



Capítulo V

LIXO MARINHO E SEU ÍNDICE DE CONTAMINAÇÃO CLASSIFICADO EM UMA PLATAFORMA DE MONITORAMENTO PARA AS PRAIAS DA ZONA COSTEIRA BRASILEIRA

Carolina Freitas Faria
Emiliano Castro de Oliveira



LIXO MARINHO E SEU ÍNDICE DE CONTAMINAÇÃO CLASSIFICADO EM UMA PLATAFORMA DE MONITORAMENTO PARA AS PRAIAS DA ZONA COSTEIRA BRASILEIRA

Carolina Freitas Faria¹ | Emiliano Castro de Oliveira²

¹ Universidade Federal de São Paulo - Campus Baixada Santista, R. Carvalho de Mendonça, 144 - Vila Mathias, Santos - SP, 11070-102. carol.freitas.sp20@gmail.com

² Universidade Federal de São Paulo - Campus Baixada Santista, R. Carvalho de Mendonça, 144 - Vila Mathias, Santos - SP, 11070-102. emiliano.oliveira@unifesp.br

RESUMO: A extensa costa brasileira (>8 mil km) é afetada por diversos contaminantes, como vários tipos de resíduos sólidos, com destaque para plásticos e bitucas de cigarro. O lixo marinho é amplamente distribuído em diversos ecossistemas, principalmente nas praias arenosas. A saúde ambiental dos ecossistemas é amplamente impactada, na biodiversidade e em essenciais ciclos ecológicos. Desse modo, o período entre 2021 e 2030 foi escolhido como a década dos oceanos pela ONU, buscando a urgente e necessária preservação oceânica, planejando ações a serem executadas. Entretanto, os estudos sobre o lixo marinho são desconexos devido à utilização de diferentes métodos de quantificação. O presente estudo reúne diversos estudos, os padronizando aplicando o *Clean-Coast Index* (CCI). Assim, propusemos uma análise geoespacial para possibilitar a construção de uma plataforma de banco de dados Brasileiro sobre a distribuição de lixo nas praias utilizando o método CCI. Tal plataforma contribui com os planos de monitoramento dos contaminantes da costa brasileira do Plano Nacional de Combate ao Lixo no Mar – (PNCLM), permitindo a interação com a sociedade a partir da ciência cidadã, podendo receber contribuições advindas de cidadãos sobre o lixo marinho em praias brasileiras. Validamos os mapas resultantes, que conta, até o presente momento, com um banco de dados de estudos científicos. A continuidade da iniciativa será trabalhada na finalização da plataforma, e abertura para o recebimento de dados de cidadãos. Tal iniciativa poderá ser replicada para outros contaminantes além do lixo marinho.

Palavras-chave: Resíduos sólidos, Poluição, Oceanos, Praias

GARBAGE CONTAMINATION INDEX MONITORING PLATFORM PRESENT ON BEACHES IN THE BRAZILIAN COASTAL ZONE

ABSTRACT: The extensive Brazilian coast (> 8 thousand km) is affected by various contaminants, as several types of solid waste, with emphasis on plastics and cigarette bundles. Marine garbage is widely distributed in various ecosystems, especially in the sandy beaches. Environmental health of ecosystems is widely impacted, as well as biodiversity and their essential ecological cycles. In this way, the period between 2021 and 2030 was chosen as the decade of the oceans by the UN, seeking the urgent and necessary ocean preservation, planning actions to be executed. However, studies on marine waste are disconnected due to the use of different quantification methods. In the present study the Clean-Coast Index (CCI) was used in order to bring together and standardize several studies. Thus, we proposed a geospatial analysis to enable the construction of a Brazilian database platform on the distribution of garbage on the beaches. Such a platform contributes to the monitoring plans for the contaminants of the Brazilian coast of the National Trash Combat Plan at sea – (PNCLM), allowing the interaction with society from citizen science, and can receive contributions from citizens about marine waste in Brazilian beaches. We validate the resulting maps, which counts, to the present moment, with a database of scientific studies. The continuity of the initiative will be worked on the finalization of the platform, and opening for receiving data from citizens. Such an initiative may be replicated to other contaminants beyond marine garbage.

Keywords: Solid waste, Pollution, Oceans, Beaches

INTRODUÇÃO

O lixo marinho de procedência humana é amplamente distribuído, impactando ecossistemas, tanto os fatores bióticos (organismos vivos), e abióticos (propriedades físico-químicas) em praias arenosas

(ANDRADES et al, 2020), manguezais (MARTIN; ALMAHASHEER; DUARTE, 2019), dunas (ŠILC et al, 2018), costões rochosos (WEIDEMAN et al, 2020), rios (FERRAZ et al, 2020), e canais (PALATINUS et al, 2019). Nas praias arenosas, que contribuem com serviços ecológicos essenciais, como o controle de

erosão, reciclagem de nutrientes e habitats para espécies nativas (SCHLACHER et al, 2007; DEFEO et al, 2009), o lixo marinho é amplamente estudado. Ainda, praias representam um importante componente para a população humana, contribuindo para as economias locais e nacionais por meio de atividades de turismo, lazer e bem-estar. De fato, são habitats essenciais para a avaliação dos impactos antropogênicos nos ambientes costeiros e marinhos (ANDRADES et al, 2020) e na influência de aspectos meteoceanográficos (PHILLIPS et al, 2017).

A costa Brasileira, composta por quatro regiões, 17 estados, e 274 municípios, é o local que mais cresce no país, expandindo a influência antropogênica nos ambientes costeiros e marinhos (AWOSIKA; MARONE, 2000; MMA, 2019). Esses ambientes são historicamente impactados por diversas atividades, como a exploração de recursos naturais, mudanças climáticas, contaminação e poluição (SHAHIDUL ISLAM; TANAKA, 2004). As regiões costeiras brasileiras contam com uma variedade expressiva de população flutuante, elevada em até 500% durante os períodos de verão e férias escolares (ATLAS DO PLÁSTICO, 2020). Desse modo, tais períodos aumentam o descarte incorreto, a má gestão e a presença e abundância de lixo nas praias, agravando os impactos negativos para a sustentabilidade desses ecossistemas (VILLARRUBIA-GÓMEZ et al, 2018), recursos naturais, saúde humana (RANGEL-BUITRAGO et al, 2019), e a economia local (PENCA, 2018). Assim, praias perdem qualidade ambiental e se tornam não atrativas aos turistas e moradores locais (GARCÉS-ORDÓÑEZ et al, 2020).

Os resíduos sólidos representam grande desafio ambiental e chegam ao mar a partir da prática insustentável de gestão de resíduos, falta de sensibilização da população quanto ao descarte correto e a ineficiente gestão empresarial e industrial. O Brasil é o 16º país no ranking de potencial de geração de lixo plástico por populações até 50 km da costa, tomando como referência o ano de 2010 (JAMBECK et al, 2015). Com ensejo de realçar essa discussão, é observado que as iniciativas de ciência cidadã se configuram como uma ótima alternativa para solucionar tal falta de sensibilização da população quanto ao lixo marinho, ao inseri-los nos processos de pesquisa (TUNNEL et al, 2020; RIBEIRO et al, 2021).

