

UNIVERSIDADE SANTO AMARO
Curso de Ciências Biológicas

Bianca Sobral do Nascimento

**MICROPLÁSTICO PRESENTE NO OCEANO AUSTRAL: PESQUISAS
CONDUZIDAS PELOS PAÍSES DO G7**

São Paulo
2021

Bianca Sobral do Nascimento

**MICROPLÁSTICO PRESENTE NO OCEANO AUSTRAL: PESQUISAS
CONDUZIDAS PELOS PAÍSES DO G7**

**Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Curso de Ciências
Biológicas da Universidade Santo Amaro –
UNISA, como requisito parcial para
obtenção do título Bacharel em Ciências
Biológicas.
Orientador Prof. Dr. Flávio de Barros
Molina.**

São Paulo

2021

N193m Nascimento, Bianca Sobral do

Microplástico presente no oceano austral: pesquisas conduzidas pelos países do G7 / Bianca Sobral do Nascimento. – São Paulo, 2021.

70 f.: il.

Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Ciências Biológicas) – Universidade Santo Amaro, 2021.

Orientador(a): Prof. Dr. Flávio de Barros Molina.

1. Microplástico. 2. Antártica. 3. Oceano Austral. 4. Tratado Antártico. I. Molina, Flávio de Barros, orient. II. Universidade Santo Amaro. III. Título.

Bianca Sobral do Nascimento

**MICROPLÁSTICO PRESENTE NO OCEANO AUSTRAL: PESQUISAS
CONDUZIDAS PELOS PAÍSES DO G7**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Ciências Biológicas da
Universidade Santo Amaro – UNISA, como requisito parcial para obtenção do título
Bacharel em Ciências Biológicas. Orientador: Prof. Dr. Flávio de Barros Molina.

Cidade de novembro de 2021

Banca Examinadora

Prof. Dr.

Profa.Dra.

Profa.Dra.

Conceito Final: _____

Agradecimentos

Primeiramente a Deus por ter me dado, em diversos momentos, a força e inspiração para continuar.

Minha família e amigos pelo apoio para conquistar os meus sonhos.

Ao corpo docente da Unisa, especialmente, ao meu orientador e Prof^a Mariana por me acompanharem no processo de construção deste trabalho.

RESUMO

O Oceano Austral é de grande importância à manutenção do ecossistema marinho ao redor do planeta, além de atuar na regulação do clima global, fatores que tornam essencial a sua proteção. Dentro deste contexto, este estudo teve como objetivo analisar e comparar os principais programas de educação ambiental executados na Antártica pelos países do G7 (Alemanha, Canadá, Estados Unidos, França, Itália, Japão e Reino Unido), com enfoque no descarte de microplástico no Oceano Austral. Para tanto, realizou-se uma revisão de literatura, sem critérios rígidos, buscando por publicações em sites governamentais além de pesquisas em bases de dados localizadas pelo buscador Google Acadêmico, abrangendo um período entre 2000 e 2021, em língua portuguesa e inglesa. Sendo assim, verificou-se que o continente possui flora e fauna únicas, além de processos químicos e biológicos interligados que afetam outras regiões. Depois da sua descoberta, a Antártica, a partir de 1959, passou a ser administrada pelo Tratado Antártico que definiu seu território como dedicado a pesquisa. Com exceção do Canadá, todos os países do G7 são membros consultivos. O Brasil possui base na região, o que o torna um membro consultivo podendo participar da tomada de decisões. Os oceanos vêm sofrendo com a ação antrópica há muito tempo, e isso inclui o Oceano Austral. Com a má administração de resíduos sólidos por parte dos governantes, é preciso que a educação ambiental esteja presente para que a preservação para as gerações futuras se torne uma realidade. Os microplásticos estão se tornando um tema cada vez mais abordado, melhorando o entendimento das suas consequências no ambiente marinho. De acordo com o que foi analisado e comparado, observou-se que a maioria das nações realiza pesquisas e possui programas de proteção na região. Os dados mostraram que a maioria da pesquisa sobre microplástico está voltada para o Ártico, porém existe um gradual aumento de informações sobre a Antártica, principalmente do Reino Unido que há mais tempo acompanha a região. A Alemanha, Estados Unidos, França, Itália e Japão mantêm pesquisas ativas, contudo, atualmente, não têm estudos sobre microplástico. De modo geral, pode-se concluir que os projetos buscam globalizar a informação para evitar a poluição por microplástico nos oceanos e, os países com maiores economias, entendem seu papel como agentes da mudança e influenciadores de transformações significativas em nível global.

Palavras-chaves: Microplástico. Antártica. Oceano Austral. Tratado Antártico.

ABSTRACT

The Southern Ocean is of great importance to the maintenance of the marine ecosystem around the planet, in addition to acting in the regulation of the global climate, factors that make its protection essential. Within this context, this study aimed to analyze and compare the main environmental education programs carried out in Antarctica by the G7 countries (Germany, Canada, United States, France, Italy, Japan, and the United Kingdom), with a focus on the disposal of microplastic in the Southern Ocean. Therefore, a literature review was carried out, without strict criteria, searching for publications on government websites, as well as searches in databases located by the Google Academic search engine, covering a period between 2000 and 2021, in Portuguese and English. Thus, it was found that the continent has unique flora and fauna, in addition to interconnected chemical and biological processes that affect other regions. After its discovery, Antarctica, from 1959, started to be administered by the Antarctic Treaty, which defined its territory as dedicated to research. Except for Canada, all G7 countries are advisory members. Brazil is based in the region, which makes it an advisory member and decision-making participant. The oceans have been suffering from human action for a long time, and that includes the Southern Ocean. With the bad administration of solid waste by the government, environmental education must be present so that the preservation for future generations becomes a reality. Microplastics are becoming an increasingly discussed topic, improving understanding of their consequences on the marine environment. According to what was analyzed and compared, it was observed that most nations carry out research and have protection programs in the region. The data showed that most research on microplastics had focused on the Arctic, but there is a gradual increase in information about Antarctica, mainly from the United Kingdom, which has been following the region for a long time. Germany, the United States, France, Italy, and Japan maintain active research, however, currently, they do not have studies on microplastic. In general, it was concluded that the projects seek to globalize information to avoid microplastic pollution in the oceans, and countries with larger economies understand their role as agents of change and influencers of significant changes at a global level.

Keywords: Microplastic. Antarctica. Southern Ocean. Antarctic Treaty.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Mapa do continente antártico	14
Figura 2 - Roteiro turístico pelas ilhas subantárticas.....	16
Figura 3 - Nações atuais do Tratado Antártico	18
Figura 4 – Mapa das estações presentes no continente. No destaque, à esquerda, observamos a base brasileira.....	19
Figura 5 – Estação concluída em 2019	20
Figura 6 – Microplásticos e sua escala de tamanho.....	22
Figura 7 - Coleta de plásticos da Adventure Science realizada ao redor do mundo. As cores representam a concentração de microplástico por litro, ou seja, quanto mais quente a cor maior a concentração.....	24
Figura 8 - Localização do Laboratório Dallman na Ilha Rei George	25
Figura 9 - Localização Estação Drescher no Mar de Weddel.....	26
Figura 10 - Amostra de gelo perfurado de uma profundidade de 2590 metros. 27	
Figura 11 - Contribuição em publicações de pesquisadores canadenses. A cor azul indica aquelas que tiveram alguém do Canadá como primeiro autor.....	30
Figura 12 - Estação McMurdo, Ilha de Ross, Antártica. Essa é a principal instalação de pesquisa dos americanos no continente	32
Figura 13 - Estação South Pole, localizada mais no interior do continente	33
Figura 14 - Estação Palmer, localizada na Ilha de Anvers. Apoio logístico durante o inverno	33
Figura 15 - Cartões educativos sobre características da região antártica	35
Figura 16 - Vista aérea da estação Dumont d’Urville, Ilha Petrel, Antártica	36
Figura 17 - Vista externa da estação Mario Zuchelli.....	39
Figura 18 - Estação Concordia, localizada no Dome C do continente	39
Figura 19 - Estação Syowa, localizada na Ilha Ongul Oriental é a maior instalação do país.....	41
Figura 20 - Área externa de Dome Fuji.....	42
Figura 21 - Localização das estações britânicas no continente antártico.....	45
Figura 22 - Estação Rothera Research, Ilha Adelaide, Antártica	45
Figura 23 - Estação Halley VI Research, localizada no gelo flutuante do Mar de Weddell	46
Figura 24 - Estação Bird Island Research com sua localização privilegiada para o estudos de aves e focas	47
Figura 25 - Estação King Edward Point Research, Ilha Geórgia do Sul, baía de Cumverland East	48
Figura 26 - Estação de Pesquisa Signy, Ilha Signy. Menor das estações e ocupada somente no verão	48
Figura 27 - Página principal do site Discovering Antarctic.....	50
Figura 28 - Aumento das menções de plástico na ATCM. Podemos observar que nos últimos anos houve um aumento significativo das menções sobre o assunto “plástico” nos reportes das reuniões, assim como, relacionado a poluição.....	51
Figura 29 - Vinte países com pior gerenciamento de resíduo plástico. A cor roxa indica o plástico mal gerenciado, o amarelo e o marrom indicam a parcela	

que acaba no oceano, sendo que no primeiro é uma estimativa baixa e, no segundo, uma alta	52
Figura 30 - Esquema da Corrente Circumpolar Antártica	55
Figura 31 - Comparação de futuros para 2070	56

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	9
2	OBJETIVO	11
3	METODOLOGIA	12
4	RESULTADOS	13
4.1	Características do Continente Antártico	13
4.1.1	Descoberta do continente	15
4.1.2	Tratado Antártico	16
4.1.3	Base brasileira	20
4.2	Lixo plástico	21
4.3	Atuação no Continente Antártico dos países do G7	24
4.3.1	Alemanha	25
4.3.2	Canadá	29
4.3.3	Estados Unidos	31
4.3.4	França	36
4.3.5	Itália	38
4.3.6	Japão	40
4.3.7	Reino Unido	43
5	DISCUSSÃO	51
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS	59
7	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	61

1 INTRODUÇÃO

A Antártida é responsável pela manutenção do clima do planeta e da saúde dos oceanos. As águas que circundam o continente possuem uma corrente poderosa que desempenha papel fundamental na circulação de calor e nutrientes. Além disso, os ventos contribuem para o equilíbrio da umidade e pressão atmosférica do planeta.

Sua descoberta trouxe muitas questões sobre como explorá-la, mantê-la e administrá-la. Desde a era de ouro da exploração muitos países discutem sobre o tema, e o Tratado Antártico foi redigido para definir como cada nação atua e preserva o ambiente.

O gerenciamento de resíduo plástico no continente é um tema citado mais a cada ano. O microplástico é um problema enfrentado em todo planeta e, com o aumento populacional, aumenta a demanda pelo material, com uma média de produção de 400 milhões de toneladas ao ano. Estima-se que estaríamos ingerindo o equivalente a um cartão de crédito ao ano dessas partículas.

Apesar de todos os países contribuírem de alguma forma para a poluição nos oceanos, os mais industrializados, conhecidos como G7, possuem um impacto maior. Sua atuação na Antártida envolve diversos estudos e a poluição por microplástico torna-se um tema mais recorrente. Cada um está presente de alguma forma, portanto sua resposta para o problema precisa ser baseada em pesquisas.

O conhecimento sobre a consequência do microplástico no Oceano Austral apresenta uma lacuna de informação que envolve a origem, o caminho, impacto e destino desse material no ambiente. O presente estudo buscou analisar como cada país do G7 está, atualmente, contribuindo para o preenchimento dessa lacuna.

As informações apresentadas revelam uma crescente valorização do tema e a intenção dos países de uma melhor compreensão do assunto. As consequências no

ecossistema antártico mostram-se mais evidentes, contudo, uma resposta mais substancial e objetiva ainda é necessária.

Buscou-se reunir no trabalho os dados sobre as ações de cada país, além de uma análise e comparação sobre parcerias realizadas para a estruturação de programas de educação ambiental que visem a proteção do Oceano Austral.

2 OBJETIVO

O estudo teve como objetivo analisar e comparar os principais programas de educação ambiental executados na Antártida pelos países do G7 (Alemanha, Canadá, Estados Unidos, França, Itália, Japão e Reino Unido), com enfoque no descarte de microplástico no Oceano Austral.

3 METODOLOGIA

O estudo foi estruturado como uma revisão de literatura, para tanto, utilizou-se de revisão narrativa em que não foram aplicados critérios rígidos para a busca de fontes de informações. Dessa forma, foram realizadas buscas para seleção de materiais relativos ao tema a fim de cumprir o objetivo do trabalho¹.

Para tanto, empregou-se como critérios de exclusão:

- Publicações que abordavam países de fora do G7 (Alemanha, Canadá, Estados Unidos, França, Itália, Japão e Reino Unido);
- materiais que não tratavam especificamente da Antártida/Oceano Austral;
- publicações que não tratavam sobre o resíduo microplástico.

As fontes para pesquisa bibliográfica foram sites governamentais dos países selecionados, além de publicações encontradas com o uso da ferramenta de busca Google Acadêmico, usando os seguintes termos: *microplastic*, *Antarctic*, *Southern Ocean*, *Antarctic Treaty*. O início da coleta de material foi em 2019.

Pela falta de material em língua portuguesa, foram consideradas somente fontes em inglês e, apesar de inicialmente a busca não ter período definido, o material selecionado abrange os anos entre 2000 e 2021.

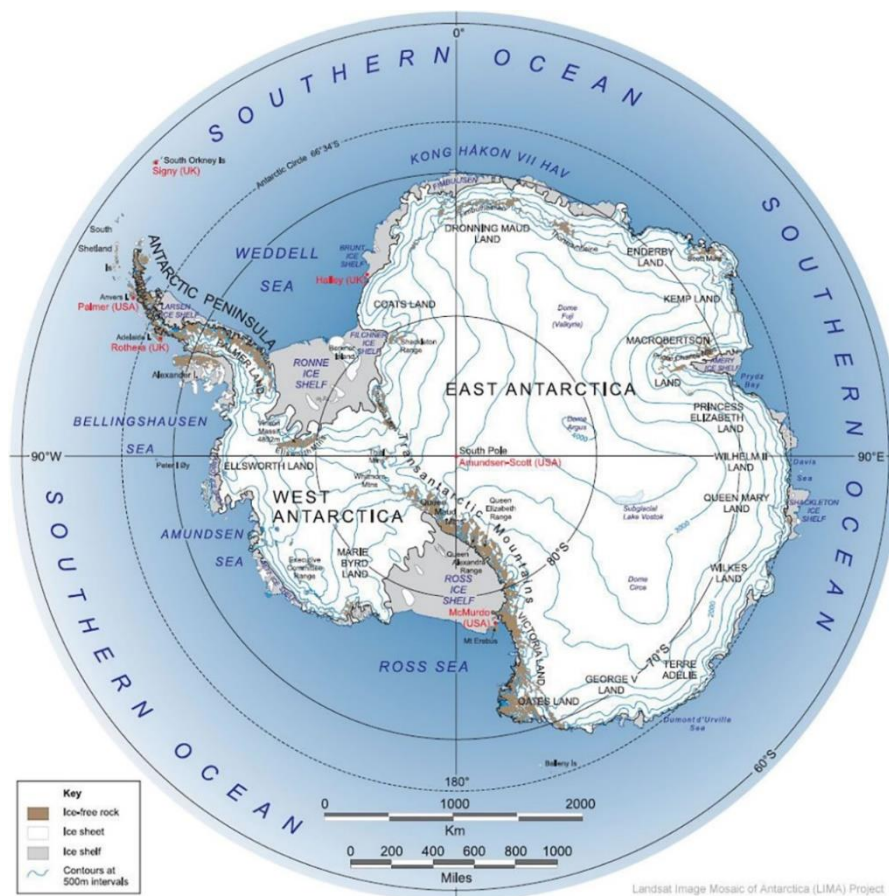
4 RESULTADOS

4.1 Características do Continente e Oceano Antártico

O continente antártico foi descoberto há cerca de 200 anos e, até o momento, não é uma região de permanência de concentração humana². Considerado uma das regiões mais inóspitas do planeta ele abriga uma diversidade de espécies de flora e fauna que ainda precisa de muito empenho para seu total entendimento.

Trata-se de uma região coberta em grande parte por gelo, sendo que no ponto mais espesso chega a 4.776 metros de profundidade. Ela é dividida em Antártica Oriental a leste e Antártica Ocidental a oeste (Figura 1). Na região oeste é onde fica localizada a península que está separada da América pelo Estreito de Drake. As montanhas Transantárticas separam as porções leste e oeste³.

