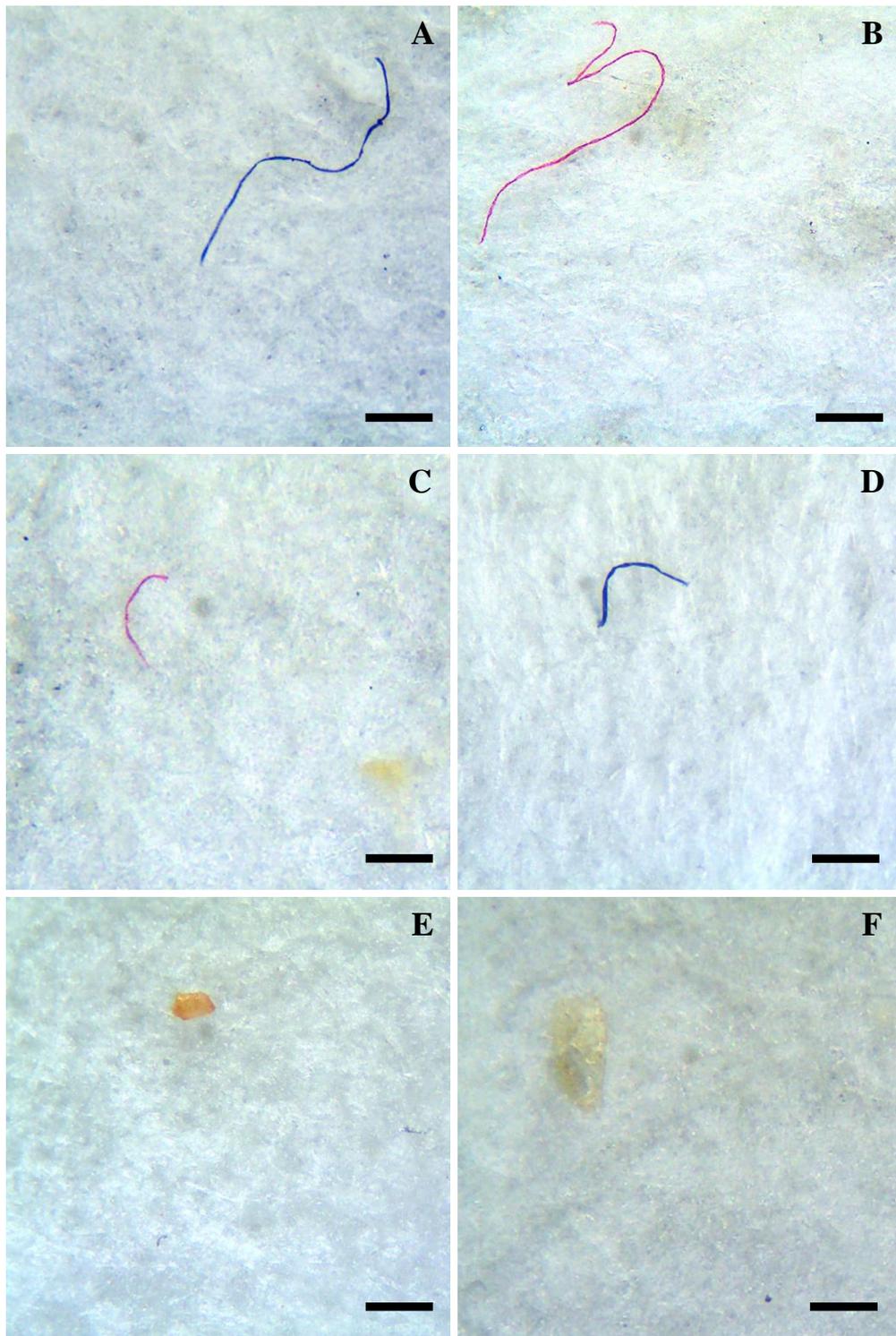


Figura 12 - Partículas de microplásticos mais frequentes nas amostras de carne adquiridas em Parintins. **A**- filamento alongado, cor azul; **B**- filamento alongado, cor vermelha; **C**- filamento alongado, cor vermelha; **D**- filamento alongado, cor azul; **E**- fragmento irregular, cor amarelo; **F**- fragmento irregular, cor cristalino. Barra de escala = 1mm

4 DISCUSSÃO

Como já se tem conhecimento a fragmentação dos plásticos é a maneira mais comum pela qual esses detritos encontram-se espalhados pelos mais diversos ambientes em tamanho micro e nano (MAGHSODIAN et al., 2022). No presente estudo houve contaminação em todas as amostras de Charque analisadas, uma vez que microplásticos estão presentes em mares ao redor do mundo considera-se que isso ocasione a contaminação de sal visto que esse produto é feito diretamente a partir da água do mar (PEIXOTO et al., 2019), o que consequentemente contamina a carne salgada do tipo Charque.