Esse momento dedicado à Década dos Oceanos é marcado pelo incentivo ao investimento na elaboração

de pesquisas relacionadas com a saúde dos oceanos, bem como a oportunidades de serem desenvolvidas soluções inovadoras para a mitigação da poluição marinha. Com base em análises interdisciplinares e sistêmicas, estas pesquisas incluem os diversos setores da sociedade civil organizada, visando a preservação dos oceanos para as gerações atuais e futuras de seres vivos do Planeta Terra. Essa plataforma de monitoramento funciona como ferramenta de análise para que possam ser realizadas ações de mitigação aos problemas ambientais ligados aos ambientes costeiros e agir como inspiração para mais estudos sobre a contaminação por lixo marinho. Já é conhecido que lacunas na governança da zona costeira levam a casos socioambientais de mau planejamento de ocupação nessas áreas. Ainda, o desamparo de comunidades carentes pode levar a problemas socioambientais e consequentemente torná-los vetores para a poluição (HARDY; MILLIGAN; HEYNEN, 2017). São necessárias formas de análise dos impactos nesses ambientes. O presente estudo possibilitou a união de estudos já publicados a partir da aplicação de um método de quantificação da contaminação por lixo nas praias que possibilitará o monitoramento, supervisão, auditoria, avaliação e vigilância desses poluentes.

METODOLOGIA

É de extrema importância que pesquisas atuais voltadas à preservação dos ecossistemas costeiros sejam incentivadas (VISBECK, 2018). Estamos em plena Década dos Oceanos, uma iniciativa de preservação promovida pela Organização das Nações Unidas (ONU) com o estabelecimento de uma ampla agenda política, educacional e social. Entretanto, mesmo com essa urgente demanda, monitoramentos do lixo marinho são desconexos e/ou não-padronizados, sendo escassos em escalas regionais ou continentais (ANDRADES et al, 2020). A forma de unificar os valores de densidade de lixo marinho (itens/m²) escolhida e amplamente utilizada é o Clean-Coast Index – CCI (ALKALAY; PASTERNAK; ZASK, 2007; RAKIB et al, 2022):

$CCI = (\Sigma \text{ total de itens encontrados} / \text{área total analisada}) \times K$, onde K (constante) = 20 assim como é aplicado no método CCI (ALKALAY; PASTERNAK; ZASK, 2007),

sendo as praias classificadas como Muito Limpas ($0 < \text{CCI} < 2$), Limpas ($2 < \text{CCI} < 5$), Moderadas ($5 < \text{CCI} < 10$), Sujas ($10 < \text{CCI} < 20$), e Muito Sujas ($\text{CCI} > 20$) classificação descrita no método de CCI (ALKALAY; PASTERNAK; ZASK, 2007).

Neste estudo procedeu-se 1) ao levantamento bibliográfico de trabalhos focados na contaminação por lixo marinho em praias da costa brasileira e 2) à classificação dessa contaminação pelo CCI.

Pesquisa bibliográfica

A pesquisa bibliográfica foi levantada a partir de consulta dos periódicos da Capes (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível) via acesso Café, Science Direct, Periódicos de universidades e Google Scholar. A pesquisa ocorreu com os termos de busca: ‘Lixo marinho’, ‘Marine litter’, ‘Brazil’, ‘Brasil’, ‘Density’, ‘densidade’, e ‘Clean-Coast Index’. Selecionamos 19 artigos compatíveis com os critérios do Clean Coast Index (CCI), com 184 pares de coordenadas geográficas (ALKALAY; PASTERNAK; ZASK, 2007). Foram considerados exclusivamente estudos que possibilitavam o cálculo do CCI, demandando que apresentassem a área amostrada e a quantidade de itens coletada. As coordenadas relativas às praias amostradas foram coletadas dos estudos para gerar os mapas. Nesse sentido, um estudo pode ter realizado análises interpretativas em mais de um ponto geográfico, em praias diferentes ou na mesma praia em períodos diferentes (ANDRADES et al, 2020). Os estudos selecionados foram publicados entre 2000 e 2021, buscando comparações entre estes períodos. Quando artigos não especificavam as coordenadas geográficas, estas foram geradas manualmente na plataforma Google Maps.

Compilação dos dados

Os dados do CCI dos estudos foram tabelados no software de criação do mapa “Google My Maps”, além da latitude e longitude e outros aspectos buscados para fácil interpretação dos valores, como nome da praia, Estado, ano de amostragem, link do artigo, nome dos autores e ano de publicação.

A tabela foi então dividida de acordo com as categorias escolhidas para a elaboração dos mapas online: Anos de amostragens (para comparar diferentes

períodos); Regional (para diferentes regiões e encontrar problemas locais específicos); e Sujidade (para diferentes níveis de contaminação por lixo marinho).

Envio e recebimento de dados sobre lixo marinho em praias brasileiras

No portal criado no Google My Maps, é possível o recebimento de novas contribuições de novos estudos, publicados a partir de 2021 (quando se encerra o período selecionado no presente estudo). Ainda, buscando ampliar a efetividade desses mapas, propusemos que estes não fossem compostos somente de estudos científicos, mas também de estudos de ciência cidadã possibilitando a criação de um novo mapa unificando as coletas e estudos locais de ciência cidadã com os estudos científicos nas localidades. O portal de criação escolhido para a plataforma foi o “Wix” como meio facilitado para a elaboração da primeira versão da plataforma. Assim, a escolha do site de criação teve como critério base a possibilidade de alteração do design pré-estabelecido e a opção de incorporar links de HTML (código de compartilhamento do mapa).

Os cientistas e cidadãos-cientistas poderão enviar dados sobre o lixo marinho em praias para os nossos mapas, visando possibilitar a contribuição externa de dados. Para tal foi desenvolvido um formulário a partir da plataforma “Google Formulários”, onde foi acrescentado uma seção para o envio de arquivos de até 1 Gb sobre estudos de amostragem de praias. Neste formulário serão aceitos dados científicos e de ciência cidadã, que serão adicionados aos mapas logo em seguida, para que a plataforma de monitoramento desses dados científicos e de ciência cidadã seja inclusiva e atualizada.

Identificação de problemáticas do lixo marinho e proposição de soluções

Nos 19 estudos selecionados, buscamos por diagnósticos, discussões e reflexões sobre as necessidades inerentes da década dos oceanos que trouxessem contribuições relevantes para a preservação dos oceanos e a mitigação de problemas atuais, a partir da utilização dos mapas. Dessa forma, as categorias selecionadas para comparação foram: fontes; influências socioambientais; abundância em escala regional e local; composição; e medidas de mitigação.

RESULTADOS

O lixo marinho foi objeto de análise de estudos em todas as regiões brasileiras, em 15 dos 17 estados (exceto Piauí e Paraíba). A única região que não apresentou todas as classificações de praias foi a região Norte. Dos 184 pares de coordenadas geográficas analisadas, foram confeccionados três mapas que estão em (Anexo 1 Figura 4, Anexo 2 Figura 5 e Anexo 3 Figura 6) a partir dos estudos escolhidos que estão listados na Tabela abaixo (Tabela I).

De acordo com as classes do CCI, as praias foram classificadas como Muito Limpas (14,1%; 26 praias), Limpas (17,9%; 33 praias), Moderadas (22,3%; 41 praias), Sujas (17,4%; 32 praias); Muito Sujas (28,3%; 52 praias) o que pode ser observado no mapa localizado no (Anexo 1 Figura 4). Desse modo, apesar do maior número de praias Muito Sujas, os resultados das classificações apresentam uma distribuição uniforme em toda extensão da costa (de 14,1% a 28,3%).