Figura 1 - Mapa do continente antártico



Fonte: British Antarctic Survey [internet]. [acesso em 24 maio 2021]. Disponível em: https://lima.usgs.gov/documents/LIMA_overview_map.pdf

Poucas regiões, a maioria litorâneas, não são cobertas por gelo e acabam sendo abrigo dos animais. O continente não apresenta uma divisão de dia/noite e sim um verão de seis meses (setembro/março) onde o sol é presente e um inverno também de seis meses (março/setembro) onde reina a escuridão³.

A flora é bem restrita devido ao frio intenso e uma das duas espécies que florescem é a erva-pilosa-antártica (*Deschampsia antarctica*). Com relação a fauna, o krill desempenha um papel importante de base de cadeia alimentar. Além dele a região abriga grandes espécies de aves, como o pinguim-imperador (*Aptenodytes forsteri*) e o petrel-gigante (*Macronectes giganteus*); mamíferos, como focas e baleias; e peixes, como o bacalhau antártico e o peixe gelo que são endêmicos³.

O Oceano Austral é de suma importância para manutenção do clima do planeta. Ele desempenha o papel, ao conectar três oceanos, de circular grande quantidade de calor e nutrientes devido a sua corrente, além de absorver a maior parte de dióxido de

carbono da atmosfera. Pelo fato de ter pouca massa de terra que impeça os ventos e a corrente marinha, as águas antárticas, influenciam processos em todo planeta⁴.

Devido a zona de ressurgência na região ocasionada pela diferença de temperatura entre a superfície e o fundo, o oceano possui o ambiente perfeito para reprodução do krill, que é base de cadeia que sustenta toda a vida no continente⁵.

4.1.1 Descoberta do continente

A busca por esse território teve início por volta de 1800 quando os exploradores da época queriam alcançar o desconhecido território mais ao sul do mundo já que muitos acreditavam que ele 'equilibrava' o planeta junto com a porção norte, ou seja, a terra era um planeta mantido por duas porções nos polos². O mar e as correntes ao redor da Antártida são de difícil navegação e as primeiras tentativas, entre elas a de James Cook, não obtiveram sucesso.

As tentativas de encontrar a região foram retomadas devido a possibilidade de lucro e, portanto, devido a rivalidade entre nações, os países se apressavam para ver quem chegaria primeiro. As grandes potências na época que incluíam Estados Unidos, Rússia e Inglaterra realizaram suas tentativas de descoberta do continente².

Somente em 1819 o capitão russo Fabian von Bellingshausen avistou a terra congelada e apenas três dias depois foi a vez do capitão britânico Edward Bransfield pôr os olhos na península antártica, junto com o americano Nathaniel Palmer. Contudo o primeiro a pisar em terra firme, em 1821, foi o explorador americano John Davis.

Com o consumo cada vez maior de óleo e demanda por pele os baleeiros desempenharam um papel importante na descoberta da Antártida. As populações de focas e leões marinhos das ilhas próximas foram dizimadas e com isso era necessário buscar novos lugares e avançar mais ao sul. Cada vez mais ilhas foram sendo descobertas e a matança de baleias também aumentava. Foram encontradas as ilhas conhecidas hoje como Deception, Ilhas de Shetland do Sul e Ilha Rei George⁶ (Figura 2).

Figura 2 - Roteiro turístico pelas ilhas subantárticas



Fonte: Antarctica Expeditions. [internet]. [acesso em 24 maio 2021]. Disponível em: <https://www.antartida.com.br/component/sppagebuilder/?view=page&id=62>

Apesar de a história da descoberta estar baseada em fatos históricos de que exploradores europeus foram os primeiros, novas revelações de pesquisadores da Nova Zelândia indicam que os povos Maori podem ter sido os pioneiros no avistamento do continente antártico. Trata-se de polinésios que, partindo do país neozelandês, no século 7 viajaram para a Antártida⁷.

A hipótese é baseada na cultura Maori que inclui contos orais e literatura. O grupo, na época, parece ter sido liderado por Hui Te Rangiora, e a história é passada de geração a geração pelos Ngati Rarua, além de ser evidente em esculturas. Vale ressaltar que os maoris estavam presentes também na época heroica de exploração prestando apoio aos europeus⁷.

4.1.2 Tratado Antártico

Com a descoberta do novo continente surgiu o questionamento de quem iria comandar a região. O Tratado foi assinado em Washington em 1959 inicialmente por 12 países que tiveram participação ativa no Ano Geofísico Internacional (1957-1958).

Somente em 1961 entrou em vigor o que foi acordado e, atualmente, 54 nações fazem parte⁸. O artigo I explicita:

A Antártica deve ser usada apenas para fins pacíficos.

Entre os países integrantes, existem sete, Argentina, Austrália, Chile, França, Nova Zelândia, Noruega e Reino Unido que reivindicam porções de terra na Antártida sendo que algumas reclamam a mesma região. Por esse motivo nenhuma ação tomada enquanto o tratado estiver em vigor será considerada para uma possível futura defesa de terra, de acordo com o Artigo 4. O Artigo 7 ainda diz:

Todas as áreas da Antártica, incluindo as estações, instalações e equipamentos nessas áreas devem estar sempre abertas à inspeção.

As nações são divididas entre consultivas, ou seja, aquelas que possuem algum tipo de pesquisa ativa na região e podem participar de tomadas de decisão; e as não-consultivas que apenas são convidadas para as reuniões, mas sem poder de opinar⁹. Podemos observar na Figura 3 abaixo os membros atuais:

Figura 3 - Nações atuais do Tratado Antártico

NAÇÕES PARTICIPANTES DO TRATADO

Todas as nações citadas têm o direito, de acordo com artigo IX, a estarem presentes nas Reuniões Consultivas do Tratado Antártico.

CONSULTIVAS

- Argentina
- Austrália
- Bélgica
- Brasil
- Bulgária
- Chile
- China
- República Checa
- Equador
- Finlândia
- França
- Alemanha
- Itália
- Japão
- Coréia do Sul
- Holanda
- Nova Zelândia
- Noruega
- Peru
- Polônia
- Rússia
- África do Sul
- Espanha
- Suécia
- Ucrânia
- Reino Unido
- Estados Unidos
- Uruguai

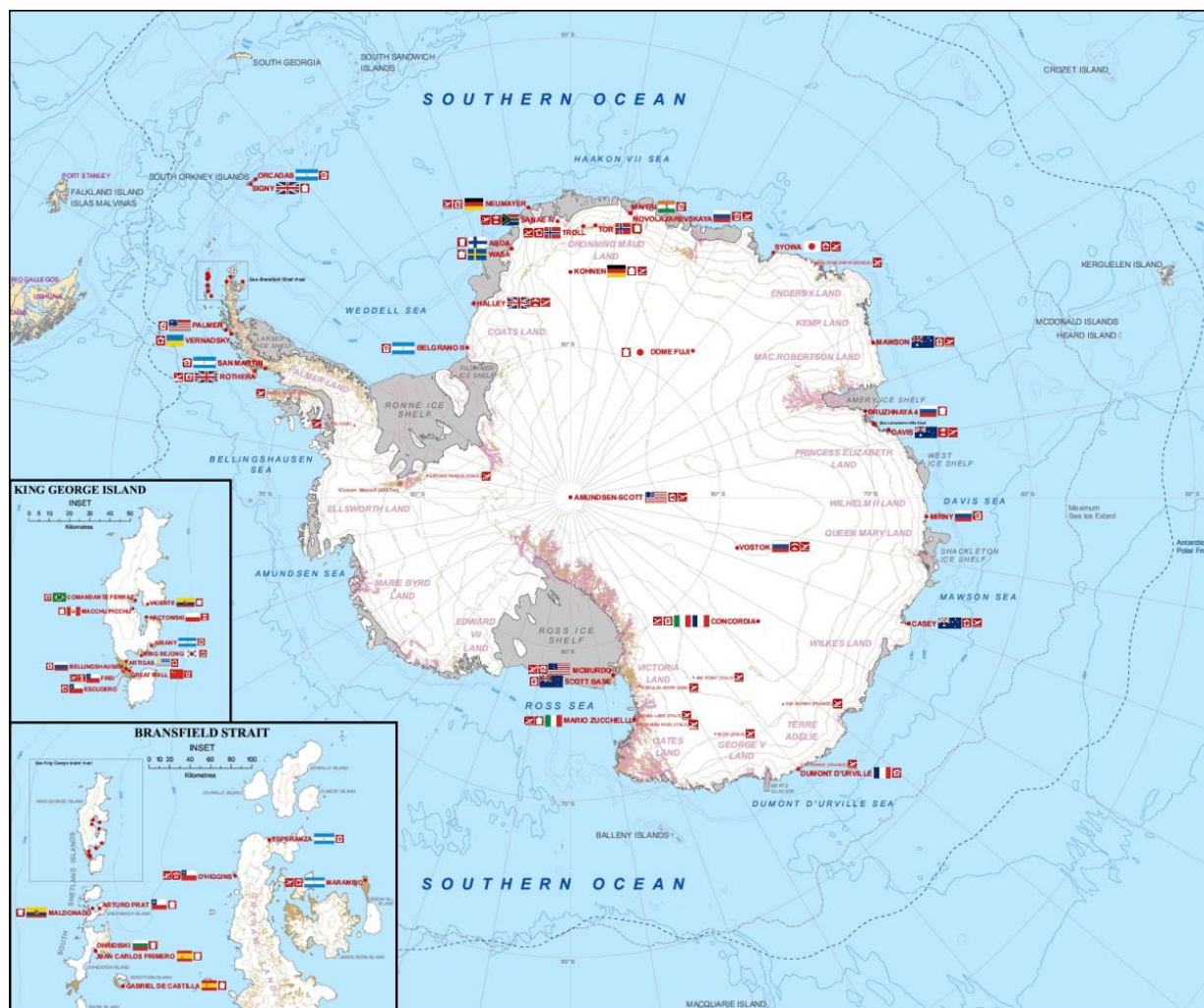
NÃO-CONSULTIVAS

- Áustria
- Belarus
- Canadá
- Colômbia
- Cuba
- Dinamarca
- Estônia
- Grécia
- Guatemala
- Hungria
- Islândia
- Cazaquistão
- Coréia do Norte
- Malásia
- Mônaco
- Mongólia
- Paquistão
- Papa Nova Guiné
- Portugal
- Romênia
- Eslováquia
- Eslovênia
- Suíça
- Turquia
- Venezuela

Fonte: The Antarctic Treaty. [internet]. [acesso em 2021 abril 7]. Disponível em: <https://www.ats.aq/e/antarctictreaty.html>

O tratado trata de pontos para garantir a utilização pacífica da região. Além das inspeções a que todos são submetidos, as informações sobre as pesquisas sendo conduzidas são compartilhadas. Sempre que ocorre a Reunião Consultiva do Tratado Antártico aspectos desde a proteção ambiental até regulação do turismo são abordados. Os países membros, principalmente os que possuem base (Figura 4), buscam também o trabalho em conjunto para um melhor entendimento do clima mundial e, dessa forma, entender o aquecimento global afim de evitá-lo¹⁰.

Figura 4 – Mapa das estações presentes no continente. No destaque, à esquerda, observamos a base brasileira



Fonte: Estação Comandante Ferraz. [internet]. [acesso em 2021 nov 27]. Disponível em: <https://www.marinha.mil.br/secirm/proantar/eacf>

O Protocolo de Proteção Ambiental do Tratado da Antártica foi assinado em 1991 e entrou em vigor em 1998. Esse protocolo visa, principalmente, a manutenção dos recursos da região sendo que eles só podem ser utilizados para fins científicos. Além disso qualquer mudança só pode ser realizada a partir de uma decisão unânime dos países consultivos. O protocolo possui o Comitê de Proteção Ambiental que tem a missão de aconselhar e formular recomendações a serem seguidas¹¹.

Vale ressaltar que apesar do Protocolo de Proteção Ambiental, que somente alguns países assinaram, existem nações consultivas que realizaram o acordo de Convenção sobre a Regulamentação das Atividades de Recursos Minerais Antárticos para a exploração na região.

O protocolo também regulamenta sobre o gerenciamento do resíduo sólido gerado pelas instalações e orienta a melhor forma de minimizar o impacto na região. Além disso, o equivalente a 20 milhões de quilômetros quadrados de oceano, a partir da costa, é considerado área de proteção e, por isso, é proibido o despejo de alguns materiais nessa região.

O Tratado Antártico ainda inclui a *Antarctic Specially Protected Areas – ASPA* (Áreas Especiais Antárticas Protegidas) que define os locais onde se torna necessário preservar o patrimônio, incluindo a flora, fauna e até mesmo a história da região; ou a *Antarctic Specially Managed Areas – ASMA* (Áreas Especiais Antárticas Gerenciadas) que define as áreas que podem ser alteradas com o objetivo de conduzir atividades práticas que visem melhor planejamento dos recursos da região e, até mesmo, evitar os conflitos¹².

Em resumo o tratado visa, da melhor forma possível, a proteção desse ecossistema único e tão vital para o equilíbrio do planeta como conhecemos. Fica evidente que ele não descarta sua importância no âmbito científico e por esse motivo procura criar protocolos para auxiliar aqueles que querem entender melhor o funcionamento ecológico da região.

4.1.3 Base brasileira

A base brasileira, chamada de Estação Comandante Ferraz, fica localizada na Ilha Rei George na Península Keller. Depois do incêndio em 2012 a estação precisou ser reconstruída e foi inaugurada no início de 2020 depois de enfrentar muitos desafios de logística, condições climáticas e análise de impacto ambiental¹³.

A nova estação possui 17 laboratórios, além de áreas de convivência e pode acomodar até 64 pessoas. O local foi construído para minimizar o máximo possível os impactos ambientais e possui formas de obtenção de energias sustentáveis para alcançar o objetivo que são: aerogeradores, painéis fotovoltaicos e gerador diesel. Além disso, possui um tratamento de radiação UV para a água já que é um recurso difícil de conseguir na região. Conforme figura 4 observamos a Estação após o término da obra e todos os 3 módulos e o edifício principal que a compõe¹³.

Figura 5 – Estação concluída em 2019



Fonte: Programa Antártico Brasileiro – Marinha do Brasil. [internet]. [acesso em 24 maio 2021]. Disponível em: <https://www.marinha.mil.br/secirm/proantar/nova-estacao>

Hoje a base brasileira conta com 3 navios de apoio e realiza diversos tipos de pesquisa na região. Além de estudos relacionados ao clima do planeta, existe também aqueles voltados para a descoberta de medicamentos a partir da flora e fauna local.

Apesar de ser uma região bem diferente é importante essa base de pesquisa, pois fornece um essencial ponto de apoio para a pesquisa brasileira e nos ajuda a entender de forma integrada como funciona o delicado equilíbrio do nosso planeta.

4.2 Lixo plástico

Grande parte do material plástico utilizado pelo homem acaba chegando ao oceano e uma preocupação cada vez mais recente dos cientistas é sobre o microplástico¹⁴. O número de fragmentos é difícil de ser estimado, pois além de todo material se decompor em vários pequenos pedaços, trata-se de algo que não é visível ao olho nu e a sua identificação não é fácil.

Dados indicam que, atualmente, uma média de 400 milhões de plástico são produzidas todo ano. Previsões indicam que até 2040 a quantidade de despejo pode alcançar 380 milhões de toneladas. A dependência só aumenta e mesmo que substituíssemos por outro material ainda teria a preocupação com aquilo que já foi depositado no ambiente e está se degradando¹⁵.

Os microplásticos são pedaços de plásticos com menos de 5 milímetros (Figura 5). De acordo com sua origem possuem duas classificações: primários que são aqueles depositados já em fragmentos; e secundários que são objetos maiores degradados já nos oceanos¹⁶. Em 2017 a ONU divulgou que existia cerca de 51

trilhões de fragmentos desses microplásticos nos mares, ou seja, uma quantidade 500 vezes maior que o número de estrelas na nossa galáxia¹⁷.

Figura 6 – Microplásticos e sua escala de tamanho



Fonte: Thompson R, Law, K. Microplastics in the sea. Science. 2014 Jul; Vol 345. 144-145.

A questão que preocupa os biólogos é o fato de que este material afeta grande parte da biota marinha podendo atingir as espécies de forma direta pela alimentação ou indiretamente pela acumulação através da cadeia alimentar. Dados mostram que no ambiente costeiro são encontrados de 2 a 30 partículas por 250ml de sedimento¹⁸.

O complexo transporte destes microplásticos, que é influenciado pelas correntes marinhas e eventos meteorológicos, e o desconhecido número da fragmentação forma uma lacuna de informação que aos poucos está sendo preenchida¹⁴. Um novo tópico que está sendo aprofundado é o uso destas partículas como habitat por diversas espécies marinhas e como pode afetar as outras comunidades de organismos.