Assim como todas as marcas de carne salgada apresentaram contaminação, totalizando 141 partículas, trabalhos como de Seth e Shriwastav (2018) abordam contaminação em todas as marcas de sal analisadas tendo sido encontradas 626 partículas, assim como Kosuth et al. (2018) evidenciando de 47 a 806 MPs e Iñiguez et al. (2017) registrando de 50 a 280. Outras pesquisas também revelam contaminação como estudos de frutas e legumes, que identificaram uma estimativa de 87.600 a 124.900 partículas/g ingeridas por meio de translocação das vias de plantas e solo para o ecossistema (CONTI et al., 2020). Já o estudo de alimentos embalados e uso de copos descartáveis usados diariamente também revelou dados alarmantes, constatando que cerca de 188 toneladas de microplásticos chegam ao organismo humano nesse consumo (FADARE et al., 2020).

Lambert e Wagner (2016), observaram que mesmo o desgaste físico dos plásticos sob exposição in situ à luz visível provoca disseminação de um grande número dessas partículas em pequenos pedaços no ambiente. Em sal (NaCl) foram encontradas partículas de microplásticos com tamanhos de até 3,5 mm (IÑIGUEZ et al. 2017) e 4,3 mm (YANG et al., 2015), bem como descrito nos resultados de Kim et al. (2018) onde partículas de 0,1 a 0,5 mm foram as mais frequentes em sais marinhos. Análises em refrigerantes, chá e bebidas energéticas também apresentaram partículas de tamanho semelhante, sendo de 0,1 a 3 mm (SHRUTI et. al, 2020), assim como houve ocorrência em carnes embaladas com tamanhos de 0,3 a 0,45 mm (KEDZIERSKI et al., 2020) ambos tamanhos são similares às inúmeras partículas identificadas nas amostras de Charque do presente estudo. Inevitavelmente é o minúsculo tamanho a principal causa da grande dispersão dessas partículas, pois permite que eles se difundam facilmente em recipientes, alimentos, solo e meio ambiente (SRIDHAR et al., 2022)

As partículas mais frequentes foram as de cor azul, preto e vermelho sendo encontradas em todas as marcas de ambas as cidades. Trabalhos como de Iñiguez et al. (2017) e Yang et al. (2015) também descrevem incidência semelhante em suas pesquisas. Porém outras cores menos comuns como amarelo, laranja, cristalino, rosa e verde, também frequentes nas marcas de carne salgada, já foram encontradas em estudos feitos com sal comercial conforme descrito por Kim et al. (2018). Tokhun & Somparn (2020) identificaram maior parte de partículas de cor azul, mas também cores como vermelho, amarelo, verde, rosa, violeta, branco e transparente em seus trabalhos com análises de microplásticos em alimentos. A variedade de cores encontradas em diversos trabalhos, inclusive neste sugere a diversidade de fontes contaminantes (STOLTE et al., 2015) o que aponta para a grande quantidade de materiais plásticos coloridos utilizados rotineiramente e que descartados de maneira inadequada contribui para a contaminação de ambientes naturais.

A identificação dos microplásticos tornou-se uma ferramenta de grande utilidade visto que auxilia na classificação de potenciais fontes e o comportamento no meio ambiente. No que diz respeito ao tipo e formato usa-se diversas terminologias conforme a literatura. Neste trabalho foram identificados três tipos: filamentos, pellets e fragmentos. Os filamentos, também chamados de fibras, foram o tipo dominante nas análises em Charque, como relatado em diversos estudos (YANG et al., 2015; ANDERSON et al., 2017; KOSUTH et al., 2018; CORAMI et al., 2020). Seguindo pelas fibras, os pellets (DO SUL et al., 2014; YANG et al., 2015) e fragmentos (YANG et al., 2015; BAYO et al., 2020) também foram tipos abundantes em todas as marcas de Charque. As fibras são microplásticos de origem secundária assim como os fragmentos que após passarem por processo de degradação no ambiente se proliferam em pedaços menores (HORTON et al, 2017). Tem material fibroso e formato alongado com comprimento substancialmente maior que a largura (LUSHER et al. 2020). Estas são oriundas principalmente do desgaste e lavagem de roupas, onde há liberação de até 1900 fibras por peça de roupa durante a lavagem (SOUZA, 2020). Além disso, fibras são oriundas de cordas, amplamente utilizadas em embarcações no ambiente marinho, bem como linhas e redes de pesca, o que contribui para aumentar a proporção de fibras (BAGAEV et al., 2017)