A região Sul foi a que teve mais análises (32%, 44 análises), seguida pelas regiões Nordeste (30%, 39 análises), Sudeste (29%, 37 análises) e Norte (9%, 11 análises) como pode ser observado no mapa localizado no (Anexo 3 Figura 6). Os estados com mais amostragens foram Santa Catarina (Sul), seguido pelo Rio de Janeiro (Sudeste), e Bahia (Nordeste).

A região mais afetada, com o maior número de praias contaminadas (Praias consideradas Moderadas a Muito Sujas) por lixo marinho foi a região Sudeste (55 praias), seguida da região Nordeste com (41 praias).

O maior número de amostragens e estudos foram realizados entre 2018 a 2020 (74 pontos reunidos) vide mapa localizado no (Anexo 2 Figura 5). O site da plataforma de monitoramento contendo os mapas abordados anteriormente pode ser acessado através do seguinte link: <https://carolinafaria16.wix-site.com/website>

A personalização do URL do site foi limitada devido a necessidade de compra de domínio que será

Tabela I – Estudos reunidos e utilizados para a confecção dos mapas e análises.

DOI/link	Paper
https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2019.110842	<i>Andrades et al. (2020)</i>
https://doi.org/10.5894/rgci451	<i>Belarmino et al. (2014)</i>
https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0956053X20301896	<i>Cavalcante et al. (2020)</i>
https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2018.04.061	<i>Corraini et al. (2018)</i>
https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2016.10.061	<i>da Silva et al. (2016)</i>
https://portalseer.ufba.br/index.php/cadgeoc/article/view/6546/4597	<i>Fernandino et al. (2012)</i>
https://www.scienciaplana.org.br/sp/article/view/2398	<i>Fernandino et al. (2015)</i>
https://sites.unisanta.br/revistaceciliana/edicao_09/8.pdf	<i>Ferreira and Lopes (2013)</i>
https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2020.111015	<i>Leite et al. (2014)</i>
10.20396/sbgfa.v1i2017.2180	<i>Macedo et al. (2017)</i>
10.20396/sbgfa.v1i2017.2182	<i>Madureira et al. (2017)</i>
https://doi.org/10.5914/tropocean.v40i2.5339	<i>Magalhães and Araujo (2012)</i>
https://doi.org/10.1016/j.rsma.2019.100771	<i>Marin et al. (2019)</i>
https://meridian.allenpress.com/jcr/article-abstract/23/2%20(232)/421/215572	<i>Oigman-Pszczol et al. (2007)</i>
https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2021.111991	<i>Ribeiro et al. (2020)</i>
https://doi.org/10.21166/metapre.v2i0.1307	<i>Rosa and Widmer (2019)</i>
https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2020.111015	<i>Santos et al. (2020)</i>
https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2018.03.026	<i>Silva et al. (2018)</i>
https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2017.04.045	<i>Suciu et al. (2017)</i>

estudada futuramente. No site está localizado ao final da página inicial o acesso ao formulário que possibilita contribuições de novos estudos.

Análises de validação da plataforma

A importância da preservação das praias está sendo pauta de muitos eventos e pesquisas nacionais e internacionais por conta também da Década dos Oceanos. Neste sentido, grupos de ações devem ser formados em escala local e nacional. A revisão de estudos e estratégias ligados com a mitigação da poluição devem receber investimentos e apoio. Com isso, a padronização das análises relacionadas a dispersão do lixo nas praias é um passo inicial para propor soluções. O site da plataforma e a disponibilização de seus mapas, foram divididos por categorias, o que possibilita uma maior quantidade de análises possíveis dos dados e a elaboração de estudos futuros. De acordo com as classificações obtidas pelo índice de CCI, é de comum interesse que as regiões trabalhem coletivamente para a elaboração de medidas ligadas a mitigação e prevenção da poluição marinha, tal qual proposto por (ANDRADES et al, 2020). Essa movimentação de ação nacional já foi iniciada pelo Plano Nacional de Combate ao Lixo no Mar (PNCLM) em 2019. Tal plano traz vários objetivos a serem alcançados, incluindo o impulso de pesquisas, desenvolvimento de tecnologias e metodologias para combater o lixo no mar (PNCLM, 2019). Nesse cenário, o presente estudo funcionará como um polo de monitoramento para escalas tanto regionais, quanto nacionais. A poluição marinha está presente em praias com as mais diversas configurações e características na costa brasileira, principalmente nas mais urbanizadas (LEITE et al, 2014). Isto representa um maior impacto sobre a fauna e flora local. Em muitos estudos a preservação da biodiversidade foi discutido (LEITE et al 2014; SANTOS *et al.*, 2020; CAVALCANTE *et al.*, 2020). Foram destacadas ainda questões relacionadas ao futuro da economia existente por conta das atividades turísticas e de uso do oceano – caso da Economia Azul, assunto crescente no debate sobre as águas (CLAUDET et al, 2020). Tendo em vista a influência causada pela dispersão de lixo nas praias é emergente o investimento em pesquisas relacionadas a preservação desses ecossistemas.

Fontes de lixo marinho no Brasil

Por meio da extensão geográfica de amostragem apresentada nos mapas chegou-se ainda a algumas suposições de distribuição para as principais fontes de descarte do lixo encontrado nas praias. A fonte que mais apareceu segundo os artigos foi a origem do lixo advindo de atividades turísticas, como a alimentação, comércio e atividades de lazer nas praias. Seguida pela fonte de lixo advinda de descarte irregular de esgoto doméstico. Também a fonte de resíduos provenientes de drenagens de rios foi observada em alguns estudos. A análise das fontes de lixo encontradas nos estudos se assemelham com as colocações dos estudos de (CORRAINI et al, 2018; MAGALHÃES et al, 2012; SILVA et al, 2016; ROSA et al, 2019) há medidas que podem ser elaboradas e implementadas para a mitigação e consequente fiscalização da gestão de resíduos dos estabelecimentos e comerciantes, medidas de sensibilização ambiental podem ser contratadas e realizadas pelas prefeituras das cidades turísticas entre muitas outras soluções de mitigação e prevenção que devem ser feitas com base nesses resultados.

Em menor número de menções são identificados o descarte incorreto de esgoto doméstico e a má gestão de poluição dos rios como fontes do lixo marinho, que acabam drenando resíduos que são depositados nas praias – essa última observação foi realizada nas praias localizadas próximas dos locais de desaguamento de rios (CORRAINI et al, 2018; FERREIRA et al 2013; MAGALHÃES et al, 2012). A região norte apontou como possível fonte para a contaminação por resíduos as drenagens de rios, como diz o estudo de (ANDRADES et al 2020) em especial a região próxima do rio Amazonas é o sétimo rio que mais gera poluição no mundo, como apontado pelo estudo de (LEBRETON et al 2017).

Os resultados apresentados no presente estudo ainda não refletem a real situação de toda a extensão da costa brasileira, pois não contemplam todas as principais cidades das regiões da costa, deixando lacunas que precisam ser preenchidas com novos estudos. Tendo em vista o notável aumento do número de estudos publicados no tema em questão, assim como pode ser observado no gráfico abaixo (Figura 1) retirado do Scopus, é necessário o investimento e incentivo a novos estudos no tema.