Outra consequência sutil é a liberação de substâncias químicas que podem ser danosas a fauna e flora marinha. O que isso pode ocasionar ainda não foi amplamente estudado e grande parte das evidências foi verificada em laboratório. Além disso, estima-se que consumimos cerca de 100.000 partículas do material por dia¹⁵.

O Oceano Antártico representa cerca de 5,4% dos oceanos do mundo. Além da ameaça do plástico enfrenta a questão da pesca predatória, introdução de espécies não nativas e aumento da temperatura do oceano¹⁹. Cada vez mais aumenta a preocupação com o plástico flutuante que pode afetar os animais por ingestão ou estrangulamento.

Com relação ao continente Antártico as pesquisas sobre microplástico são consideradas recentes e ainda são insuficientes para mensurar o impacto sobre o ecossistema. Acreditava-se que a Corrente Circumpolar Antártica retinha parte do material plástico e, devido ao seu isolamento, o resíduo somente alcançaria terra ou águas próximas a costa como consequência de alguma tempestade.

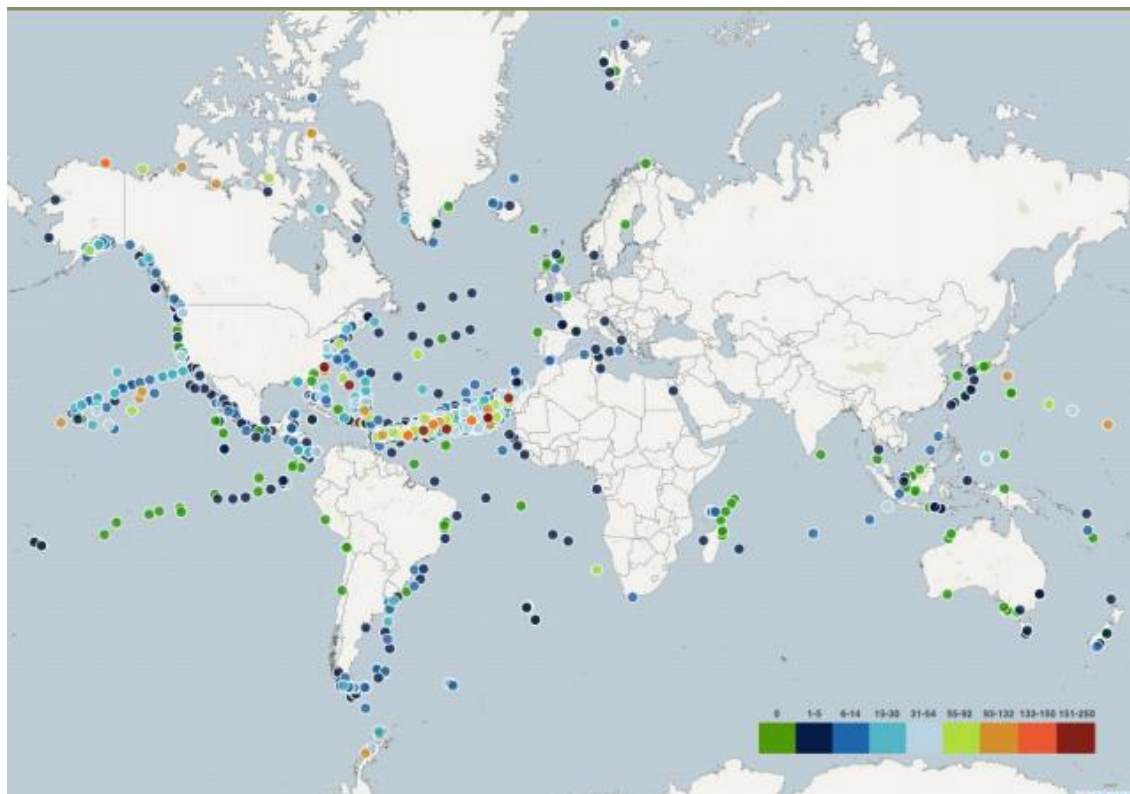
Já o Estreito de Bransfield, localizado entre as ilhas Shetland do Sul e a península Antártica, gera outra zona de acumulação²⁰ e, além disso, os detritos podem ficar presos no gelo e serem reinsertos no sistema por derretimento ou transporte do vento. Todos esses fatores tornam complexa a tarefa de entender como o lixo chega na Antártida e torna mais forte a hipótese de uma fonte local.

De acordo com o Protocolo de Proteção Ambiental do Tratado Antártico cada nação que possui uma estação na região é responsável pela gestão do resíduo gerado e a orientação é a de que todo o material precisa ser retirado do continente para ser tratado no próprio país. Porém estudos mostram que a origem principal do microplástico encontrado é local.

Pesquisas mostram sedimentos sendo encontrados próximos a Ilha da Geórgia do Sul, em sedimentos do Mar de Weddel e em águas superficiais do setor pacífico. Apesar da quantidade de informação sobre a região ser escassa algumas organizações já começam a apresentar alguns dados¹⁹.

Como exemplo temos a *Adventure Science*, uma organização não governamental que opera no Canadá, Estados Unidos e Reino Unido que une atletas profissionais com pesquisadores, que relatou valores de 22 partículas por litro que foram coletados na Península Antártica Ocidental. O projeto foi realizado no período de 2013-2017 e tratou-se de um esforço em conjunto que reuniu 1.058 voluntários que coletaram no total 2.667 amostras de água em várias locais do mundo²¹(Figura 6).

Figura 7 - Coleta de plásticos da Adventure Science realizada ao redor do mundo. As cores representam a concentração de microplástico por litro, ou seja, quanto mais quente a cor maior a concentração



Fonte: Adventure Scientists. [internet]. [acesso em 13 abril 2021]. Disponível em: https://www.adventurescientists.org/uploads/7/3/9/8/7398741/2018_microplastics-report_final.pdf

Um estudo realizado pela base peruana entre 2013 e 2015 mostrou amostras com plásticos de 1 a 23 mm e indicou que o material pode ter diferentes origens. A coleta incluiu sedimentos e macroalgas em profundidades que variaram de 6 a 60 metros. O impacto nos animais na região gera bioacumulação desde o Krill Antártico (*Euphausia superba*) até peixes, aves marinhas, focas e baleias¹⁹.

A sua geografia única e o fato de ser exposta ao clima tão intenso torna a Antártida um importante ponto de estudo com relação a acumulação e distribuição do material plástico global. Hoje a comunidade científica compreende a necessidade de mais estudos na região para que se possa entender o seu papel na manutenção do equilíbrio do planeta.

4.3 Atuação no Continente Antártico dos países do G7

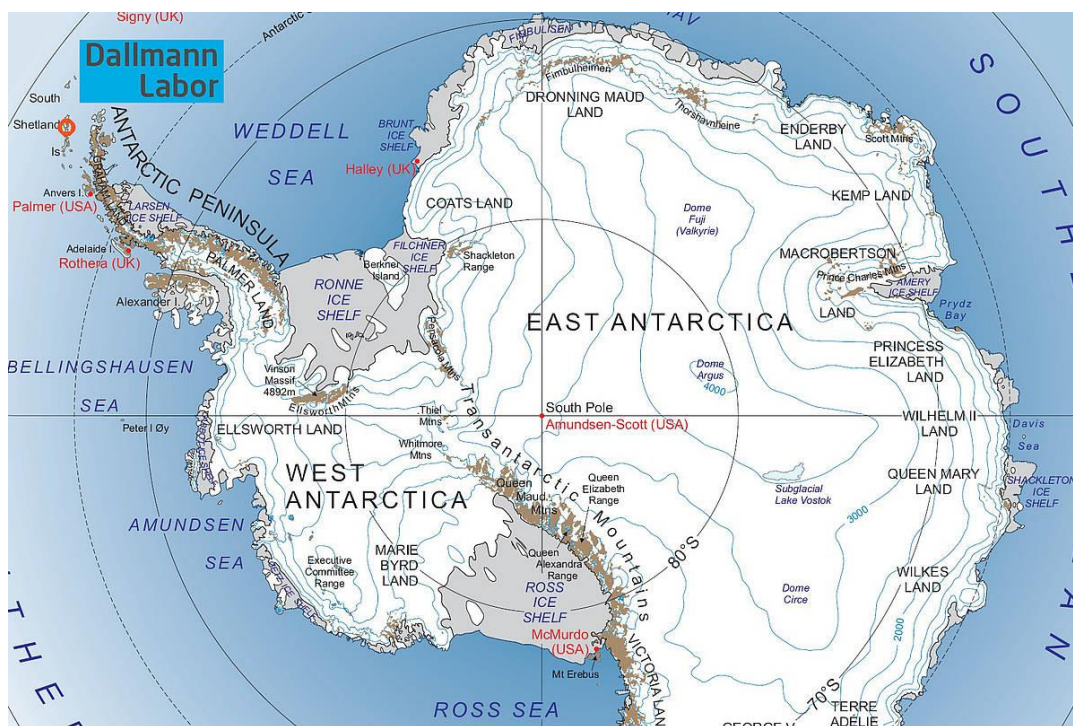
4.3.1 Alemanha

A Alemanha como um dos países mais desenvolvidos compreende o papel da Antártida para a manutenção do clima global e, dessa forma, possui pesquisas na região para melhor preservar o planeta para futuras gerações.

O país é membro do Tratado Antártico desde 1979 e assinou o protocolo ambiental em 1998. O seu estado consultivo iniciou-se em 1981 e o *Helmholtz Zentrum für polar - und meeresforschung* (Instituto Alfred Wegener) mantém diversas instalações para o suporte à pesquisa²².

Na Ilha Rei George (Figura 7), em parceria com o Instituto Antártico Argentino, os alemães fundaram a primeira base com mais de uma nação: o *Dallmann-Labor* (Laboratório Dallmann). Nessa instalação, junto também com os holandeses, realizam atividades no verão antártico na área de biologia e geologia²³.

Figura 8 - Localização do Laboratório Dallman na Ilha Rei George

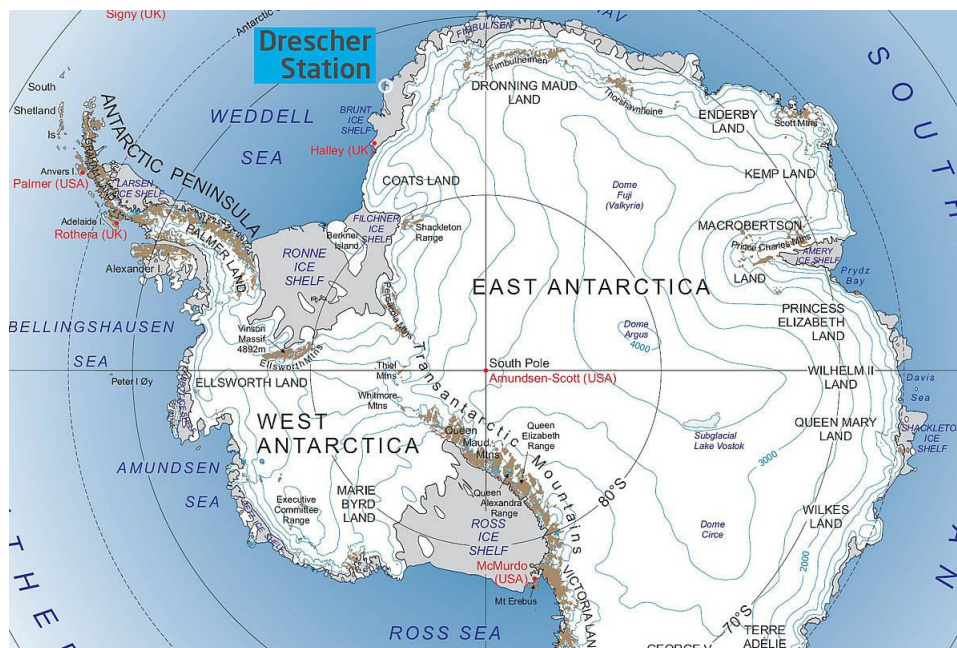


Fonte: Alfred Wegener Institut. [internet]. [acesso em 23 jun 2021]. Disponível em: <https://www.awi.de/en/expedition/stations/dallmann-laboratory.html>

Além disso, eles possuem uma estação móvel para quando a pesquisa ocorre em locais mais afastados a *Drescher Eiscamp* (Estação Drescher) (Figura 8). São

basicamente iglus que servem de abrigo aos pesquisadores no Mar de Weddel, em uma plataforma de gelo que provou ser estável o suficiente. Neste local ocorrem pesquisas principalmente relacionadas a fauna da Antártica como focas e pinguins²⁴.

Figura 9 - Localização Estação Drescher no Mar de Weddel

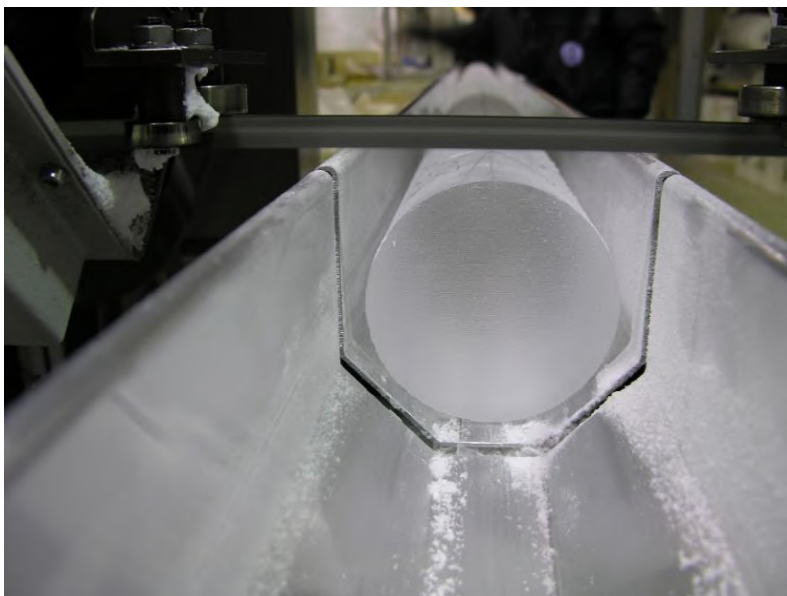


Fonte: Alfred Wegener Institut. [internet]. [acesso em 23 jun 2021]. Disponível em: <https://www.awi.de/en/expedition/stations/drescher-ice-camp.html>

A *Kohnen Station* (Estação Kohnen) tem sua importância desde sua instalação em 2001 por abranger pesquisas relacionadas a entender as condições da região de muito tempo, ou seja, busca descobrir como se caracterizava o clima e solo há mais de 1.000 anos atrás. Além disso, a base é utilizada para suporte de missões aéreas na região²⁵.

Ao contrário de outras estações suas atividades só ocorrem no verão. A perfuração do gelo tem uma coleta de novembro a fevereiro (Figura 9), sendo impossibilitado no restante do ano devido ao frio.

Figura 10 - Amostra de gelo perfurado de uma profundidade de 2590 metros



Fonte: Alfred Wegener Institut. [internet]. [acesso em 23 jun 2021]. Disponível em: <https://www.awi.de/en/expedition/stations/kohnen-station.html>

A principal base logística na região é a *Neumayer Station III* (Estação Neumayer III) que fornece apoio as pesquisas na área e, ao mesmo tempo, um ponto de descanso para os pesquisadores²⁶. A Alemanha conta também com dois aviões adaptados para o clima polar: Polar 5 e 6²⁷. A aeronave auxilia com o transporte de pessoas, recursos e, também, serve como um adicional para monitoramento do clima, crosta terrestre e neve. Os alemães ainda possuem um navio na região antártica: *Polarstern*, um quebra gelo que auxilia há cerca 30 anos²⁸.

Com relação ao microplástico a pesquisa na região é de suma importância para o entendimento do caminho desse material no meio ambiente. Importantes autoridades sobre o assunto no país estão trabalhando em conjunto com organizações na Europa na busca de soluções para o descarte irregular de plástico no oceano²⁹.

O Doutor Gunnar Gerdts²⁹ atua em diversas áreas desde evitando o descarte em nível local até mesmo em projetos de nível global como o BASEMAN um projeto selecionado pela *European Joint Programming Initiative* (Iniciativa de Programação Conjunta Europeia), que procura métodos confiáveis para o cálculo da quantidade de microplástico no oceano.

Em conjunto com Gerdts, o biólogo Doutor Lars Gutow²⁹, que atualmente estuda a distribuição do microplástico, atua para transformar os oceanos ao redor da União Europeia, ou seja, proteger a fauna e flora marinha da região. O ideal, segundo

ele, é que nenhum lixo chegasse aos mares, mas ele sabe que em um mundo cada vez mais globalizado e populoso é difícil de conseguir.