Outro tipo encontrado entre 16 e 20% das amostras de carne foram os pellets que são produzidos pela indústria como matéria-prima de diversos materiais de plástico e geralmente com formato esférico ou granular, possui esta forma projetada intencionalmente o que facilita

seu transporte e armazenamento (LUSHER et al., 2020). São classificados como microplásticos primários e entram no ambiente por vazamentos durante o processo de fabricação de produtos, problemas na logística e ineficiência no tratamento de resíduos industriais (ANDRADY et al., 2019), bem como uso em processo de lavagem de porões e tanques de embarcações, por isso são encontrados em abundância no mar, sendo considerados ameaça à biota marinha (TURRA et al., 2014)

Fragmentos também foram um dos tipos de microplásticos encontrados nas análises de Charque, são caracterizados por seu formato de bordas irregulares e geralmente tem a aparência de ter sido fragmentado de um plástico maior (LUSHER et al. 2020).

Pellets, fibras e fragmentos assim como no presente estudo, são tipos de microplásticos mais frequentes em diversos trabalhos (MCCORMICK et al., 2016; GARCÉS-ORDÓÑEZ et al., 2019; MACHADO et al., 2021; ZHANG et al., 2022). Nos estudos em alimentos de buffet, Tokhun & Somparn (2020) confirmam também a presença desses tipos de microplásticos em frutos do mar (camarão, lula fresca, mexilhões), tofu de peixe, espetos de caranguejo, cachorro-quente, bacon, filé de peixe, porco e carne bovina, apontando contaminação máxima.

Um alimento de qualidade, disponível para consumo, deve ser seguro e adequado tanto do ponto de vista nutricional quanto sanitário (DE ABREU et al., 2011). Com isso, ao avaliar que a carne salgada apresenta contaminação por microplástico nitidamente se percebe a baixa qualidade do produto, o que não a torna segura. Isso é confirmado visto que marcas mais baratas foram mais contaminadas. Por outro lado as marcas de maior custo, de Parintins, não seguiram padrão semelhante, uma vez que mesmo tendo preço mais alto apresentou um número alto de partículas. Isso está ligado ao fato que de o valor alto de um produto geralmente pode estar associado apenas à estratégia do aumento da margem de lucro, não de melhora da qualidade (SPERS, 2003).

Os efeitos exatos na saúde de humano pelo consumo direto de microplásticos, seja pelo consumo de Charque, bebidas ou outros tipos de alimentos discutidos ainda são pouco compreendidos, todavia efeitos como distúrbios inflamatórios, imunológicos e metabólicos, já foram observados em outros organismos, como algas, zooplâncton, peixes, ratos sendo considerados como alerta precoce de possível risco à saúde humana (HWANG et al., 2019). Dessa forma o consumo de Charque contaminada com microplásticos como alimento acaba

representando uma rota de exposição de longo prazo para a população humana, o que levanta preocupações relacionadas aos efeitos adversos potenciais que essas partículas plásticas, nas quais há incorporado produtos químicos, podem vir a ocasionar sobre a saúde (FERREIRA et al., 2016; GUILHERMINO et al., 2018).

5 CONCLUSÃO

Os principais resultados do presente estudo apontam a evidente presença de microplásticos em marcas de Charque sendo registrada a contaminação das marcas de ambas as cidades investigadas. Nas marcas adquiridas na cidade de Itacoatiara foram encontradas ao todo 55 partículas de microplástico com tamanho médio de $1,85 \pm 1,48$ mm de comprimento e nas marcas de Parintins 86 partículas de microplástico com tamanho médio de $1,30 \pm 1,17$ mm de comprimento. As cores mais frequentes foram azul, vermelho e preto nos tipos de filamentos, fragmentos, pellets. A carne salgada do tipo Charque é um produto alimentício tratado com sal comercial, comprovada como fonte de contaminação de microplásticos, indicando que o consumo desse tipo de carne salgada é uma rota de exposição humana a essas partículas, pois a ingestão de microplásticos promove risco à saúde sendo alvo de preocupação, quanto à segurança alimentar.