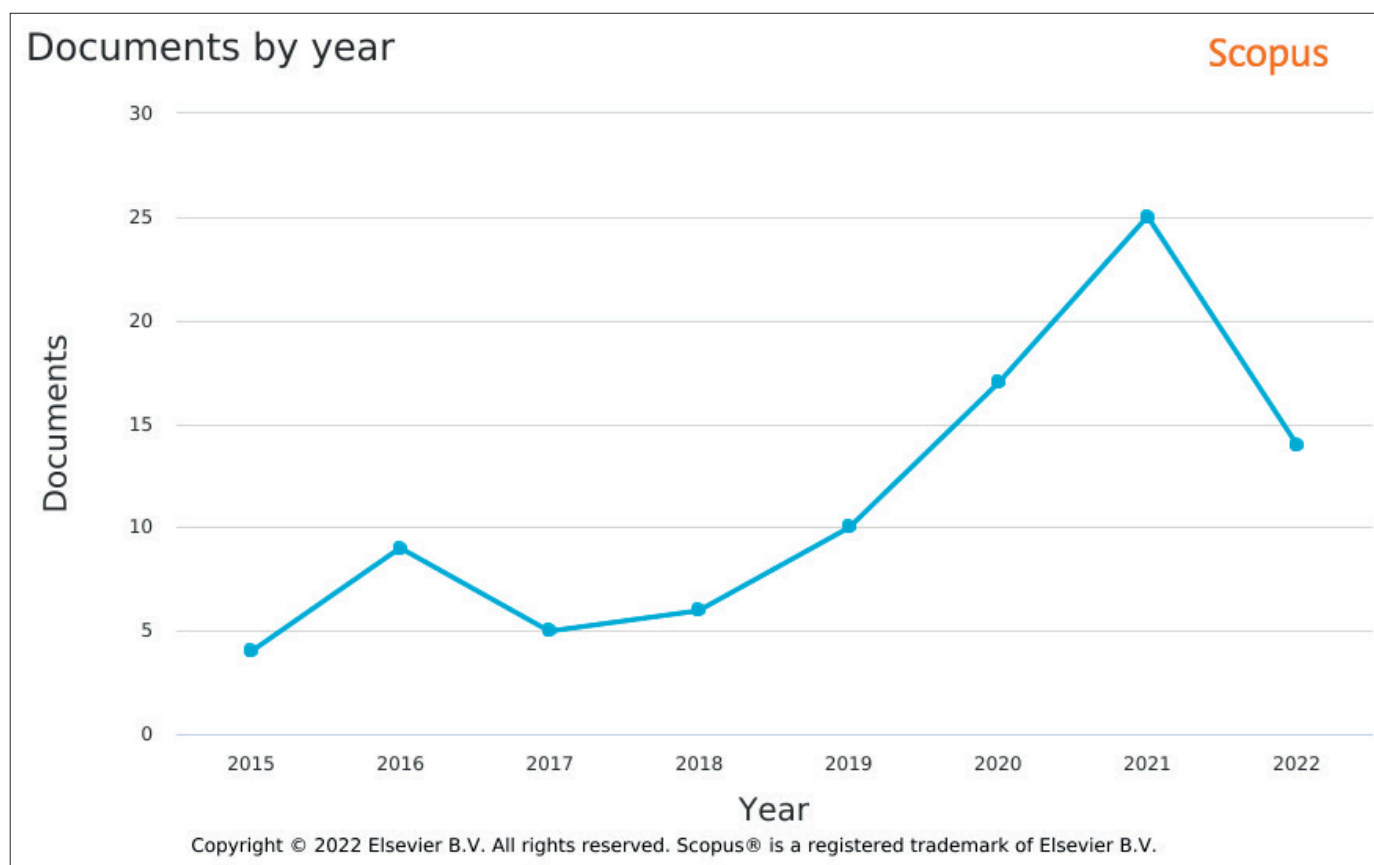


Figura 1 – Gráfico retirado da ferramenta “Analyze Search results” representando o volume de artigos publicados nos últimos 7 anos no tema: “Marine litter”.

Com o aumento do volume de artigos em uma próxima etapa, seria possível superar limitantes da amostra reduzida – como as praias selecionadas não refletirem as condições litorâneas do Estado como um todo ou estarem sendo realizadas em períodos que não expõe as condições de contaminação das praias durante todo o ano. O próximo passo seria dar escala a essa plataforma. Para tanto, é necessário focar em introduzir um número maior de dados sobre amostragens de lixo nas praias, viabilizando a elaboração de análises da situação em tempo real da costa brasileira por meio de campanhas de coleta de novas amostras visando o monitoramento.

Influências socioambientais dos índices de contaminação do lixo marinho

O foco de estudos são as praias urbanizadas (87/184 amostragens), ou seja, as com maior visitação e de renome turístico. Nesse sentido, ainda há muito a se concretizar nesse seguimento, requeirindo maior investimento e incentivo por parte do governo (municipal, estadual e federal) e instituições de pesquisa.

Foi possível observar que essas praias foram as que a proximidade com os centros urbanos pode representar o fator que infere os maiores valores (LEITE et al, 2014), devido ao aumento de descartes incorretos a partir das atividades turísticas e recreativas realizadas em ambientes de praias.

O menor número de amostragens em praias menos urbanizadas (24/184 amostragens) indica necessidade do monitoramento nesses locais, pois essas áreas também podem conter elevadas abundâncias de lixo marinho, e os consequentes agentes poluidores inerentes em sua deposição (ANDRADES et al., 2020).

Composição do lixo marinho no Brasil

O plástico é o material mais encontrado nas praias amostradas como está representado na figura 2 abaixo (92% das amostragens), assim como em outras partes do mundo (HAARR; FALK-ANDERSSON; FABRES, 2022).

A bituca de cigarro é o segundo item mais encontrado nas praias como está representado na