A Alemanha colocou o assunto de poluição marinha por plástico em pauta na reunião do G7 em 2015 sediada na Bavária. Na ocasião vários chefes e tomadores de decisão dos respectivos países estavam presentes o que, segundo Gerdts, auxiliou na discussão do problema.

O Doutor Gunnar Gerdts tem trabalhado em conjunto com comunidades locais, pois estudos mostram que águas residuais contém grande quantidade de microplástico que acaba alcançando o oceano. Isso abre para a necessidade de mais informação sobre o assunto para que se possa entender a melhor forma de filtragem desse tipo de resíduo para evitar que ele se torne prejudicial.

Já o Doutor Lars Gutow acredita que o pesquisador possui também o papel de influenciador de opinião, ou seja, é seu papel atingir a população para que se entenda como é fundamental a proteção do ecossistema marinho e de que tudo está interligado. Apesar de a Antártida estar localizada longe dos países europeus ela também acaba sendo afetada negativamente pelo que é descartado por lá.

A bióloga Doutora Melanie Bergman, considerada especialista no assunto, já tem informativos publicados com relação ao microplástico no oceano profundo no Ártico. Por trabalhar a tanto tempo nessa questão ela foi consultada por uma empresa química para a produção de plástico biodegradável³⁰.

Devido à proximidade geográfica grande parte da pesquisa alemã sobre o microplástico é realizada no Ártico. Contudo, alguns dados obtidos pela Doutora Melanie Bergman podem ser aplicados ao planeta. Com relação a origem do resíduo, assim como muitos pesquisadores, ela acredita que existem diversas fontes, entre elas, fragmentação de pedaços maiores, tintas de navios e águas residuais de lavagem de roupa³⁰.

Um dos principais objetivos do Doutor Gerdts é determinar a composição química desse plástico para que se entenda o total impacto no ecossistema marinho³⁰. Para que isso aconteça é necessária uma análise mais profunda, o que inclui bombardear o material com luz infravermelha e, de acordo, com as ondas absorvidas e refletidas, analisar do que ele é feito. Esse tipo de identificação é crucial para a criação de um banco de dados que auxilie os estudos futuros sobre o assunto.

Os métodos utilizados pelos grupos de pesquisadores para coleta do material incluem o uso de redes de neuston que retiram tudo aquilo presente na superfície da

água. Trata-se de um processo trabalhoso a separação do orgânico do plástico, sendo que, já ocorreram algumas tentativas falhas. No passado o que era coletado era dissolvido em uma mistura de ácido nítrico, soda cáustica e enzimas, porém perdia-se parte do microplástico. Hoje o método mais utilizado é a análise através do microscópio óptico, mesmo não sendo 100% confiável, e do *Fourier Transform Infrared Spectrometer – FTIR* (Espectroscopia no infravermelho por transformada de Fourier)³⁰.

Outro ponto importante que merece destaque no estudo do microplástico é a sua capacidade de transportar patógenos. Esse novo ramo precisa ser cada vez mais explorado e entendido devido ao fato de o plástico atingir níveis globais, sendo necessário compreender quais tipos de microrganismos podem ser transportados.

Em resumo todos os estudos buscam formas de evitar que o microplástico atinja o ambiente marinho e, conseqüentemente, o Oceano Austral. A Alemanha como membro consultivo do tratado procura manter pesquisas ativas na região, assim como já possui no Ártico.

4.3.2 Canadá

O Canadá participa do Tratado Antártico desde 1988 e assinou o Protocolo Ambiental em 2003⁹. Apesar de participar da *Commission for the Conservation of Antarctic Marine Living Resources - CCAMLR* (Comissão para Conservação dos Recursos Vivos Marinhos da Antártica) e da *Convention for the Conservation of Antarctic Seals - CCAS* (Convenção para Conservação das Focas Antárticas) os canadenses não são um membro consultivo do tratado por não possuírem pesquisa ativa na região.

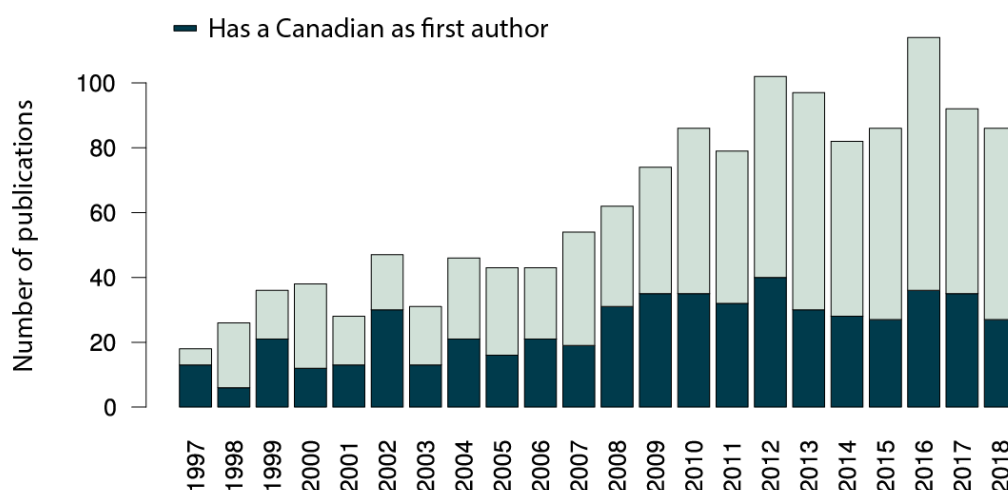
O país possui o *Polar Knowledge Canada - POLAR* (Conhecimento Polar do Canadá) que trata de ciência dos polos, desenvolvimento de novas tecnologias e distribuição de conhecimento, inclusive sobre a Antártida³¹. O POLAR administra o *Canadian High Arctic Research Station* (Estação Canadense de Pesquisa do Alto Ártico) com o foco na região polar que é mais próxima do país.

Os canadenses destacam a grande produtividade do Oceano Austral em comparação com o continente devido, principalmente, as suas correntes e regiões de ressurgência. Ressaltam que apesar de ser remoto, o ambiente antártico é de suma importância para o equilíbrio global da temperatura e clima. Um exemplo é o fato do seu oceano ser aquele que mais absorve dióxido de carbono.

Assim como outros países do G7 o Canadá também realiza a comparação de estudos entre as regiões polares para o desenvolvimento de melhor tecnologia que funcione nesse ambiente, investigação de diferentes organismos que residem em condições geladas e um entendimento do impacto humano na região³².

Com relação à pesquisa na região os pesquisadores canadenses estão sempre envolvidos em parcerias com outras nações. O aumento do envolvimento pode ser visto em números já que cresce a quantidade de autores canadenses em publicações (Figura 10).

Figura 11 - Contribuição em publicações de pesquisadores canadenses. A cor azul indica aquelas que tiveram alguém do Canadá como primeiro autor



Fonte: Polar Knowledge Canada. [internet]. [acesso em 23 jun 2021]. Disponível em: <https://www.canada.ca/en/polar-knowledge/advancingpolarknowledge/canada-and-the-antarctic.html>

Apesar de não possuírem base no continente os pesquisadores conseguem solicitar junto ao governo canadense financiamento para realização de pesquisas. Os principais países aos quais eles buscam apoio são os Estados Unidos, Reino Unido, Alemanha e França³².

Em 2016 foi realizado um workshop em Ottawa, capital do país, que reuniu cientistas canadenses com pesquisas antárticas para troca de informações e, dessa forma, fortalecer as ações na região. O relatório final destaca os desafios para manter estudos no continente, além de indicar o que vem sendo feito com relação a geologia, ecossistema e pesquisas atmosféricas³³.

O país possui em seu território o programa *Disposal at Sea* (Despejo no mar) que busca regularizar o despejo de resíduos no mar³⁴. Apenas uma pequena lista de materiais é considerada segura para a liberação no oceano e cada solicitação é avaliada de forma individual para garantir que essa é a melhor alternativa. Dessa forma, eles garantem uma proteção em nível global.

Apesar de não possuírem pesquisa atual sobre microplástico no continente antártico os canadenses estão envolvidos na proteção dos oceanos e procuram garantir que nenhum resíduo seja despejado de forma errada para que assim a biodiversidade marinha possa ser assegurada para o futuro.

4.3.3 Estados Unidos

Os Estados Unidos possuem grande interesse no continente antártico no sentido de transformá-lo em um território dedicado à pesquisa. O responsável pela administração é o Departamento de Estado que trabalha em conjunto com a *National Science Foundation - NSF* (Fundação Nacional de Ciência) e, conseqüentemente, com o *U.S. Antarctic Program* (Programa Antártico Americano)³⁵.

Os americanos conduzem inspeções em outras estações para garantir que o Tratado Antártico está sendo respeitado. O país faz parte do tratado desde 1961 e tornou-se um membro consultivo no mesmo ano⁹. Além disso, eles promovem o turismo na região sempre visando a proteção e a segurança dos seus cidadãos.

O *Department of State's Office of Ocean and Polar Affairs* (Escritório de Assuntos Polares e Oceânicos do Departamento de Estado) atua em parceria com CCAMLR para a implementação de iniciativas que visam a conservação da região³⁶.

Um dos principais objetivos dos americanos é o controle da pesca não regulamentada. Além disso, no mar de Ross existe a maior área de proteção marinha do mundo, garantido a segurança das espécies de flora e fauna.

O Programa Antártico Americano é administrado pela NSF que coordena as atividades de pesquisa com financiamento e suporte logístico. Diversos setores do país participam dessa operação entre eles a *U.S. Air Force* (Força Área Americana) e a *U.S. Coast Guard* (Guarda Costeira Americana)³⁶.

Possuem três estações no continente³⁷ que são a *McMurdo Station* (Estação McMurdo) que é a principal instalação do país na região (Figura 11). Localiza-se na costa da Ilha de Ross e é ponto de apoio logístico de pesquisa e de gerenciamento

de resíduo. Na estação são conduzidas pesquisas em diversas áreas, entre elas glaciologia e ciências atmosféricas³⁸.

Figura 12 - Estação McMurdo, Ilha de Ross, Antártida. Essa é a principal instalação de pesquisa dos americanos no continente



Fonte: United States Antarctic Program. [internet]. [acesso em 23 jun 2021]. Disponível em: <https://www.usap.gov/videoclipsandmaps/mcmwebcam.cfm>

A *South Pole Station*³⁹ (Estação Polo Sul), conhecida também como *Amundsen-Scott South Pole Station*, localiza-se mais internamente no continente (Figura 12). O lugar estratégico facilita pesquisas de raios cósmicos da época do Big Bang o que proporciona um melhor entendimento do surgimento do universo. Outro importante projeto é o de detecção de neutrinos, que se são partículas subatômicas encontradas no universo com a característica de serem extremamente pequenas, intangíveis e numerosas⁴⁰.

Figura 13 - Estação South Pole, localizada mais no interior do continente



Fonte: United States Antarctic Program. [internet]. [acesso em 23 jun 2021]. Disponível em: <https://www.usap.gov/videoclipsandmaps/spwebcam.cfm>

A *Palmer Station* (Estação Palmer) está localizada na Ilha de Anvers e é a única acessada de forma rotineira durante o inverno (Figura 14). Ela é utilizada como base de apoio e logística para pesquisa na região⁴¹.

Figura 14 - Estação Palmer, localizada na Ilha de Anvers. Apoio logístico durante o inverno



Fonte: United States Antarctic Program. [internet]. [acesso em 23 jun 2021]. Disponível em: <https://www.usap.gov/videoclipsandmaps/palwebcam.cfm>

O Escritório de Assuntos Polares e Oceânicos (OPA), com o auxílio de outras agências americanas, garante a segurança e administração marítima³⁵. Além disso, o

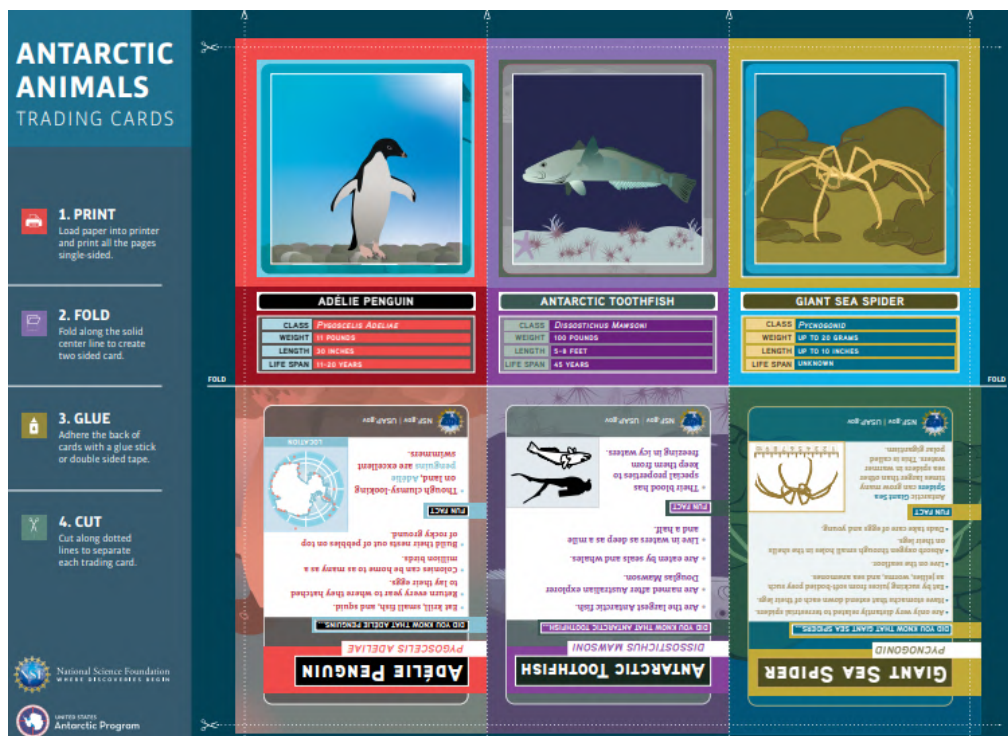
escritório coordena ações de pesquisa para buscar uma forma sustentável de proteção dos oceanos.

Em relação aos resíduos sólidos eles promovem esforços para que tenha a redução da sua deposição no meio ambiente e, dessa forma, garantir a preservação da biodiversidade marinha. Para alcançar esse objetivo ocorre a cooperação com outros países e troca de conhecimento, além das participações em fóruns e acordos internacionais.

Os Estados Unidos é um membro também da *Scientific Committee on Antarctic Research – SCAR* (Comitê Científico de Pesquisa Antártica) organização da *International Science Council – ISC* (Conselho Internacional de Ciência) que busca produzir material científico de qualidade sobre a região da Antártida, principalmente material a ser discutido nos encontros da *Antarctic Treaty Consultative Meetings* (Reuniões Consultivas do Tratado Antártico) e em outras comissões⁴².

Os americanos possuem programas educacionais para divulgação de informações polares para diversas idades⁴³. Um dos exemplos das ferramentas que eles utilizam são os cartões informativos sobre a biodiversidade na região, conforme pode ser observado na figura 14.

Figura 15 - Cartões educativos sobre características da região antártica



Fonte: United States Antarctic Program. [internet]. [acesso em 23 jun 2021].

Disponível em:

https://www.usap.gov/documents/OPP_AntarcticAnimals_DIY_2020_GD_v1.3jd_508_Final.pdf

Com relação ao resíduo sólido eles possuem o Programa de Resíduos Marinhos que visa a proteção do oceano global de todos os tipos de poluição, o que inclui a poluição por microplástico⁴⁴. Durante cada ano fiscal eles apoiam diversos projetos no país para evitar o descarte irregular e promover a limpeza de lugares afetados.

Os Estados Unidos buscam alternativas para evitar o descarte por saber que as consequências podem ser de nível global, atingindo, inclusive, o continente Antártico. A NSF apoia um projeto da Universidade de Cornell que tem como objetivo a criação de um polímero de plástico que degrade mais rápido nos oceanos⁴⁵. Os americanos sabem que grande parte do resíduo tem como origem redes de pesca e linha e, por esse motivo, procuram alternativas mais sustentáveis.

Outro projeto em andamento, chamado *The role of sunlight in determining the fate and microbial impact of microplastics in surface Waters* (O papel da luz solar na determinação do destino e impacto microbiano dos microplásticos nas águas superficiais), com previsão para o término em 2022, deseja entender a relação entre

os raios ultravioletas e a degradação do plástico, além de compreender se a liberação de composto afeta o crescimento bacteriano⁴⁶.