REFERÊNCIAS

- ANDERSON, P. J. et al. Microplastic contamination in lake Winnipeg, Canada. **Environmental pollution**, v. 225, p. 223-231, 2017.
- ANDRADY, Anthony L. **Plásticos e Meio Ambiente**. Canadá: John Wiley & Filhos, 2003.
- ANDRADY, A. L.; NEAL, Mike A. Applications and societal benefits of plastics. **Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences**, v. 364, p. 1977-1984, 2009.
- ANDRADY, A. L. Microplastics in the marine environment. **Marine Pollution Bulletin**, v. 62, p. 1596-1605, 2011.
- ANDRADY, A. L.; PANDEY, K. K.; HEIKKILÄ, A. M. Interactive effects of solar UV radiation and climate change on material damage. **Photochemical & Photobiological Sciences**, v. 18, p. 804-825, 2019.
- BAGAEV, A. et al. Anthropogenic fibres in the Baltic Sea water column: Field data, laboratory and numerical testing of their motion. **Science of the Total Environment**, v. 599, p. 560-571, 2017.
- BAYO, J.; OLMOS, S.; LÓPEZ-CASTELLANOS, J. Microplastics in an urban wastewater treatment plant: The influence of physicochemical parameters and environmental factors. **Chemosphere**, v. 238, p. 124-593, 2020.
- CONTI, G. O. et al. Micro-and nano-plastics in edible fruit and vegetables. The first diet risks assessment for the general population. **Environmental Research**, v. 187, p. 109-677, 2020.
- CORAMI, F. et al. A novel method for purification, quantitative analysis and characterization of microplastic fibers using Micro-FTIR. **Chemosphere**, v. 238, p. 124-564, 2020.
- DE ABREU PINHEIRO, F. et al. Consumer profile in relation to food quality and shopping habits. **Journal of Health Sciences**, v. 13, p. 99, 2011.
- DIRECTIVE, Strategy Framework. Guidance on monitoring of marine litter in European seas. **Luxembourg**, v. 10, p. 99-475, 2013.
- DO SUL, J. A. I.; COSTA, M. F. The present and future of microplastic pollution in the marine environment. **Environmental Pollution**, v. 185, p. 352-364, 2014.
- FADARE, O. et al. Microplastics from consumer plastic food containers: Are we consuming it?. **Chemosphere**, v. 253, p. 126-187, 2020.
- FARIAS, Salete Maria de Olinda Carvalho. Qualidade da carne de sol comercializada na cidade de João Pessoa-PB. 2010. 142 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2010.

FERREIRA, P. et al. Effects of multi-stressors on juveniles of the marine fish *Pomatoschistus microps*: gold nanoparticles, microplastics and temperature. **Aquatic Toxicology**, v. 170, p. 89-103, 2016.

GARCÉS-ORDÓÑEZ, O. et al. Marine litter and microplastic pollution on mangrove soils of the Ciénaga Grande de Santa Marta, Colombian Caribbean. **Marine Pollution Bulletin**, v. 145, p. 455-462, 2019.

GUILHERMINO, L. et al. Uptake and effects of the antimicrobial florfenicol, microplastics and their mixtures on freshwater exotic invasive bivalve *Corbicula fluminea*. **Science of the Total Environment**, v. 622, p. 131-142, 2018.

GÜNDOĞDU, S. Contamination of table salts from Turkey with microplastics. **Food Additives & Contaminants: Part A**, v. 35, p. 106-114, 2018.

HORTON, A. A. et al. Microplastics in freshwater and terrestrial environments: evaluating the current understanding to identify the knowledge gaps and future research priorities. **Science of the Total Environment**, v. 586, p. 127-141, 2017.

HWANG, J. et al. An assessment of the toxicity of polypropylene microplastics in human derived cells. **Science of the Total Environment**, v. 684, p. 657-669, 2019.

IÑIGUEZ, M. E.; CONESA, J. A.; FULLAN A. Microplastics in Spanish table salt. **Scientific Reports**, v. 7, n. 1, p. 8620, 2017.

KARAMI, A. et al. Virgin microplastics cause toxicity and modulate the impacts of phenanthrene on biomarker responses in African catfish (*Clarias gariepinus*). **Environmental Research**, v. 151, p. 58-70, 2016.

KEDZIERSKI, M. et al. Microplastic contamination of packaged meat: Occurrence and associated risks. **Food Packaging and Shelf Life**, v. 24, p. 10-48, 2020.

KIM, J. et al. Global pattern of microplastics (mps) in commercial food-grade salts: sea salt as an indicator of seawater MP pollution. **Environmental Science & Technology**, v. 52, n. 21, p. 128, 2018.