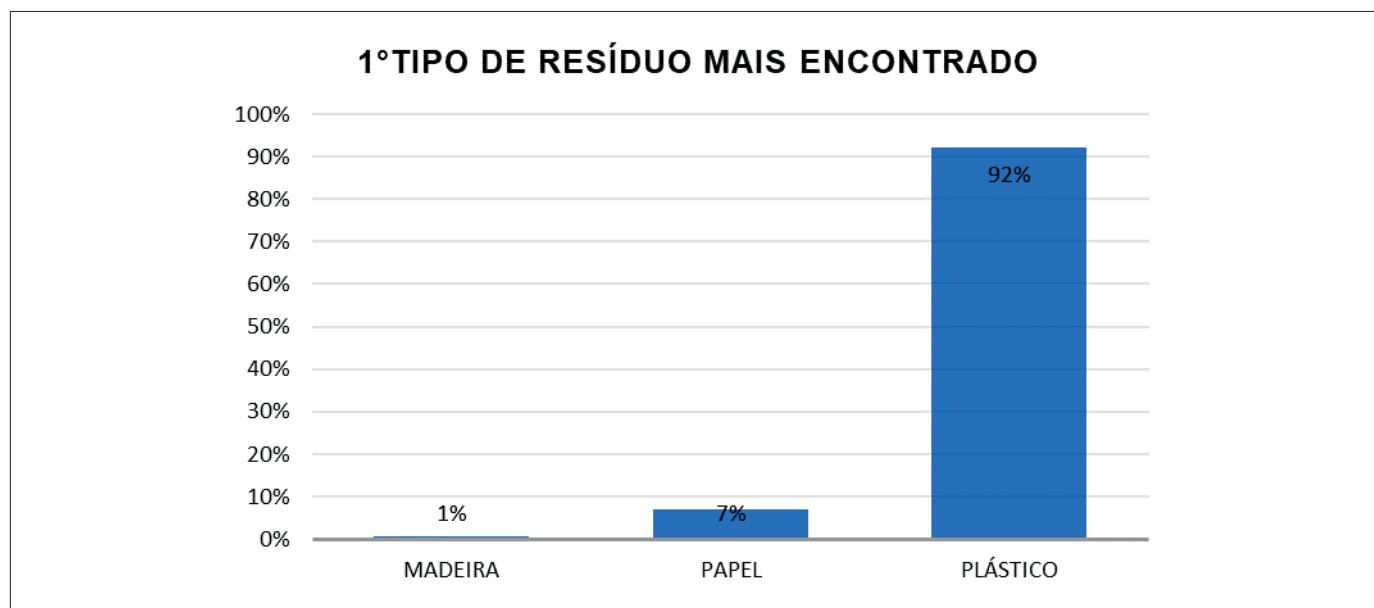


Figura 2 – Gráfico representando o primeiro tipo de resíduo mais encontrado pelos estudos.

figura 3 abaixo (50% como segundo resíduo mais encontrado). Originalmente, os filtros de cigarros foram produzidos para conter os mais de 7.000 componentes químicos do cigarro (nos quais ao menos 150 são tóxicos) (ARAÚJO; COSTA, 2019). Portanto, estes componentes são lixiviados para o meio ambiente quando bitucas são descartadas incorretamente (TORKASHVAND *et al.*, 2020). De fato, uma única bituca pode contaminar 1.000 L de água com seus contaminantes (TORKASHVAND *et al.*, 2021). Ainda, fumantes são mais propensos a descartar bitucas do que outros itens (DE GRANDA-ORIVE; GIRÓN-MATUTE; LÓPEZ-YEPES,

2016). Dessa forma, planos de monitoramento e mitigação de bitucas de cigarro são necessários no Brasil.

Outros itens como Isopor, Madeira, Carvão e até detritos de embarcações foram contabilizados nas categorias “Outros”. O tipo de resíduo encontrado nas praias variava muito de acordo com as características locais de cada amostragem, por vezes o tipo de resíduo mais encontrado foi influenciado por eventos que ocorreram no período da amostragem, como o caso do aumento no número de madeira e artificiais de pesca observadas em alguns estudos, algumas vezes ultrapassando o número de resíduos plásticos.

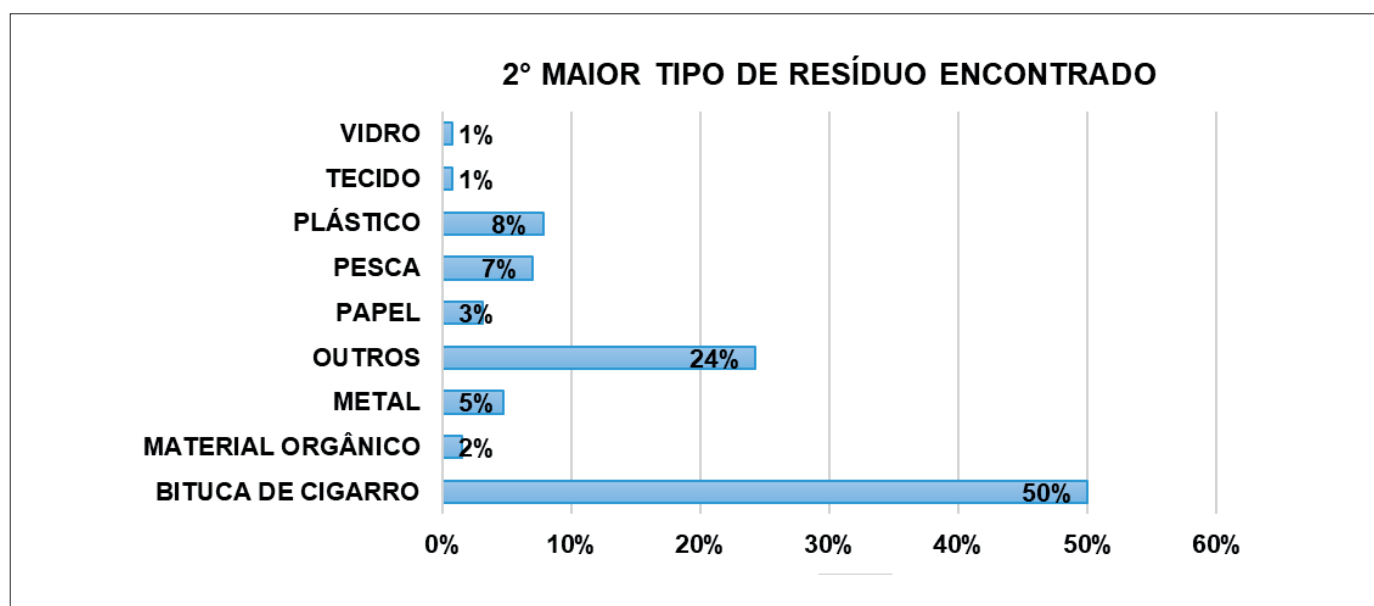


Figura 3 – Gráfico representando o segundo tipo de resíduo mais encontrado pelos estudos.

Medidas de mitigação apresentadas por estudos sobre o lixo marinho no Brasil

A melhoria no saneamento básico foi uma medida de mitigação apontada em algumas análises, junto a isso a melhoria da gestão das zonas costeiras brasileiras é essencial para o combate da poluição nas praias. Abaixo estão listadas as medidas levantadas pelos estudos representadas na Tabela II abaixo.

Tabela II – Medidas de mitigação mais levantadas pelos estudos reunidos.

Medidas de mitigação levantadas pelos artigos
Aumentar a frequência de limpeza nas praias
Aumentar a quantidade de lixeiras nas praias
Campanhas de educação ambiental para usuários
Controle do descarte de esgoto doméstico
Elaboração de materiais de educação ambiental
Elaboração de multas para os comercios sem gestão de resíduos
Melhorias na gestão das zonas costeiras
Melhorias no gerenciamento de resíduos das praias
Melhorias no saneamento

Também foram apontadas ações ligadas à preservação dos oceanos, como a resolução de problemas ligados ao saneamento básico, a fiscalização dos comerciantes sobre a gestão de resíduos nas praias e melhorias no planejamento das zonas costeiras em geral, sempre visando prevenção de novos problemas.

A Década dos Oceanos vem como ponto de partida para a implementação da solução das problemáticas ligadas a cada região costeira do país. A plataforma de banco de dados servirá, nesse sentido, como ferramenta de auxílio para a criação de soluções inovadoras para o problema da contaminação por lixo das praias da zona costeira brasileira.