Apesar de possuírem pesquisa na Antártida, atualmente os americanos não possuem projetos na região com foco em microplástico como em outros lugares. Sabe-se do seu interesse pela saúde da costa e proteção dos oceanos em nível global, então pode-se dizer que, de forma indireta, eles influenciam no cuidado do Oceano Austral.

4.3.4 França

O programa antártico francês é dirigido pelo *Institut Polaire Français* (Instituto Polar Francês) que tem a função de fornecer a logística para o trabalho realizado no continente gelado. O país se tornou membro consultivo do tratado antártico em 1961 e desde 1998 também participa do Protocolo Ambiental⁴⁷.

A operação no continente conta com duas estações a *Dumont d'Urville Station* (Estação Dumont d'Urville) que foi construída em 1956 e pode abrigar até 30 pessoas no inverno. Localiza-se na Ilha Petrel (Figura 15)⁴⁷.

Figura 16 - Vista aérea da estação Dumont d'Urville, Ilha Petrel, Antártida



Fonte: Council of Managers of National Antarctic Programs. [internet]. [acesso em 23 jun 2021]. Disponível em: <https://www.comnap.aq/our-members/institut-polaire-francais-ipe%e2%80%8bv/>

A *Concordia Station* trata-se de uma estação conjunta com a Itália. Foi construída em 1997 e aberta para funcionamento em 2005. Localiza-se no Planalto Antártico, conhecido como Domo C⁴⁸. Para apoio operacional os franceses contam com duas embarcações: *The Marion Dufresne* e o *The Astrolabe*⁴⁹.

Além disso, o país possui abrigos nas ilhas subantárticas de Amsterdam, Crozet e Kerguelen totalizando 43 pontos de apoio. Possui pesquisas voltadas para áreas de sismologia, magnetismo e medição do nível do mar, além de questões ecológicas e atmosféricas. Em média, anualmente, desenvolvem cerca de 30 projetos que abrangem diversas áreas⁵⁰.

O instituto apoia pesquisa em diversas áreas e as propostas são selecionadas de acordo com o *Council for Polar Science and Technology Programmes* (Conselho para Programas de Ciência e Tecnologia Polar). Alguns dos critérios para escolha são a aplicabilidade em campo e o interesse científico. Importante ressaltar que o apoio é somente para projetos de organizações francesas⁵¹.

Vale ressaltar, dessa forma, alguns avanços que foram possíveis graças a esse apoio como o projeto *The European Project for Ice Coring in Antarctica* (Projeto Europeu para Amostragem de Núcleos de Gelo na Antártica) que reconstituiu o clima no planeta e estudos para o entendimento de aves e mamíferos marinhos da região⁵².

Para facilitar o trabalho na região antártica os franceses possuem algumas parcerias internacionais como com a Estação Concordia em conjunto com a Itália. Além disso o país está inserido em diversos acordos internacionais como: o *European Polar Board* (Conselho Polar Europeu) que em conjunto com 19 países europeus e a Rússia buscam aumentar as pesquisas em regiões polares e o *Council of Managers of National Antarctic Programs - COMNAP* (Conselho de Gestores de Programas Nacionais Antárticos) que coordena a logística de pesquisas no continente⁵⁰.

Além disso, a França conta com o *The French Southern and Antarctic Lands – TAAF* (Terras Austrais e Antárticas Francesas) que lidam com a administração das ilhas de Crozet, Kerguelen, Saint-Paul e Amsterdam. Buscam obter conhecimento tanto da fauna como da flora e promovem a divulgação de informação para garantir a conservação⁵³.

Após o relatório sobre biodiversidade lançado pela IPBES (Plataforma Intergovernamental sobre Biodiversidade e Serviços Ecossistêmicos) o presidente francês Emmanuel Macron anunciou a intenção de expandir em até 30% a área de proteção, tanto terrestre como marinha⁵⁴. O ponto central trata da criação de um

compartilhamento de informações para um entendimento mais completo do todo e, dessa forma, a conservação da biodiversidade ser mais eficiente.

O país possui pesquisa sobre microplástico voltada principalmente para o Ártico onde também já foi relatado ingestão do material por animais locais. Em estudo lançado em 2016 foi avaliada a abundância e composição do material na comunidade zooplânctônica da Groenlândia oriental, entre 2005 e 2014. O resultado mostra que grande parte das aves estudadas ingeriu algum tipo de fibra a partir da alimentação⁵⁵.

Assim como outros países a pesquisa francesa de microplástico na Antártida ainda é escassa, contudo, eles buscam entender o impacto desse material em outras regiões para diminuir o despejo irregular. Dessa forma, com menos resíduos atingindo os oceanos, uma quantidade menor irá atingir o continente gelado.

4.3.5 Itália

A Itália faz parte do Tratado Antártico desde 1981 e a partir de 1987 tornou-se um membro consultivo. Além disso, o país está presente na CCAS e na CCAMLR⁹. O órgão que cuida da administração de pesquisas na região é o *Programma Nazionale di Ricerche in Antartide* (Programa Nacional de Pesquisa na Antártica).

Os italianos mantêm duas estações no continente⁵⁶, além do quebra gelo Laura Bassi⁵⁷, que são a *Stazione Mario Zucchelli* (Estação Mario Zuchelli) que foi construída em 1986 e funciona somente durante o verão. Fica localizada na Terra Nova Bay (Figura 16).

Figura 17 - Vista externa da estação Mario Zuchelli



Fonte: Council of Managers of National Antarctic Programs. [internet]. [acesso em 23 jun 2021]. Disponível em: <https://www.comnap.aq/our-members/programma-nazionale-di-ricerche-in-antartidepnra/>

A *Stazione Concordia* (Estação Concordia) foi construída em 1993 em parceria com a França, foi inaugurada em 1997 e localiza-se no Dome C (Figura 17). Essa estação tem capacidade de funcionar durante todo ano.

Figura 18 - Estação Concordia, localizada no Dome C do continente



Fonte: Council of Managers of National Antarctic Programs. [internet]. [acesso em 23 jun 2021]. Disponível em: <https://www.comnap.aq/our-members/programma-nazionale-di-ricerche-in-antartidepnra/>

O programa antártico italiano é administrado por três órgãos nacionais: *National Scientific Committee for Antarctic* (Comitê Nacional Científico para Antártica) que cuida de estratégias a longo prazo, o *National Research Council* (Conselho de Pesquisa

Nacional) para coordenação científica e *National Agency for New Technologies, Energy and Sustainable Economic Development* (Agência Nacional de Novas Tecnologias, Energia e Desenvolvimento Econômico Sustentável) para manutenção das duas estações e logística de expedições. Tudo isso é dirigido pelo Ministério da Educação, Universidade e Pesquisa, que fornece também o orçamento anual⁵⁶.

O Programa busca garantir a pesquisa na Antártida e manter a posição de consultivo da Itália no tratado. Anualmente, estima-se que 300 pesquisadores recebem apoio logístico das estações⁵⁸. O Ministério da Defesa também contribui com as Forças Armadas.

As pesquisas realizadas na região incluem geologia, paleoclima, biodiversidade e astronomia⁵⁹. Assim como outros países possuem acordos internacionais como a SCAR, *International Partnership in Ice Core Sciences - IPICS* (Parceria Internacional em Ciências do Núcleo de Gelo), *International Ocean Discovery Program - IODP* (Programa Internacional de Descoberta do Oceano), *Ice Memory* (Memória do gelo) e *Global Cryosphere Watch – GCW* (Observação Criosfera Global)⁶⁰.

A Itália atualmente não possui nenhuma pesquisa voltada especificamente para a quantificação e análise de impacto do microplástico no continente antártico. Entretanto os italianos possuem alguns objetivos bem definidos de projetos que incluem entender a história geológica, impacto do Oceano Austral no globo e compreender a evolução do ecossistema antártico⁶¹.

4.3.6 Japão

O país tem o status de consultivo desde 1961 e assinou o protocolo ambiental em 1998⁹. Como administração de pesquisas na região Antártida possuem o *National Institute of Polar Research* (Instituto Nacional de Pesquisa Polar), que proporcionam apoio logístico para sua base no continente gelado⁶².

Possui na Antártida quatro estações: a *Syowa Station* (Estação Syowa) que foi construída em 1957 (Figura 18) e é a maior, podendo acomodar até 130 pessoas no verão e 30 no inverno. Localiza-se na Ilha de Ongul Oriental⁶³.

Figura 19 - Estação Syowa, localizada na Ilha Ongul Oriental é a maior instalação do país



Fonte: Council of Managers of National Antarctic Programs. [internet]. [acesso em 23 jun 2021]. Disponível em: <https://www.comnap.aq/our-members/national-institute-of-polar-research-nipr/>

A *Mizuho Station* (Estação Mizuho) possui uma população que varia de tamanho desde 1970, porém atualmente está fechada. Localiza-se a 270 km da Syowa Station; a *Asuka Station* (Estação Asuka) que atualmente está fechada, mas foi operacional entre 1984 e 1991 como suporte ao trabalho de campo na região; e a Dome Fuji que possui como foco de pesquisa perfuração de gelo profundo e questões atmosféricas (Figura 19).

Figura 20 - Área externa de Dome Fuji



Fonte: Council of Managers of National Antarctic Programs. [internet]. [acesso em 23 jun 2021]. Disponível em: <https://www.comnap.aq/our-members/national-institute-of-polar-research-nipr/>

Os japoneses possuem o plano *Investigation of Changes in the Earth System from Antarctica* (Investigação das mudanças do sistema da Terra a partir da Antártica) que visa a condução de várias investigações para um melhor entendimento de como o ecossistema antártico afeta o planeta.

O *Inter-University Research Institutes* (Instituto de Pesquisa Interuniversitário) que promove a troca de conhecimento entre diferentes disciplinas de diferentes instituições no país. Esse tipo de estratégia garante um rápido e gratuito acesso à informação que auxilia na manutenção dos projetos e um rápido intercâmbio entre os pesquisadores⁶⁴.

O Instituto Polar possui um importante trabalho de educação ambiental nas escolas na região onde, com os dados coletados em pesquisa, eles promovem o ensino da ciência polar. O principal local de transmissão de informação é o *Polar Science Museum* (Museu de Ciências Polar) onde são exibidos itens históricos da região, além da organização de palestras públicas⁶⁵.

Em 2009 houve a criação do *Center of Antarctic Programs* (Centro de Programas Antárticos) para facilitar o planejamento, operações e atividades do *Japanese Antarctic Research Expedition - JARE* (Expedição Japonesa de Pesquisa Antártica). O centro possui como objetivos recrutamento de pessoal, manutenção das instalações, exames médicos dos envolvidos e fornecimento de transporte na região⁶⁶.

O JARE busca realizar parcerias internacionais, ou seja, convida cientistas estrangeiros para contribuir com a pesquisa antártica. Um exemplo recente foi o *Asian Forum for Polar Science* (Fórum da Ásia para Ciência Polar) em que, além do Japão, a Coreia, China, Índia, Malásia e Tailândia reúnem-se para troca de conhecimento do ciência polar.

Os tipos de pesquisas realizadas pelos japoneses incluem espacial e atmosférica, glaciologia e meteorologia, geociência, biociência e engenharia polar⁶⁷. Buscam responder questões relacionadas ao papel da Antártida na regulação do clima global, o entendimento das mudanças dos ecossistemas na região e o que pode ser feito para uma melhor preservação.

Apesar de não possuir pesquisa voltada para a questão do microplástico ao estudarem a totalidade do continente os pesquisadores japoneses contribuem, indiretamente, para melhor conservação dessa região tão única e importante no cenário global. Porém eles estão envolvidos com a questão da poluição. Em 2009 o país promulgou uma lei para a promoção da eliminação do lixo marinho que busca reduzir a geração de resíduo sólido que acaba indo parar nos oceanos⁶⁸.

Além disso, junto com outros países como Estados Unidos e Canadá, o Japão proíbe a manufatura e importação de plásticos de uso único⁶⁸. Para evitar que após desastres ambientais ocorra a disposição de resíduos, os japoneses possuem planos de contenção que incluem mutirões de limpeza. Por possuírem um território com tamanho limitado, além da reciclagem, eles realizam incineração de parte do material.

Os exemplos citados incluem ações realizadas no seu próprio país, mas vale ressaltar que qualquer atitude tomada que evite o descarte de plástico nos oceanos, afeta a quantidade de material que irá chegar ao continente Antártico. Assim como outros países o Japão busca agir em seu próprio território para uma contribuição global.

4.3.7 Reino Unido

A história britânica no continente remonta desde a época de ouro da exploração na região e o país é um dos membros originais do Tratado Antártico. O órgão *The British Antarctic Survey* (BAS) coordena as atividades desde 1962 e tem como foco prestar suporte a pesquisa polar⁶⁹.

A instituição britânica possui base de pessoal na Antártica, Ártico e Cambridge que realizam um trabalho em conjunto para garantir um melhor entendimento do

funcionamento do planeta. O BAS é um componente da *Natural Environment Research Council - NERC* (Conselho de pesquisa do Meio Ambiente) que, por sua vez, é parte do *UK Research and Innovation* (Pesquisa e Inovação)⁷⁰.

O orçamento liberado para o BAS chega a £50 milhões por ano e é disponibilizado pelo NERC, um departamento que possui atividades e toma decisões independente do governo⁷¹. A arrecadação é proveniente de impostos de regiões do Território Antártico Britânico e outras fontes.

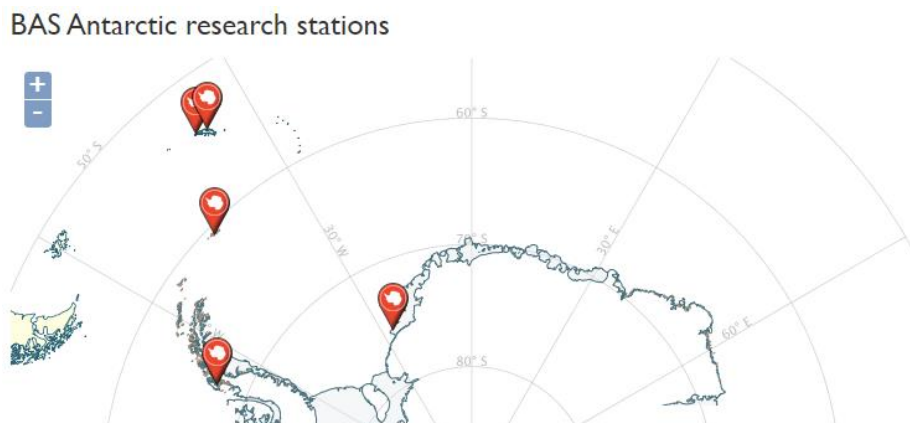
Assim como outros países o Reino Unido busca parcerias internacionais para o apoio de pesquisas, já que atualmente nenhuma nação sozinha consegue explorar o continente em sua totalidade. Sua interação inclui o SCAR e o COMNAP⁷¹.

O país tem como objetivo científico aumentar a capacidade de prever as mudanças ambientais e disponibilizar informações para que, aqueles responsáveis pelas decisões, possam garantir a escolha de um processo visando a conservação para o futuro. A instituição promove a igualdade de carreira em todas as áreas que envolvem a pesquisa antártica.

A estratégia britânica destaca que apesar de tão isolada, a Antártida exerce um papel fundamental na regulação do planeta. O programa científico tem como um dos principais objetivos compreender como a Terra funciona para, dessa forma, a partir do compartilhamento de conhecimento e parcerias, garantir que as decisões sejam as melhores para a conservação⁷².

O Reino Unido possui atualmente 5 estações⁷³ para apoio a pesquisa no continente antártico localizadas conforme Figura 20.

Figura 21 - Localização das estações britânicas no continente antártico



Fonte: British Antarctic Survey. [internet]. [acesso em 23 jun 2021]. Disponível em: <https://www.bas.ac.uk/polar-operations/sites-and-facilities/station/>

A *Rothera Research Station* (Estação de Pesquisa Rothera) localiza-se na Ilha Adelaide e é a maior das estações (Figura 21). É o centro das pesquisas biológicas e apoio para operações de campo e áreas. A estação opera durante todo ano e no inverno abriga cerca de 22 pessoas. Entre o pessoal está incluso cientistas das áreas de biologia, meteorologia, engenheiros eletrônicos entre outras. Devido sua localização pode se observar uma gama de animais como pinguins Imperador (*Aptenodytes forsteri*), Adele (*Pygoscelis adeliae*) e até mesmo Gentoo (*Pygoscelis papua*)⁷⁴.