KINIGOPOULOU, V. et al. Microplastics as carriers of inorganic and organic contaminants in the environment: A review of recent progress. **Journal of Molecular Liquids**, p. 118, 2022.

KOSUTH, M.; MASON, S. A.; WATTENBERG, E. V. Anthropogenic contamination of tap water, beer, and sea salt. **Plos One**, v. 13, n. 4, p. 70, 2018.

LAMBERT, S.; WAGNER, M. Characterisation of nanoplastics during the degradation of polystyrene. **Chemosphere**, v. 145, p. 265-268, 2016.

LUSHER, A. L. et al. Is it or isn't it: the importance of visual classification in microplastic characterization. **Applied Spectroscopy**, v. 74, n. 9, p. 139-153, 2020.

- MACHADO, J. A. et al. Análise da presença de microplástico em bivalves (perna perba): um estudo de caso em matinhos, litoral do paran. **Guaju**, v. 7, n. 1, p. 156-179, 2021.
- MAGHSODIAN, Z. et al. Study of microplastics pollution in sediments and organisms in mangrove forests: A review. **Environmental Research**, v. 208, p. 11, 2022.
- MCCORMICK, A. R. et al. Microplastic in surface waters of urban rivers: concentration, sources, and associated bacterial assemblages. **Ecosphere**, v. 7, p. 15, 2016.
- MOORE, C. J. Synthetic polymers in the marine environment: a rapidly increasing, long-term threat. **Environmental research**, v. 108, p. 131-139, 2008.
- PEIXOTO, D. et al. Microplastic pollution in commercial salt for human consumption: A review. **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, v. 219, p. 161-168, 2019.
- RENZI, M.; BLAŠKOVIĆ, A. Litter & microplastics features in table salts from marine origin: Italian versus Croatian brands. **Marine Pollution Bulletin**, v. 135, p. 62-68, 2018.
- SABADINI, E. et al. Alterações da atividade de água e da cor da carne no processo de elaborao da carne salgada desidratada. **Food Science and Technology**, v. 21, p. 14-19, 2001.
- SETH, C. K.; SHRIWASTAV, A. Contamination of Indian sea salts with microplastics and a potential prevention strategy. **Environmental Science and Pollution Research**, v. 25, n. 30, p. 30122-30131, 2018.
- SHRUTI, V. C. et al. First study of its kind on the microplastic contamination of soft drinks, cold tea and energy drinks-Future research and environmental considerations. **Science of the Total Environment**, v. 726, p. 138, 2020.
- SOUZA, Gleice Rodrigues de. Avaliação da poluição por microplásticos nas águas do Igarapé do Mindu, no ambiente urbano de Manaus. 2020. 112 f. Dissertação (Mestrado em Ciências do Ambiente e Sustentabilidade na Amazônia) – Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2020.
- SPERS, Eduardo Eugenio. Mecanismos da regulação da qualidade e segurança em alimentos. 2003. Tese (Doutorado em Administração) - Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade - University of São Paulo, São Paulo, 2003.
- SRIDHAR, A. et al. Extraction and detection methods of microplastics in food and marine systems: a critical review. **Chemosphere**, v. 286, p. 131653, 2022.
- STOLTE, A. et al. Microplastic concentrations in beach sediments along the German Baltic coast. **Marine Pollution Bulletin**, v. 99, n. 1-2, p. 216-229, 2015.
- TOKHUN, N.; SOMPARN, A. Microplastic Contaminations in Buffet Food from Local Markets. **Naresuan University Journal: Science and Technology (NUJST)**, v. 28, p. 13-20, 2020.

TURRA, A. et al. Three-dimensional distribution of plastic pellets in sandy beaches: shifting paradigms. **Scientific reports**, v. 4, p. 1-7, 2014.

VERT, M. et al. Terminology for biorelated polymers and applications (IUPAC Recommendations 2012). **Pure and Applied Chemistry**, v. 84, p. 377-410, 2012.

WRIGHT, S. L.; THOMPSON, R. C.; GALLOWAY, T. S. The physical impacts of microplastics on marine organisms: a review. **Environmental Pollution**, v. 178, p. 483-492, 2013.

YANG, D. et al. Microplastic pollution in table salts from China. **Environmental Science & Technology**, v. 49, p. 13622-13627, 2015.

ZHANG, Y. et al. Current status and future perspectives of microplastic pollution in typical cryospheric regions. **Earth-Science Reviews**, v. 226, p. 3-11, 2022.