Comparações regionais sobre a quantidade de dados e contribuições das governanças

Como já comentado foi possível notar e inferir que três estados lideram as publicações de estudos sobre o tema. Isso demonstra que a elaboração de mais pesquisas nesse âmbito, principalmente com

incentivo das governanças regionais, pode não só aumentar os resultados de números, mas explicar por qual motivo as regiões Sul e Nordeste publicam mais. É preponderante responder a que pode ser atribuída essa maior predisposição de grupos científicos ao estudo do tema nesses locais e por qual razão são escassas as pesquisas em outras regiões do país.

Ainda existem poucos estudos relacionados a região norte. O mesmo ocorre na região sudeste, ainda que esta última detenha a maior população do país. São indícios fortes de que essas áreas precisam de mais incentivo para monitoramento de estudos relacionados ao lixo nas praias. As praias da região Sudeste são diretamente impactadas com as atividades turísticas e recreativas nas praias por estarem localizadas próximas aos maiores números de população por Estado – São Paulo, Rio de Janeiro e Minas Gerais detinham no ano de 2021 cerca de 85 milhões de pessoas segundo o último censo do IBGE (LARA, 2021).

Algumas observações sobre o processo da construção dos mapas

Durante a pesquisa dos estudos que foram adicionados ao mapa, nem todos os artigos possuíam informações de coordenadas geográficas explícitas. Na maioria dos casos foi necessária a identificação e calibração das mesmas. Durante a conversão do formato das coordenadas, apenas um ponto (localizado no estado do Amapá) é situado acima da linha do Equador e é pertencente ao hemisfério norte.

Dessa forma, a plotagem dos pontos teria sido facilitada com uma padronização dos formatos em que os dados referenciais geográficos são apresentados pelos artigos. A falta de informações sobre referenciais utilizados (como o DATUM, por exemplo) também é uma observação/recomendação para estudos futuros.

A plataforma de criação de mapas online Google My Maps apenas permite a segmentação simples de tabelas, ou seja, é preciso criar uma tabela para cada categoria que quer segmentar em um conjunto de dados. Não é possível a divisão dessas categorias depois que foram feitas, o que impossibilitou a observação de cada região de forma mais eficiente. Assim, uma solução seria a criação de um mapa por região, porém a visualização sistêmica de forma

nacional e comparativa não seria possível. Isso limitou a segmentação de dados – por essa razão só foram criados três mapas que estão em (Anexo 1 Figura 4, Anexo 2 Figura 5 e Anexo 3 Figura 6) para alcançar os objetivos propostos para esse trabalho.

Para tanto, o Google My Maps apenas aceita dados em um único formato possível de coordenadas e isso dificultou a exportação dos dados, implicando na necessidade de conversão, um passo a mais na metodologia. Ainda nessa seara, o formato aceito pela plataforma é “graus e decimal do grau”, o que diverge de outra plataforma do grupo Google, o Google Map, que já apresenta as coordenadas pesquisadas nos dois formatos – tanto o “decimal” quanto “graus, minutos e segundos”.

Então, a plataforma utilizada para a construção dos mapas possibilita o compartilhamento simples dos resultados, bem como a incorporação dos mapas em sites, por meio de um código de HTML. Por isso, permite ainda personalização dos marcadores dos pontos amostrados e a fácil edição da tabela de dados e informações do marcador. Portanto, foi uma boa escolha para a realização desse trabalho, porém é limitada em relação a expansão das possibilidades de análise visando ações para a década dos oceanos da ONU.

Planejamentos para o futuro do projeto e o lançamento da plataforma

Primeiramente o passo mais importante para o andamento deste projeto é a organização de um grupo de extensão com o objetivo de implementar um grupo de monitoramento do índice de poluição das praias da região costeira do Brasil. Com isso, seria possível a organização de uma equipe maior, estabelecendo passos para a melhoria da plataforma de banco de dados. Há ainda a necessidade de compra de um domínio on-line para que seja feita a publicação do trabalho (ou associação a uma plataforma pública).

Do mesmo modo, deve ser realizada também vasta divulgação do projeto em todos os setores visando a união a ações de ciência cidadã. Desse modo, ampliar-se-á o alcance e a participação de pesquisadores do assunto para que seja feita a expansão dos dados presentes nos mapas.

A partir das melhorias que serão feitas na plataforma, será possível elaborar um mínimo valor necessário para que os resultados obtidos no banco de dados estejam refletindo a condição atual da costa brasileira. Isso pode validar análises como as realizadas nesse trabalho, trazendo assertividade para os resultados. Após a possibilidade de divulgação da plataforma, as melhorias serão feitas com base no feedback dos usuários – coletado a partir do formulário de envio de dados externos. É prevista ainda a promoção de pesquisas relacionadas a sugestões de segmentação para os mapas, de modo a promover melhorias nas análises. Além disso a plataforma e os mapas podem promover parcerias com outros bancos de dados sobre a dispersão do lixo em análise global, realizando parcerias com outros países e grupos que realizem esses trabalhos.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

As análises compressivas trazidas e elencadas nesta pesquisa, mais que estabelecerem um quadro diagnóstico sobre a costa brasileira, revelaram que é possível agrupar um banco de dados com potencial informativo. Mediante isso, se colocado em escala, o mapa torna-se uma ferramenta motriz de produção científica atualizado em tempo real por um coletivo de pesquisadores, acadêmicos e comunidade de modo geral capaz de propor cenários e soluções compatíveis com as metas da Década do Oceano proposta pela Organização das Nações Unidas – ONU.

Pode se dizer, dessa forma, que as vantagens da utilização do mapa são várias, mas destaca-se a capacidade de cobrir com informação científica grandes extensões de território e a configuração de um cenário rico em nuances quantitativas e qualitativas. Por conseguinte, é importante frisar que até o fechamento desta investigação, foram identificados apenas 2 mapas, que podem contabilizar a contaminação por lixo de praias costeiras, um de Portugal o <https://www.lixomarinho.app/> e o outro englobando todas as nações <https://debristracker.org/> assim sendo, há um longo caminho a percorrer.

Com base nisso é importante salientar que futuramente o site pode ser utilizado como banco de dados e contribuir significativamente para um monitoramento nacional da poluição das praias e agir

de forma integrada com ações de amostragem sobre a poluição das praias na zona costeira do Brasil e aumentando assim a contribuição brasileira para o monitoramento global da poluição das praias.

Diante disso, é possível assim sistematizar que ações ligadas a preservação dos oceanos já começaram a ser feitas. Temos agora que implementar novas metodologias de análise discutidas a partir do banco de dados apresentado e agir de forma a chegar a soluções inovadoras. Tudo isso juntamente com as governanças locais, o apoio do governo federal, a sensibilização da população e o investimento de iniciativas privadas. Essa metodologia para a criação da plataforma de monitoramento pode ser reaproveitada em outros estudos.

Portanto, incumbe, enfatizar que o trabalho mostrou que é factível e realizável a produção de análises sobre as condições da costa brasileira a partir dos resultados dos mapas. Essa efetividade será dada com maior grandeza a partir da estipulação de um mínimo de estudos cadastrados necessários. Uma vez reunido esse material no mapa, será possível escalar as informações. Tendo em vista que os estudos feitos nas regiões tinham seus próprios objetivos, é adequado pensar em uma campanha e investimento para estudos sistêmicos (analisando as coletas necessárias para refletir as condições de cada região de modo efetivo) com foco no monitoramento que pode ser realizado a partir desta plataforma. Isso possibilitará mais assertividade para as inferências dos mapas.