Figura 22 - Estação Rothera Research, Ilha Adelaide, Antártida

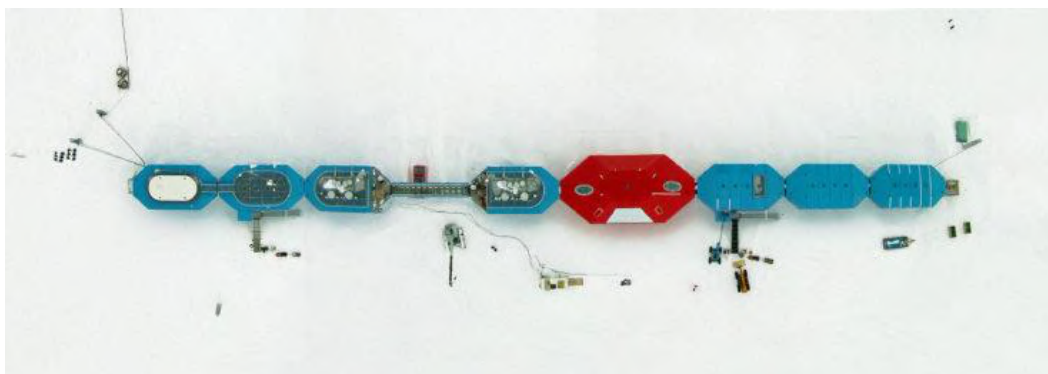


Fonte: British Antarctic Survey. [internet]. [acesso em 23 jun 2021]. Disponível em: <https://www.bas.ac.uk/polar-operations/sites-and-facilities/facility/rothera/>

A *Halley VI Research Station* (Estação de Pesquisa Halley VI) trata-se de uma estação construída em cima do gelo flutuante do Mar de Weddell com o objetivo de

servir como ponto de observação climática, atmosférica e espacial (Figura 22). Foi a primeira estação que permitiu a realocação de sua estrutura dependendo das condições externas. A estação tornou-se vital para pesquisas de clima espacial, camada de ozônio, química da atmosfera polar, elevação do nível do mar e mudanças climáticas⁷⁵.

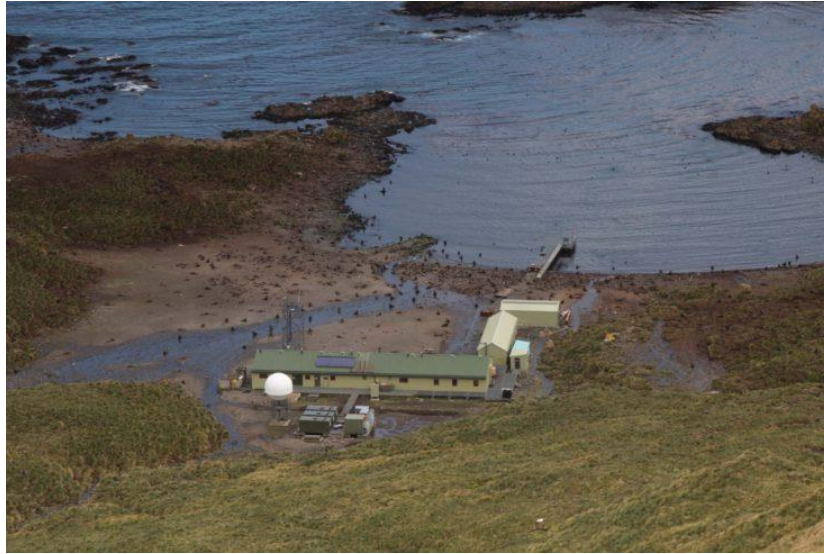
Figura 23 - Estação Halley VI Research, localizada no gelo flutuante do Mar de Weddell



Fonte: British Antarctic Survey. [internet]. [acesso em 23 jun 2021]. Disponível em: <https://www.bas.ac.uk/polar-operations/sites-and-facilities/facility/halley/>

A *Bird Island Research Station* (Estação de Pesquisa da Ilha Bird) é uma estação importante para o estudo de aves e focas (Figura 23). Localiza-se no noroeste da Ilha da Geórgia do Sul e fica aberta durante todo o ano. A região é administrada pelo *Government of South Georgia and South Sandwich Islands – GSGSSI* (Governo da Geórgia do Sul e Ilhas Sandwich do Sul) que emite autorização para atividade na região⁷⁶.

Figura 24 - Estação Bird Island Research com sua localização privilegiada para o estudos de aves e focas



Fonte: British Antarctic Survey. [internet]. [acesso em 23 jun 2021]. Disponível em: <https://www.bas.ac.uk/polar-operations/sites-and-facilities/facility/bird-island/>

A *King Edward Point Research Station* (Estação de Pesquisa Rei Edward) é uma estação voltada principalmente para pesquisa marinha e pesca. Localiza-se na Geórgia do Sul, em uma pequena baía de Cumberland East e é administrada pela GSGSSI (Figura 24). O local é de suma importância sendo que as águas ao redor da ilha são consideradas *Marine Protected Area* (Área de Proteção Marinha) desde 2012. Os cientistas da estação promovem a divulgação de conhecimento quando turistas passam pela região⁷⁷.

Figura 25 - Estação King Edward Point Research, Ilha Geórgia do Sul, baía de Cumverland East



Fonte: British Antarctic Survey. [internet]. [acesso em 23 jun 2021]. Disponível em: <https://www.bas.ac.uk/polar-operations/sites-and-facilities/facility/king-edward-point/>

A *Signy Research Station* (Estação de Pesquisa Signy) é a menor das estações britânica e é ocupada somente durante o verão (Figura 26). Localiza-se da Ilha Signy e tem como foco pesquisas com aves e ecologia terrestre⁷⁸.

Figura 26 - Estação de Pesquisa Signy, Ilha Signy. Menor das estações e ocupada somente no verão



Fonte: British Antarctic Survey, [internet]. [acesso em 23 jun 2021]. Disponível em: <https://www.bas.ac.uk/polar-operations/sites-and-facilities/facility/signy/>

Além das estações, o Reino Unido conta com navios que são registrados nas Ilhas Malvinas⁷⁹: *RRS James Clark Ross*, em operação desde 1990 encerrou sua atividade em março de 2021⁸⁰, porém desempenhou um importante papel em pesquisa voltada para área de biologia, oceanografia e geofísica; e o *RRS Sir David Attenborough* que se trata de uma embarcação nova entregue em novembro de 2020, espera que inicie sua atividade agora em 2021 após um período de treino e testes⁸¹.

O BAS publica em média cerca de 350 artigos ao ano em pesquisas revisadas realizadas nos polos. O órgão investe em capacitação profissional, pois acredita no

papel fundamental do cientista e, além disso, garante suporte logístico para contínua pesquisa tanto na Antártica como no Ártico⁸².

O Reino Unido entende há algum tempo o papel fundamental da proteção e melhor compreensão da Antártida para que possamos entender e proteger o planeta como um todo. A ambição do programa gira em torno de levantar questões científicas e, ao mesmo tempo, fornecer respostas que possam trazer benefícios para sociedade e servir de base para tomada de decisões. A base de tudo é a pesquisa ser multidisciplinar, além de envolver parcerias com outras instituições, empresas e universidades⁸³.

Com relação ao microplástico possuem como material recente uma pesquisa sobre o impacto no delicado ecossistema polar. O BAS compreende a necessidade de politizar o assunto para que, dessa forma, a ciência possa ser utilizada para uma melhor ação. Os britânicos monitoram a região do Oceano Austral há cerca de três décadas para a presença de plástico e a região possui a menor densidade do material do planeta⁸⁴.

Os cientistas realizaram coletas de água, gelo e sedimentos para analisar até que ponto o microplástico se espalhou. O principal objetivo é saber a quantidade, origem e o impacto que pode causar no ambiente. Os sedimentos foram coletados entre 2017 e 2019 a partir de expedições realizadas na região⁸⁴.

Em estudo liberado em outubro de 2020 eles informaram que o sedimento antártico possui poluição microplástica em mesma quantidade que no Atlântico Norte e Mediterrâneo. Os pesquisadores envolvidos são da Universidade John Moores de Liverpool, Universidade da Rainha de Belfast e da BAS. As amostras coletadas são da Península Antártica, Geórgia do Sul e Ilhas Sandwich, com uma profundidade de 136 metros até 3633 metros. Foi encontrado pelo menos uma partícula de microplástico em cada grama de sedimento⁸⁵.

O levantamento realizado abre muitas questões entre elas a origem do plástico encontrado. O Doutor Mánuis Cunningham de Belfast diz que o resultado mostra que não importa o quão remoto é o ambiente, a influência humana ainda se mostra presente. A esperança que fica é que o estudo permita esforços futuros para que medidas de conservação e mitigação possam ser tomadas.

Os britânicos buscam constantemente a inovação, além do investimento em pessoas e em tecnologias⁸⁶. Na região polar possuem pesquisas em diversas áreas,

entre elas: atmosfera, gelo e mudança climática; biodiversidade, evolução e adaptação; e geologia e ecossistemas⁸⁷.

Por fim, em relação a Antártida o BAS promoveu a criação de um site interativo chamado *Discovering Antarctica* (Descobrimdo a Antártica) que visa disponibilizar informações sobre o continente para todas as idades⁸⁸. O portal foi criado com o auxílio do *Royal Geographical Society* e da *Foreign, Commonwealth and Development Office – FCDO* (Escritório do Exterior, Comunidade e Desenvolvimento) e possui vídeos, imagens e conteúdos interativos. Podemos observar a imagem inicial do site na figura 26.

Figura 27 - Página principal do site Discovering Antarctic



Fonte: Discovering Antarctic. [internet]. [acesso em 23 jun 2021]. Disponível em: <https://discoveringantarctica.org.uk/>

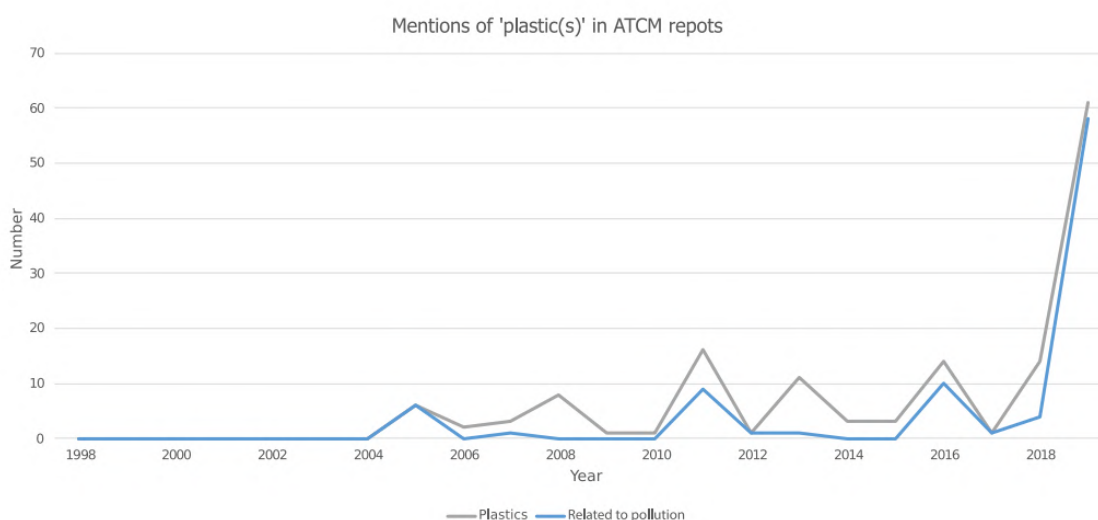
Pode-se considerar o Reino Unido, assim como, os demais países do tratado, um membro ativo que busca compreender melhor o continente para garantir uma melhor preservação. Vale ressaltar o seu interesse em desenvolvimento de pessoas e na busca por parcerias internacionais para que a Antártida seja estudada em sua totalidade.

5 DISCUSSÃO

O estudo procurou reunir as principais ações sobre gestão de resíduos dos países do G7 com relação ao continente antártico. Observou-se um aumento do interesse global por pesquisa de microplástico no Oceano Austral e o seu impacto na flora e fauna em um ecossistema tão único como da Antártida.

Apesar de existir um aumento de estudos acadêmicos na região, falta uma análise mais completa sobre a ação tomada dos países que compõe o *Antarctic Treaty System* (ATS). A partir de 2017 ocorreu um aumento de menções nos relatórios (Figura 27) para quais tipos de fontes locais podem estar despejando resíduo plástico na água. Contudo, permanece o problema de jurisdição do material que vem de fora da região que abrange o tratado⁸⁹.

Figura 28 - Aumento das menções de plástico na ATCM. Podemos observar que nos últimos anos houve um aumento significativo das menções sobre o assunto “plástico” nos reportes das reuniões, assim como, relacionado a poluição

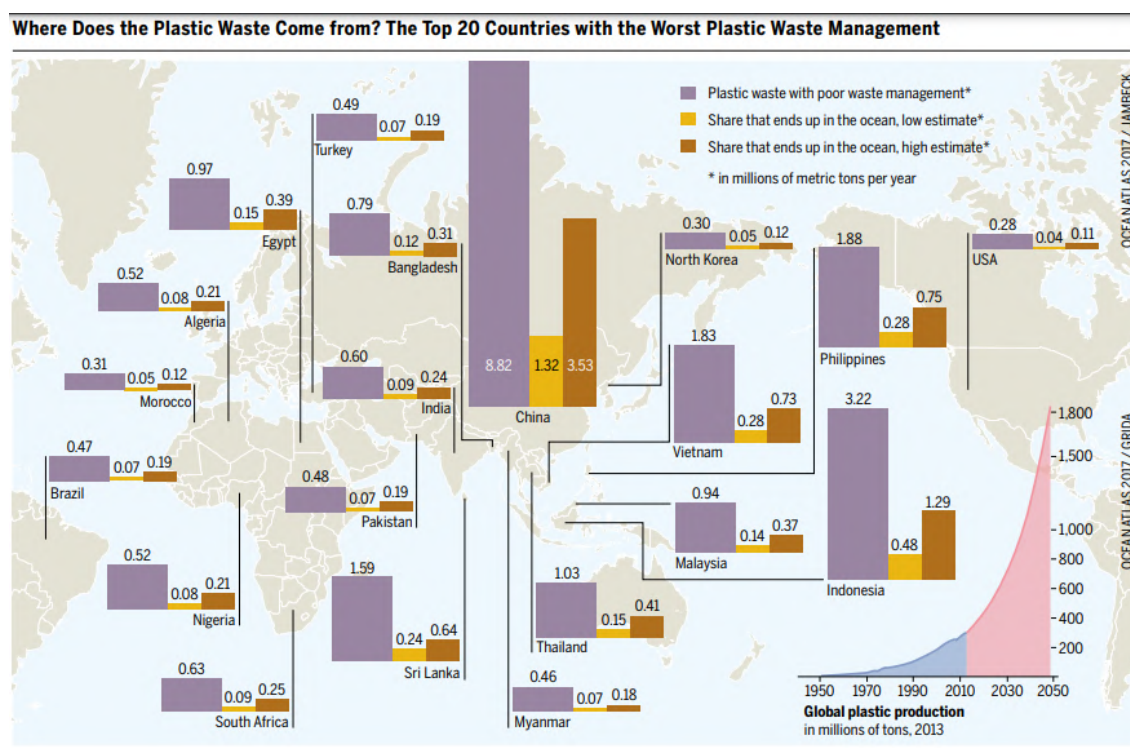


Fonte: Zhang M, Haward M, McGee J. Marine plastic pollution in the polar south: Responses from Antarctic Treaty System. *Polar Record*. 2020 out; 56(e36): 1–9. Doi: 10.1017/S0032247420000388

De acordo com dados do estudo, cerca de 20% do plástico encontrado nos oceanos tem origem do uso no material em alguma atividade realizada no próprio ambiente, como a pesca por exemplo. O ATS busca, através de parcerias, melhor entendimento para a conservação da região que representa 10% da superfície do planeta.

Vale ressaltar a importância em compreender o papel de cada país no descarte irregular e como a sua gestão de resíduo influencia no plástico que chega no oceano. Cerca de 12 milhões de toneladas são despejados nos mares. Grande parte desse material tem como origem os países costeiros, conforme podemos observar na figura 28⁹⁰.

Figura 29 - Vinte países com pior gerenciamento de resíduo plástico. A cor roxa indica o plástico mal gerenciado, o amarelo e o marrom indicam a parcela que acaba no oceano, sendo que no primeiro é uma estimativa baixa e, no segundo, uma alta



Fonte: Visbeck, M. et al. Ocean-Atlas, Facts and Figures on the Threats to Our Marine Ecosystems.