Para concluir, também seria essencial as principais instituições e órgãos públicos e privados atuassem em parcerias com as comunidades locais, que são afetados diretamente pela poluição, degradação e desmatamento do seu ambiente de onde geralmente vem o seu sustento. Diante disso, a melhor forma de obter-se resultados positivos e satisfatórios a curto, médio e longo prazo é realizar ou promover uma pesquisa de viés colaborativa, participativa e engajada. No que concerne à Educação Básica é de vital importância promover campanha maciças de educação ambiental (Educação Infantil, Fundamental e Médio). Diante disso, este trabalho pode inclusive abrir veredas para outros pesquisadores(as), já que se trata de um tema extremamente urgente e emergente.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALKALAY, R.; PASTERNAK, G.; ZASK, A. 2007. Clean-coast index—A new approach for beach cleanliness assessment. *Ocean & coastal management*, v. 50, n. 5–6, p. 352-362. DOI: <<https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2006.10.002>>.
- ANDRADES, R. *et al.* 2020. Anthropogenic litter on Brazilian beaches: Baseline, trends and recommendations for future approaches. *Marine pollution bulletin*, v. 151, n. 110842, p. 110842, <<https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2019.110842>>.
- ARAÚJO, M. C. B.; COSTA, M. F. 2019. From plant to waste: The long and diverse impact chain caused by tobacco smoking. *International journal of environmental research and public health*, v. 16, n. 15, p. 2690, <https://doi.org/10.3390/ijerph16152690>
- ATLAS DO PLÁSTICO- Primeira edição. Heinrich Böllstiftung, Rio de Janeiro, Brazil. ISBN 978-65-87665-02-3
- AWOSIKA, L.; MARONE, E. 2000. Scientific needs to assess the health of the oceans in coastal areas: a perspective of developing countries. *Ocean & coastal management*, v. 43, n. 8–9, p. 781-791, DOI: <[https://doi.org/10.1016/S0964-5691\(00\)00062-4](https://doi.org/10.1016/S0964-5691(00)00062-4)>.
- CAVALCANTE, R. M. *et al.* 2020. Marine debris on a tropical coastline: Abundance, predominant sources and fate in a region with multiple activities (Fortaleza, Ceará, northeastern Brazil). *Waste management* (New York, N.Y.), v. 108, p. 13-20, DOI: <<https://doi.org/10.1016/j.jwasman.2020.04.026>>.
- CLAUDET, J. *et al.* 2020. A roadmap for using the UN decade of ocean science for sustainable development in support of science, policy, and action. *One Earth*, v. 2, n. 1, p. 34-42.
- COELHO, S. C. DE S. 2020. Origem, distribuição e composição do lixo proveniente de correntes oceânicas em duas praias isoladas de arraial do Cabo – RJ.
- DE GRANDA-ORIVE, J. I.; GIRÓN-MATUTE, W.; LÓPEZ-YEPES, L. 2016. Cigarette butts: The collateral effects of cigarettes on humans, animals and the environment. *Archivos de bronconeumologia*, v. 52, n. 5, p. 285, <https://doi.org/10.1016/j.arbr.2016.03.007>
- DEFEO, O. *et al.* 2009. Threats to sandy beach ecosystems: A review. *Estuarine, coastal and shelf science*, v. 81, n. 1, p. 1-12, DOI: <<https://doi.org/10.1016/j.ecss.2008.09.022>>.

- FERRAZ, M. *et al.* 2020. Microplastic concentrations in raw and drinking water in the Sinos River, Southern Brazil. *Water*, v. 12, n. 11, p. 3115.
- GARCÉS-ORDÓÑEZ, O. *et al.* 2020. The impact of tourism on marine litter pollution on Santa Marta beaches, Colombian Caribbean. *Marine pollution bulletin*, v. 160, n. 111558, p. 111558, <<https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2020.111558>>.
- HAARR, M. L.; FALK-ANDERSSON, J.; FABRES, J. 2022. Global marine litter research 2015-2020: Geographical and methodological trends. *The Science of the total environment*, v. 820, n. 153162, p. 153162, <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.153162>.
- HARDY, R. D.; MILLIGAN, R. A.; HEYNEN, N. 2017. Racial coastal formation: The environmental injustice of colorblind adaptation planning for sea-level rise. *Geoforum; journal of physical, human, and regional geosciences*, v. 87, p. 62-72, DOI: <<https://doi.org/10.1016/j.geoforum.2017.10.005>>.
- JAMBECK, J. R. *et al.* 2015. Marine pollution. Plastic waste inputs from land into the ocean. *Science* (New York, N.Y.), v. 347, n. 6223, p. 768-771, DOI: <<https://doi.org/10.1126/science.1260352>>.
- LARA, R. População brasileira chega a 213,3 milhões de pessoas em 2021, diz IBGE. Disponível em: <<https://www.cnnbrasil.com.br/nacional/populacao-brasileira-chega-a-2133-milhoes-de-pessoas-em-2021-diz-ibge/>>. Acesso em: 7 jul. 2022.
- LEBRETON, L. C. M. *et al.* 2017. River plastic emissions to the world's oceans. *Nature communications*, v. 8, n. 1, p. 15611, <<https://doi.org/10.1038/ncomms15611>>.
- LEITE, A. S. *et al.* 2014. Influence of proximity to an urban center in the pattern of contamination by marine debris. *Marine pollution bulletin*, v. 81, n. 1, p. 242-247, DOI: <<https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2014.01.032>>.
- MARTIN, C.; ALMAHASHEER, H.; DUARTE, C. M. 2019. *Mangrove forests as traps for marine litter. Environmental pollution* (Barking, Essex: 1987), v. 247, p. 499-508, <<https://doi.org/10.1016/j.envpol.2019.01.067>>.
- PALATINUS, A. *et al.* 2019. Marine litter in the Croatian part of the middle Adriatic Sea: Simultaneous assessment of floating and seabed macro and micro litter abundance and composition. *Marine pollution bulletin*, v. 139, p. 427-439, DOI: <<https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2018.12.038>>.
- PARKER, L. Embalagens ultrapassam pontas de cigarro como lixo mais abundante em praias. Disponível em: <<https://www.nationalgeographicbrasil.com/meio-ambiente/2020/09/embalagens-ultrapassam-pontas-de-cigarro-como-lixo-mais-abundante-em-praias>>. Acesso em: 7 jul. 2022.
- PENCA, J. 2018. European Plastics Strategy: What promise for global marine litter? *Marine policy*, v. 97, p. 197-201, DOI: <<https://doi.org/10.1016/j.marpol.2018.06.004>>.
- PHILLIPS, B. *et al.* 2017. Role of beach morphology in wave overtopping hazard assessment. *Journal of marine science and engineering*, v. 5, n. 1, p. 1, DOI: <<https://doi.org/10.3390/jmse5010001>>.
- PNCLM, 2019, Ministério do Meio Ambiente – MMA, REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL. Disponível em: <<https://www.gov.br/mma/pt-br/centrais-de-conteudo/plano-nacional-de-combate-ao-lixo-no-mar-pdf>>. Último acesso em: 18 de janeiro de 2022.
- RAKIB, M. R. J. *et al.* 2022. Macro marine litter survey of sandy beaches along the Cox's Bazar Coast of Bay of Bengal, Bangladesh: Land-based sources of solid litter pollution. *Marine pollution bulletin*, v. 174, n. 113246, p. 113246.
- RANGEL-BUITRAGO, N. *et al.* 2019. Marine debris occurrence along Las Salinas beach, Viña Del Mar (Chile): Magnitudes, impacts and management. *Ocean & coastal management*, v. 178, n. 104842, p. 104842, DOI: <<https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2019.104842>>.
- RIBEIRO, V. V. *et al.* 2021. Marine litter on a highly urbanized beach at Southeast Brazil: A contribution to the development of litter monitoring programs. *Marine pollution bulletin*, v. 163, n. 111978, p. 111978, DOI: <<https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2021.111978>>.
- SANTOS, A. A. *et al.* 2020. Initial beach litter survey in a conservation unit (Santa Isabel Biological Reserve, Sergipe) from northeast Brazil. *Marine pollution bulletin*, v. 153, n. 111015, p. 111015, <<https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2020.111015>>.
- SHAHIDUL ISLAM, M.; TANAKA, M. 2004. Impacts of pollution on coastal and marine ecosystems including coastal and marine fisheries and approach for management: a review and synthesis. *Marine pollution bulletin*, v. 48, n. 7-8, p. 624-649, <<https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2003.12.004>>.
- ŠILC, U. *et al.* 2018. Beach litter along various sand dune habitats in the southern Adriatic (E Mediterranean). *Marine pollution bulletin*, v. 128, p. 353-360, DOI: <<https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2018.01.045>>.