Os países componentes do ATS entraram em acordo sobre o Protocolo Ambiental, conhecido também como Protocolo de Madri, sobre as questões de proteção do meio ambiente e no Anexo 3 dispõe sobre a necessidade de um plano de gerenciamento de resíduo. O Anexo 4 complementa com a proibição de descarte plástico a partir de navios⁹¹.

Estudo recente atrai a atenção para a questão que mesmo áreas de proteção especial do continente não estão seguras contra o lixo, ou seja, não existem barreiras apesar dos tratados. Outro ponto reforçado é a de que a origem pode ser tanto local quanto externa, além de que os microplásticos encontrados podem estar presentes há até 7 anos.

O BAS está presente no estudo, o que reforça como a parceria é essencial para coleta de dados. As ASPA são o nível mais alto de proteção e isso alerta para a necessidade de uma fiscalização e punição para que o ecossistema se mantenha o mais preservado possível, apesar da presença humana⁹².

O Oceano Austral está, principalmente, exposto aos detritos que tem como origem a pesca, turismo e estações de pesquisa. Com relação à visitação na região houve um aumento significativo no número de visitantes de 100 pessoas anualmente entre 1990/1991 para cerca de 50.000 entre 2017/2018. No caso das bases humanas no continente a fonte pode ser desde lavagem de roupa à uso de produtos de higiene pessoal⁸⁹.

O microplástico, de acordo com informativo publicado sobre como o Tratado Antártico está agindo, já foi encontrado em diversos pontos do continente que incluem os sedimentos marinhos no Mar de Weddell, na ilha subantártica da Geórgia do Sul e na superfície do oceano em sua região pacífica.

Na reunião anual do Tratado em 2019, realizada em Praga, definiu-se a Resolução 5 com sugestões para uma melhor regulação do plástico utilizado no continente, além de promoverem a troca de informações com outras nações para a detecção do material⁸⁹.

Em 2018, o SCAR, em um encontro em Davos, estabeleceu o *Polar Plastic Action Group – PLASTIC-AG* (Grupo de Ação sobre o Plástico Polar). O PLASTIC-AG tinha como duração 3 anos e foi aberto a participação de todos. O principal objetivo era ampliar o conhecimento sobre resíduo plástico na região polar⁹³.

Na primeira reunião realizada pelo PLASTIC-AG, na Universidade de Hull, no Reino Unido em 2019, foi promovido o workshop com o tema Plástico no ambiente polar: fontes, impactos e soluções. Estavam presentes representantes de 14 países que buscavam discutir a padronização do estudo de microplástico nas regiões polares para a melhor conservação⁹⁴. Com relação aos países do G7, podemos observar na Tabela 1 sua contribuição na época⁸⁹.

Tabela 1 – Contribuição dos países do G7 no workshop de 2019

Países	Nº de pesquisadores	Nº de afiliações
Reino Unido	15	8
Itália	8	3
França	4	4
Alemanha	4	3

Fonte: Zhang M, Haward M, McGee J. Marine plastic pollution in the polar south: Responses from Antarctic Treaty System. *Polar Record*. 2020 out; 56(e36): 1–9. Doi: 10.1017/S0032247420000388

O workshop apresentou a principal problemática enfrentada que é a falta de um entendimento da totalidade sobre o caminho do plástico na região polar. Uma das propostas sugeridas é a realização de afiliações e uma delas poderia ser com a *International Association of Antarctic Tour Operators* (Associação Internacional de Operadores de Turismo Antártico) para diminuir o impacto antrópico na região e educar os turistas sobre o ecossistema polar.

Outra recomendação foi de uma padronização das formas de coletas e análise do material para que comparações possam ser realizadas de maneira mais prática e permita uma ação em nível global. A proposta considerou ainda a criação de um portal integrado onde novas descobertas poderiam ser incluídas e que permitam o acesso de todos⁹⁴.

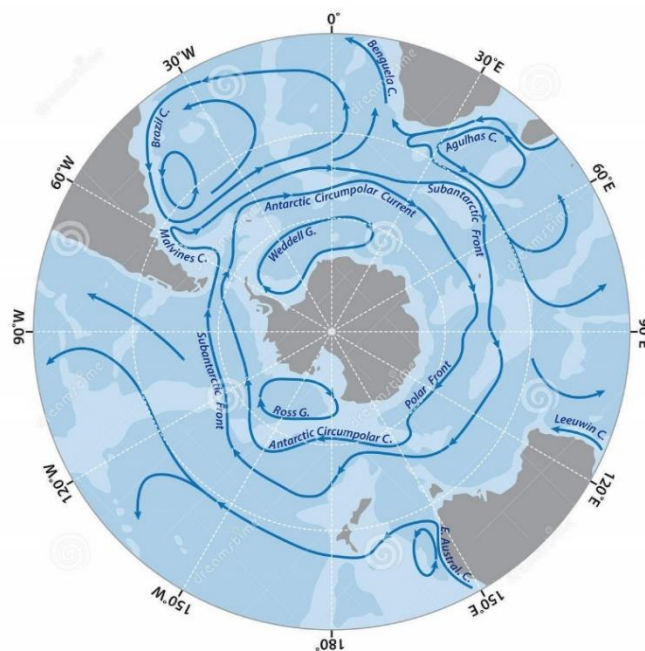
Com relação as propostas, o que foi encontrado com a coleta de informações, mostrou que cada país do G7 com pesquisa ativa na região possui em seus respectivos sites a divulgação do conhecimento de estudos realizados no continente. Contudo, em relação a coleta ela ainda se mostra de forma bem diferenciada e ainda cabe uma melhor padronização.

Torna-se necessário o entendimento do impacto do material já que o ecossistema antártico possui processos únicos com relação a fauna e flora. Alguns pontos levantados para futuras discussões incluem pesquisa sobre a interação de organismos com o plástico, ampliação do conhecimento sobre o nanoplástico e a dificuldade em coletar amostras na mesma área no ano seguinte.

Os estudos na região estão mais comuns e, os novos dados, mostram que a quantidade de plástico que está sendo encontrada não pode ser só de origem local.

Acreditava-se que a Corrente Circumpolar Antártica (Figura 29) agia como proteção, porém a teoria não está sendo mais válida, já que mais resíduos estão sendo encontrados⁹⁴.

Figura 30 - Esquema da Corrente Circumpolar Antártica



Fonte: Dreams Time. [acesso em 23 jun 2021]. Disponível em: <https://pt.dreamstime.com/ilustra%C3%A7%C3%A3o-stock-mapa-da-corrente-circumpolar-ant%C3%A1rtica-image85023008>

A legislação global, e isso inclui a do Tratado Antártico, não consegue acompanhar a velocidade de produção do plástico, ou seja, não consegue promover medidas que mitiguem o impacto negativo do despejo irregular do material no meio ambiente. O assunto torna-se urgente pelo fato de a população humana aumentar e com isso a necessidade por esse polímero¹⁹.

Em uma matéria de notícia na revista *Nature* foi colocado em destaque como a Antártida influencia vários fatores no planeta, entre eles, nível do oceano, clima e ecossistemas marinhos. O texto imagina dois futuros (Figura 30) baseados em previsões sobre alteração da atmosfera, aquecimento global, pesca e outros fatores, porém alguns pontos tiveram uma previsão baseada em acontecimentos passados e em como o planeta respondeu a eles⁹⁵.

Figura 31 - Comparação de futuros para 2070



Fonte: Rintoul SR, Chown SL, DeConto RM, England MH, Fricker HÁ, Masson-Delmotte V, et al. Choosing the future of Antarctica. Nature. 2018 jun; 558(7709), 233-241

A Antártida não está imune ao impacto antrópico e isso precisa ser melhor entendido já que o continente afeta a circulação do oceano, a biogeoquímica da água e a distribuição do gelo. A problemática não é assunto novo, já que desde 1960 foi relatado a ingestão de plástico por aves marinhas⁹⁶.

Apesar de existir mais pesquisas no Ártico é difícil utilizar os mesmos dados na Antártida já que o Polo Sul possui características diferentes como o fato de ser um continente congelado e não um oceano, não tem população indígena local e não tem rios originados de zonas povoadas. Além disso, a pesquisa na região é cara e

logisticamente complicada para a coleta periódica. Tudo isso é levado em conta e explica o escasso material relacionado ao microplástico no continente⁹⁶.

Os obstáculos enfrentados explicam, em parte, porque somente em 2017, surgiram estudos relacionados aos resíduos plásticos em águas antárticas. Os pesquisadores da estação italiana Mario Zuchelli, em coleta de profundidade de até 5 metros, encontraram de 44 à 500kg de microplástico nos arredores⁹⁶. Vale ressaltar, contudo, que ainda falta conteúdo sobre o impacto na neve e gelo que ainda foi pouco analisado.

Com relação a concentração no gelo marinho, em artigo publicado em 2020, comprovou-se a capacidade de ele poder servir como reservatório para o microplástico. Essa possibilidade de acumulação ainda não foi plenamente entendida no continente, porém sabe-se que as maiores quantidades são encontradas próximas a região costeira. O artigo também abre para questão da relação da concentração de plástico e a mudança de estação, como entre inverno e verão⁹⁷.

Outro ponto destacado no material lido foi a questão do “*Plastisphere*” que se trata da possibilidade de o plástico servir como substrato para microrganismos e com isso carregar patógenos para diversas regiões. Em artigo divulgado foi encontrado 78 partículas de plástico ao redor da península antártica, indicando a hipótese de origem local⁹⁸.

De acordo com o artigo publicado recentemente na revista *Nature* o povo indígena Maori apresenta alternativas para a preservação da Antártida. Uma possibilidade apresentada foi a de conceder o status de “pessoa jurídica”, assim como o rio Ganges, na Índia, para que dessa forma qualquer tipo de poluição seja combatido⁹⁹.

De acordo com o Protocolo de Madri, até 2048 o continente está protegido contra a exploração, porém, alguns acreditam que já seja a hora de começar a conversar como será após o fim do prazo do documento. Algumas nações apoiam o início das discussões e a inclusão do povo Maori como formador de estratégias.

Os autores do trabalho temem o pensamento colonial com relação a Antártida e defendem que a filosofia indígena pode indicar um novo caminho a seguir. A maior preocupação é a de que com o pensamento atual a revisão do protocolo possa levar a um caminho de sob exploração do continente, portanto esperam que a cultura

Maori, que prega que o bem-estar está ligado a uma proteção do meio ambiente, possa ser uma solução⁹⁹.

Observou-se que grande parte do conteúdo de pesquisa sobre microplástico na Antártida tem como origem países mais próximos geograficamente do continente, como por exemplo o *Institute of Marine and Antarctic Studies* (Instituto de estudos Marinhos e Antárticos) na Austrália⁹⁶.

O tópico está cada vez mais emergente entre os países consultivos, portanto, eles procuram direcionar pesquisas sobre o resíduo no continente antártico. A globalização da informação auxilia na troca de conhecimento e garante um entendimento cada vez mais completo do impacto do microplástico no ecossistema marinho antártico e, conseqüentemente, no oceano mundial.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estudo procurou destacar os projetos das nações do G7 que estão sendo realizados na atualidade na Antártida o que evidenciou crescente preocupação com o impacto de microplásticos no Oceano Austral.

Cada região busca, com sua particularidade, atuar de forma que impacte positivamente no cenário mundial e os governantes procuram ampliar o conhecimento para obter embasamento para tomada de decisões.

Cada país do grupo do G7 está envolvido de alguma forma com a gestão dos resíduos de microplástico para evitar que ele chegue aos oceanos.

A Alemanha possui bases na região e busca entender o trajeto do plástico, desde sua origem. O destaque maior no país acaba sendo o Ártico, porém eles buscam aplicar a metodologia da melhor forma possível no continente Antártico, pois compreendem a sua importância no papel na manutenção do planeta.

O Canadá, ao contrário dos demais membros, apesar de participar do tratado, não possui pesquisa ativa na região Antártida, somente no Ártico. Contudo o país possui um programa interno para lidar com o descarte e, dessa forma, impedir que o resíduo se espalhe para outras regiões. Os seus pesquisadores estão presentes em publicações através de parcerias com outros países que possuem base no continente, além de incentivarem a troca de informação para facilitar a tomada de decisões.

Os Estados Unidos é o membro com maior extensão territorial e com grande industrialização o que o torna um grande personagem no impacto ao planeta. O país possui um Programa Antártico bastante estruturado no continente e realiza diversas pesquisas na região buscando entender a origem do material plástico, além de compartilhar o conhecimento para gerar conscientização.

Os franceses também possuem uma base na Antártida, além de buscarem parcerias para estudar com totalidade o continente. Assim como outros países do G7 a França ainda possui uma pesquisa escassa com relação ao microplástico, porém sua participação continua ativa para proteção do ecossistema local.

O Japão, assim como a França, procura realizar parcerias para pesquisa no continente. Eles possuem, junto com os Estados Unidos e Canadá a proibição de plástico de uso único e, portanto, apesar de não possuírem pesquisa focada em microplástico, os japoneses ainda atuam ativamente na proteção do ecossistema

marinho antártico. Os italianos realizam diversas pesquisas na região, além de participarem de parcerias internacionais.

Os britânicos ocupam a posição de um dos membros originais do Tratado Antártico e, assim como, outros países do G7 realizam parcerias para uma exploração completa do continente. Um dos seus objetivos é compartilhar informações para a melhor conservação e isso inclui a pesquisa sobre microplástico. Realizaram pesquisa recente para o entendimento do impacto no resíduo do ecossistema polar.

É cada vez mais claro como ainda precisamos ampliar nossa base de informações sobre o tema. Os projetos realizados por esses países são o começo de uma reação positiva que precisa ocorrer no mundo todo para que a quantidade de resíduo que chega ao oceano diminua e o ecossistema marinho antártico possa ser protegido.

O microplástico no continente é ainda pouco quantificado, o que indica a necessidade de mais pesquisas e de programas de educação ambiental para conscientização daqueles presentes na região. Pouco se sabe ainda sobre as consequências desse material o que alerta para a urgência do aprofundamento sobre o assunto.

Os dados analisados mostraram que ainda nem todos os países do G7 realizam pesquisa voltada para o impacto e gerenciamento do resíduo microplástico no continente, porém eles também apontam um aumento no interesse no tema e com isso um melhor conhecimento para que ações possam ser tomadas para proteção da região.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1 Tipos de revisão de literatura. Faculdade de Ciências Agronômicas - UNESP Campus de Botucatu. [internet]. [acesso em 2021 agosto 10]. Disponível em: <https://www.fca.unesp.br/Home/Biblioteca/tipos-de-evisao-de-literatura>
- 2 Quem realmente descobriu a Antártida? Depende para quem você pergunta? [internet]. [acesso em 2021 abril 7]. Disponível em: <https://www.nationalgeographicbrasil.com/historia/2020/02/quem-realmente-descobriu-antartida-dependera-para-quem-voce-pergunta>
- 3 Britannica Escola – Antártica. [internet]. [acesso em 2021 abril 7]. Disponível em: <https://escola.britannica.com.br/artigo/Ant%C3%A1rtica/480619>
- 4 Globe importance of Antarctica. [internet]. [acesso em 2021 set 18]. Disponível em: <https://soe.environment.gov.au/theme/antarctic-environment/topic/2016/global-importance-antarctica>
- 5 Sobre o continente. [internet]. [acesso em 2021 set 18] Disponível em: <https://www.marinha.mil.br/secirm/proantar/a-antartica>
- 6 Descoberta da Antártica: único continente com três descobridores. [internet]. [acesso em 07 abril 2021]. Disponível em: <https://marsemfim.com.br/descoberta-da-antartica-unico-continente-com-tres-descobridores/>
- 7 Wehi PM, Scott NJ, Beckwith J, Rodgers RP, Gillies T, Van Uitregt V, et al. A short scan of Māori journeys to Antarctica. *Journal of the Royal Society of New Zealand*. 2021; 1-12. Doi: 10.1080/03036758.2021.1917633.
- 8 The Antarctic Treaty. [internet]. [acesso em 2021 abril 7]. Disponível em: <https://www.ats.aq/e/antarctictreaty.html>
- 9 Parties. [internet]. [acesso em 2021 abril 7]. Disponível em: <https://www.ats.aq/devAS/Parties?lang=e>
- 10 Topics. [internet]. [acesso em 2021 abril 7]. Disponível em: <https://www.ats.aq/e/topics.html>
- 11 Peaceful use and Inspections. [internet]. [acesso em 2021 abril 7]. Disponível em: <https://www.ats.aq/e/peaceful.html>

- 12 Area Protection and Management/Monuments. [internet]. [acesso em 2021 abril 7]. Disponível em: <https://www.ats.aq/e/protected.html>
- 13 Programa Antártico Brasileiro. [internet]. [acesso em 2021 abril 7]. Disponível em: <https://www.marinha.mil.br/secirm/proantar/nova-estacao>
- 14 Cole M, Lindeque P, Halsband C, Galloway T. Microplasticis as contaminants in the marine environment: A review. Elsevier, Amesterdã. Bulletin 62. 2588-2596. 2011. Doi: 10.1016/j.marpolbul.2011.09.025
- 15 Microplastic are everywhere - but are they harmful? [internet]. [acesso em 2021 set 18]. Disponível em: <https://www.nature.com/articles/d41586-021-01143-3>
- 16 Microplásticos: origens, efeitos e soluções. [internet]. [acesso em 2020 maio 21]. Disponível em: <https://www.europarl.europa.eu/news/pt/headlines/society/20181116STO19217/microplasticos-origens-efeitos-e-solucoes>
- 17 Turn the tide on plastic' urges UM, as microplastics in the seas now outnumber star in our galaxy. [internet]. [acesso em 2020 maio 21]. Disponível em: <https://news.un.org/en/story/2017/02/552052-turn-tide-plastic-urges-un-microplastics-seas-now-outnumber-stars-our-galaxy>
- 18 Thompson R, Law, K. Microplastics in the sea. Science. 2014 Jul; Vol 345. 144-145.
- 19 Waller CL, Griffiths HJ, Waluda CM, Thorpe SE, Loaiza I, Moreno B, et al. Microplastics in the Antarctic marine system: an emerging area of research. Science of the total environment. 2017 abril; 598, 220-227. Doi: /10.1016/j.scitotenv.2017.03.283
- 20 Duarte, VS. Estrutura e Variabilidade Interanual das massas de água no Estreito de Bransfield (Antártica). [dissertação]. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul; 2006.
- 21 Christiansen KS. Global & Gallatin Microplastics Initiatives. Adventure Scientists. Report 2018.

- 22 About Germany's National Antarctic Program [internet]. [acesso em 2021 jan 11]. Disponível em: <https://www.comnap.aq/our-members/alfred-wegener-institute-awi/>
- 23 Dallman Laboratory at Carlini Station [internet]. [acesso em 2021 jan 11]. Disponível em: <https://www.awi.de/en/expedition/stations/dallmann-laboratory.html>
- 24 Drescher ice camp [internet]. [acesso em 2021 jan 11]. Disponível em: <https://www.awi.de/en/expedition/stations/drescher-ice-camp.html>
- 25 Kohnen Station [internet]. [acesso em 2021 jan 11]. Disponível em: <https://www.awi.de/en/expedition/stations/kohnen-station.html>
- 26 Neumayer Station III. [internet]. [acesso em 2021 jan 11]. Disponível em: <https://www.awi.de/en/expedition/stations/neumayer-station-iii.html>
- 27 Research aircraft Polar 5 and Polar 6. [internet]. [acesso em 2021 jan 11]. Disponível em: <https://www.awi.de/en/expedition/aircraft/polar-5-6.html>
- 28 An Icon of German Polar Research [internet]. [acesso em 2021 jan 11]. Disponível em: <https://www.awi.de/en/expedition/research-vessel-and-cutter/polarstern/the-symbol-of-german-polar-research.html>
- 29 Using Expertise to Combat Marine Litter. [internet]. [acesso em 2021 mar 8]. Disponível em: <https://www.awi.de/en/focus/marine-litter/using-expertise-to-combat-marine-litter.html>
- 30 Tracking Down Microplastic [internet]. [acesso em 2021 fev 16]. Disponível em: <https://www.awi.de/en/focus/marine-litter/tracking-down-microplastic.html>
- 31 Polar Knowledge Canada. [internet]. [acesso em 2021 mar 8]. Disponível em: <https://www.canada.ca/en/polar-knowledge.html>
- 32 Canada and the Antarctic [internet]. [acesso em 2021 jun 3]. Disponível em: <https://www.canada.ca/en/polar-knowledge/advancingpolarknowledge/canada-and-the-antarctic.html>

- 33 Canadian Antarctic Research Workshop Report. Polar Knowledge Canada; 2016 out 3-4; Ottawa: Canada; 2016.
- 34 Disposal at sea: program information. [internet]. [acesso em 2021 mar 8]. Disponível em: <https://www.canada.ca/en/environment-climate-change/services/disposal-at-sea/information.html>
- 35 Antarctic Region. [internet]. [acesso em 2021 jan 11]. Disponível em: <https://www.state.gov/key-topics-office-of-ocean-and-polar-affairs/antarctic/>
- 36 United States Antarctic Program. [internet]. [acesso em 2021 fev 16]. Disponível em: <https://www.usap.gov/aboutusapparticipants/?m=1>
- 37 About the Continent. [internet]. [acesso em 2021 mar 8]. Disponível em: <https://www.usap.gov/aboutthecontinent/?m=2>
- 38 McMurdo Station Webcams. [internet]. [acesso em 2021 fev 16]. Disponível em: <https://www.usap.gov/videoclipsandmaps/mcmwebcam.cfm>
- 39 South Polar Station Webcams. [internet]. [acesso em 2021 fev 16]. Disponível em: <https://www.usap.gov/videoclipsandmaps/spwebcam.cfm>
- 40 Grupo de Estudo de Física e Astrofísica de Neutrinos. [internet]. [acesso em 2021 fev 16]. Disponível em: <https://portal.ifi.unicamp.br/a-instituicao/departamentos/drcc-departamento-de-raios-cosmicos-e-cronologia/grupo-de-estudo-de-fisica-e-astrofisica-de-neutrinos-gefan>
- 41 Palmer Station Webcams. [internet]. [acesso em 2021 fev 16]. Disponível em: <https://www.usap.gov/videoclipsandmaps/palwebcam.cfm>
- 42 SCAR Member Countries and Unions. [internet]. [acesso em 2021 fev 16]. Disponível em: <https://www.scar.org/about-us/members/detailed-information/>
- 43 Educational Opportunities and Resources. [internet]. [acesso em 2021 mar 8]. Disponível em: <https://www.usap.gov/educationalresources.cfm?m=2>
- 44 Who we are. [internet]. [acesso em 2021 mar 8]. Disponível em: <https://marinedebris.noaa.gov/who-we-are>

- 45 Developing a better plastic. [internet]. [acesso em 2021 mar 8]. Disponível em: https://www.nsf.gov/news/mmg/mmg_disp.jsp?med_id=186498
- 46 Collaborative Research: CBET: The role of sunlight in determining the fate and microbial impact of microplastics in surface Waters. [internet]. [acesso em 2021 abril 5]. Disponível em: https://www.nsf.gov/awardsearch/showAward?AWD_ID=1910621&HistoricalAwards=false
- 47 About France's National Antarctic Program. [internet]. [acesso em 2021 fev 22]. Disponível em: <https://www.comnap.aq/our-members/institut-polaire-francais-ipe%e2%80%8bv/>
- 48 Concordia Station. [internet]. [acesso em 2021 fev 18]. Disponível em: <http://www.concordiastation.aq/home-1/>
- 49 The Dumont d'Urville (DDU) station. [internet]. [acesso em 2021 set 09]. Disponível em: <https://institut-polaire.fr/antarctica/the-dumont-durville-ddu-station/>
- 50 Logistics and implementation of Science. [internet]. [acesso em 2021 set 11]. Disponível em: <https://institut-polaire.fr/subantarctic-islands/logistics-and-implementation-of-science/>
- 51 Missions. [internet]. [acesso em 2021 set 09]. Disponível em: <https://institut-polaire.fr/polar-institute/missions-2/>
- 52 European project for ice coring in Antarctica. [internet]. [acesso em 2021 set 11]. Disponível em: <https://cordis.europa.eu/project/id/ENV4980702>
- 53 Terres Australes et antarctiques françaises. [internet]. [acesso em 2021 set 11]. Disponível em: <https://reserve-australes.taaf.fr/>
- 54 The TAAF at Biarritz to build the new National Strategies on Marine and Terrestrial Protected Areas. [internet]. [acesso em 2021 mar 9]. Disponível em: <https://taaf.fr/en/actualite/the-taaf-at-biarritz-to-build-the-new-national-strategies-on-marine-and-terrestrial-protected-areas/>

- 55 Amélineau F, Bonnet D, Heitz O, Mortreux V, Harding AMA, Karnovsky N, et al. Microplastic pollution in the Greenland Sea: Background levels and selective contamination of planktivorous diving seabirds. *Environmental Pollution*. 2016. 1-9. Doi: 10.1016/j.envpol.2016.09.017
- 56 Programma Nazionale Di Ricerche in Antartide (PNRA). [internet]. [acesso em 9 mar 2021]. Disponível em: <https://www.comnap.aq/our-members/programma-nazionale-di-ricerche-in-antartidepnra>
- 57 Nave Laura Bassi. [internet]. [acesso em 2021 mar 9]. Disponível em: <https://www.pnra.aq/nave-laura-bassi>
- 58 La nostra missione. [internet]. [acesso em 2021 mar 9]. Disponível em: <https://www.pnra.aq/la-nostra-missione>
- 59 Tematiche scientifiche. [internet]. [acesso em 2021 mar 9]. Disponível em: <https://www.pnra.aq/tematiche-scientifiche>
- 60 Progetti Internazionali. [internet]. [acesso em 2021 mar 9]. Disponível em: <https://www.pnra.aq/progetti-internazionali>
- 61 Ricerca. [internet]. [acesso em 2021 abril 16]. Disponível em: <https://www.pnra.aq/ricerca>
- 62 National Institute of Polar Research. [internet]. [acesso em 2021 fev 19]. Disponível em: <https://www.comnap.aq/our-members/national-institute-of-polar-research-nipr/>
- 63 Observation station for greenhouse gases (Syowa). [internet]. [acesso em 2021 fev 18]. Disponível em: https://www.data.jma.go.jp/gmd/env/ghg_obs/en/station/station_syowa.html
- 64 What you do - About – National Institute of Polar Research. [internet]. [acesso em 2021 mar 16]. Disponível em: <https://www.nipr.ac.jp/english/outline/summary/activity.html>
- 65 Polar Science Museum. [internet]. [acesso em 2021 set 11]. Disponível em: <https://www.nipr.ac.jp/english/science-museum/index.html>

- 66 Linking Antarctic observations between Japanese and international communities. [internet]. [acesso em 2021 set 10]. Disponível em: <https://www.nipr.ac.jp/english/antarctic/center.html>
- 67 Research. [internet]. [acesso em 2021 abril 8]. Disponível em: <https://www.nipr.ac.jp/english/research/>
- 68 Marine Litter Legislation: A Toolkit for Policymakers. UNEP. Report 2016.
- 69 British Antarctic Survey. [internet]. [acesso em 2021 abril 8]. Disponível em: <https://www.comnap.aq/our-members/british-antarctic-survey-bas/>
- 70 Antarctic. [internet]. [acesso em 2021 mar 16]. Disponível em: <https://www.bas.ac.uk/about/about-bas/>
- 71 Our organisation. [internet]. [acesso em 2021 mar 16]. Disponível em: <https://www.bas.ac.uk/about/about-bas/our-organisation/>
- 72 Our Vision and Mission. [internet]. [acesso em 2021 mar 16]. Disponível em: <https://www.bas.ac.uk/about/about-bas/corporate-aims/>
- 73 Research stations. [internet]. [acesso em 2021 mar 16]. Disponível em: <https://www.bas.ac.uk/polar-operations/sites-and-facilities/station/>
- 74 Rothera Research Station. [internet]. [acesso em 2021 mar 16]. Disponível em: <https://www.bas.ac.uk/polar-operations/sites-and-facilities/facility/rothera/>
- 75 Halley VI Research Station. [internet]. [acesso em 2021 mar 16]. Disponível em: <https://www.bas.ac.uk/polar-operations/sites-and-facilities/facility/halley/#publications>
- 76 Bird Island Research Station. [internet]. [acesso em 2021 mar 16]. Disponível em: <https://www.bas.ac.uk/polar-operations/sites-and-facilities/facility/bird-island/>
- 77 King Edward Point Research Station. [internet]. [acesso em 2021 mar 16]. Disponível em: <https://www.bas.ac.uk/polar-operations/sites-and-facilities/facility/king-edward-point/>

- 78 Signy Research Station. [internet]. [acesso em 2021 mar 16]. Disponível em: <https://www.bas.ac.uk/polar-operations/sites-and-facilities/facility/signy/>
- 79 Research ships. [internet]. [acesso em 2021 mar 16]. Disponível em: <https://www.bas.ac.uk/polar-operations/sites-and-facilities/ship/>
- 80 RRS James Clark Ross. [internet]. [acesso em 2021 set 10]. Disponível em: <https://www.bas.ac.uk/polar-operations/sites-and-facilities/facility/rrs-james-clark-ross/#about>
- 81 RRS Sir David Attenborough. [internet]. [acesso em 2021 mar 16]. Disponível em: <https://www.bas.ac.uk/polar-operations/sites-and-facilities/facility/rrs-sir-david-attenborough/>
- 82 Our people. [internet]. [acesso em 2021 mar 16]. Disponível em: <https://www.bas.ac.uk/about/about-bas/our-organisation/our-people/>
- 83 Our Science strategy. [internet]. [acesso em 2021 mar 16]. Disponível em: <https://www.bas.ac.uk/science/our-research/our-strategy/>
- 84 Impact of Plastic in the Polar Regions. [internet]. [acesso em 2021 mar 16]. Disponível em: <https://www.bas.ac.uk/project/impact-of-plastic-in-the-polar-regions/>
- 85 Microplastic 'abundant' in remote polar seas. [internet]. [acesso em 2021 abril 6]. Disponível em: <https://www.bas.ac.uk/media-post/microplastics-abundant-in-remote-polar-seas/>
- 86 Science and innovation. [internet]. [acesso em 2021 abril 6]. Disponível em: <https://www.bas.ac.uk/science/science-and-innovation/>
- 87 Our Science teams. [internet]. [acesso em 2021 abril 6]. Disponível em: <https://www.bas.ac.uk/about/about-bas/our-organisation/our-science-teams/>
- 88 Discovering Antarctic. [internet]. [acesso em 2021 abril 6]. Disponível em: <https://www.bas.ac.uk/science/science-and-society/education/discovering-antarctica/>

- 89 Zhang M, Haward M, McGee J. Marine plastic pollution in the polar south: Responses from Antarctic Treaty System. *Polar Record*. 2020 out; 56(e36): 1–9. Doi: 10.1017/S0032247420000388
- 90 Visbeck, M. et al. *Ocean-Atlas, Facts and Figures on the Threats to Our Marine Ecosystems*.
- 91 Committee for Environmental Protection. *25 Years of the Protocol on Environmental Protection to the Antarctic Treaty*. Buenos Aires; 2016.
- 92 Finger JL, Corá DH, Convey P, Cruz F, Petry MV, Krüger L. Anthropogenic debris in an Antarctic Specially Protected Area in the maritime Antarctic. *Marine Pollution Bulletin*. 2021 set; 172. Doi: 10.1016/j.marpolbul.2021.112921.
- 93 Report of the Plastic at the Poles Action Group Workshop, June 2018. [internet]. [acesso em 2021 jun 25]. Disponível em: <https://www.scar.org/library/science-4/life-sciences/plastic/5180-plastic-workshop-2018/file/>
- 94 Plastic in the Polar Environment Workshop Report, October 2019. [internet]. [acesso em 2021 maio 31]. Disponível em: <https://www.scar.org/library/science-4/life-sciences/plastic/5456-plastic-workshop-report-2019/file/>
- 95 Rintoul SR, Chown SL, DeConto RM, England MH, Fricker HÁ, Masson-Delmotte V, et al. Choosing the future of Antarctica. *Nature*. 2018 jun; 558(7709), 233-241.
- 96 Tirelli V, Suaria G, Lusher AL. Microplastics in polar samples. *Handbook of Microplastics in the Environment*, 1-42.
- 97 Kelly A, Lannuzel D, Rodemann T, Meiners KM, Auman H. J. Microplastic contamination in east Antarctic sea ice. *Marine Pollution Bulletin*. 2020 abril; 154, 111130. Doi: 10.1016/j.marpolbul.2020.111130
- 98 Lacerda AL, Rodrigues LS, Van Sebille E, Rodrigues FL, Ribeiro L, Secchi, ER, et al. Plastics in sea surface waters around the Antarctic Peninsula. *Scientific reports*. 2019 mar 8; 9(1), 1-12.

- 99 Artigo da “Nature” traz soluções de povos indígenas para a Antártica. [internet]. [acesso em 2021 jun 23]. Disponível em: <https://revistagalileu.globo.com/Um-So-Planeta/noticia/2021/06/artigo-da-nature-traz-solucoes-de-povos-indigenas-para-antartida.html>