- TORKASHVAND, J. *et al.* 2020. Littered cigarette butt as a well-known hazardous waste: A comprehensive systematic review. *Journal of hazardous materials*, v. 383, n. 121242, p. 121242, <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2019.121242>
- TORKASHVAND, J. *et al.* 2021. Assessment of littered cigarette butt in urban environment, using of new cigarette butt pollution index (CBPI). *The Science of the total environment*, v. 769, n. 144864, p. 144864, <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.144864>
- TUNNELL, J. W. *et al.* 2020. Measuring plastic pellet (nurdle) abundance on shorelines throughout the Gulf of Mexico using citizen scientists: Establishing a platform for policy-relevant research. *Marine pollution bulletin*, v. 151, n. 110794, p. 110794, DOI: <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2019.110794>.
- VILLARRUBIA-GÓMEZ, P.; CORNELL, S. E.; FABRES, J. 2018. Marine plastic pollution as a planetary boundary threat – The drifting piece in the sustainability puzzle. *Marine policy*, v. 96, p. 213-220, DOI: <https://doi.org/10.1016/j.marpol.2017.11.035>.
- VISBECK, M. 2018. Ocean science research is key for a sustainable future. *Nature communications*, v. 9, n. 1, DOI: <https://doi.org/10.1038/s41467-018-03158-3>.
- WEIDEMAN, E. A. *et al.* 2020. Quantifying temporal trends in anthropogenic litter in a rocky intertidal habitat. *Marine pollution bulletin*, v. 160, n. 111543, p. 111543, DOI: <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2020.111543>.

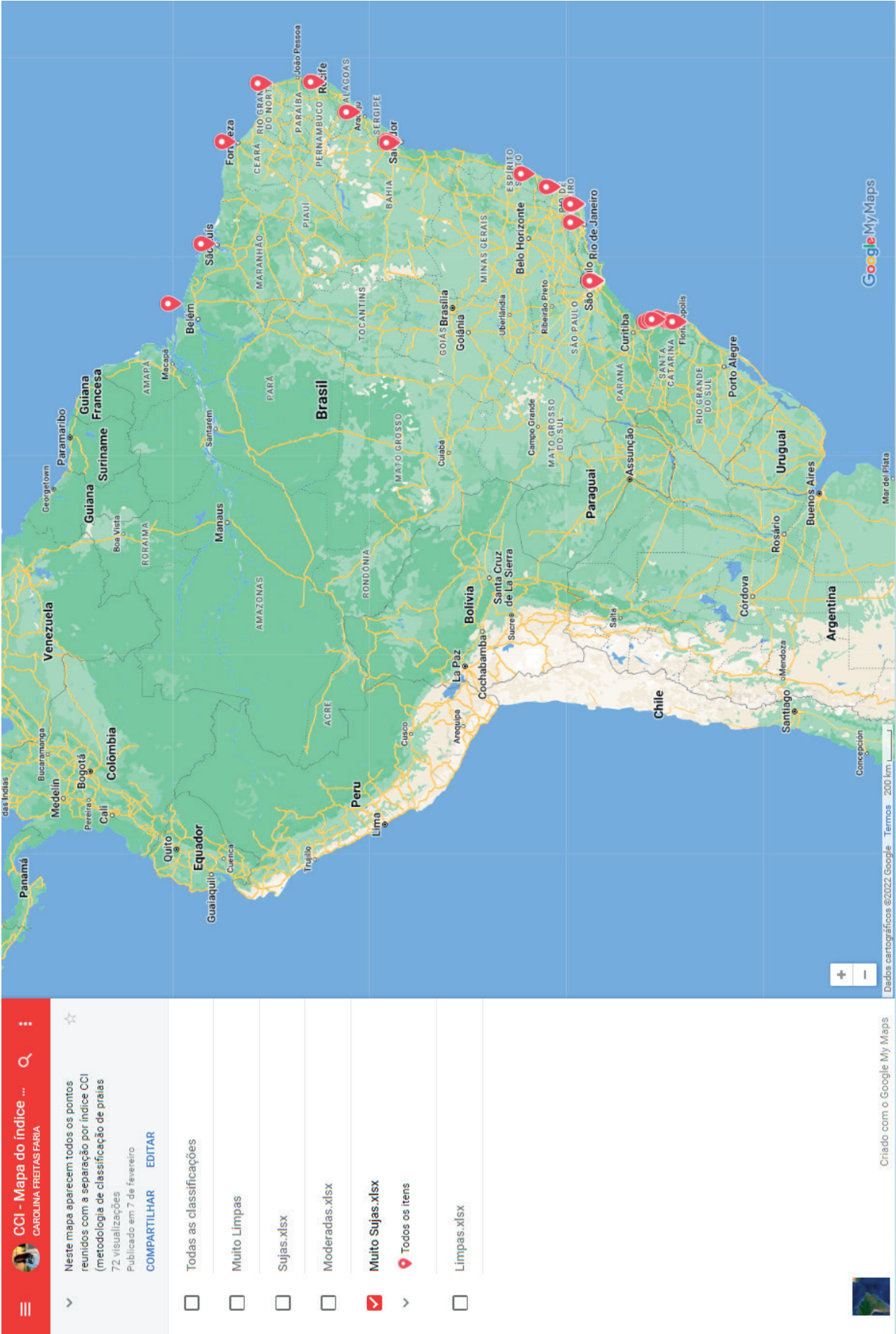


Figura 4 – Mapa classificado a partir do método Clean Coast Index nas amostragens brasileiras, no mapa está selecionado apenas das praias classificadas como muito sujas.

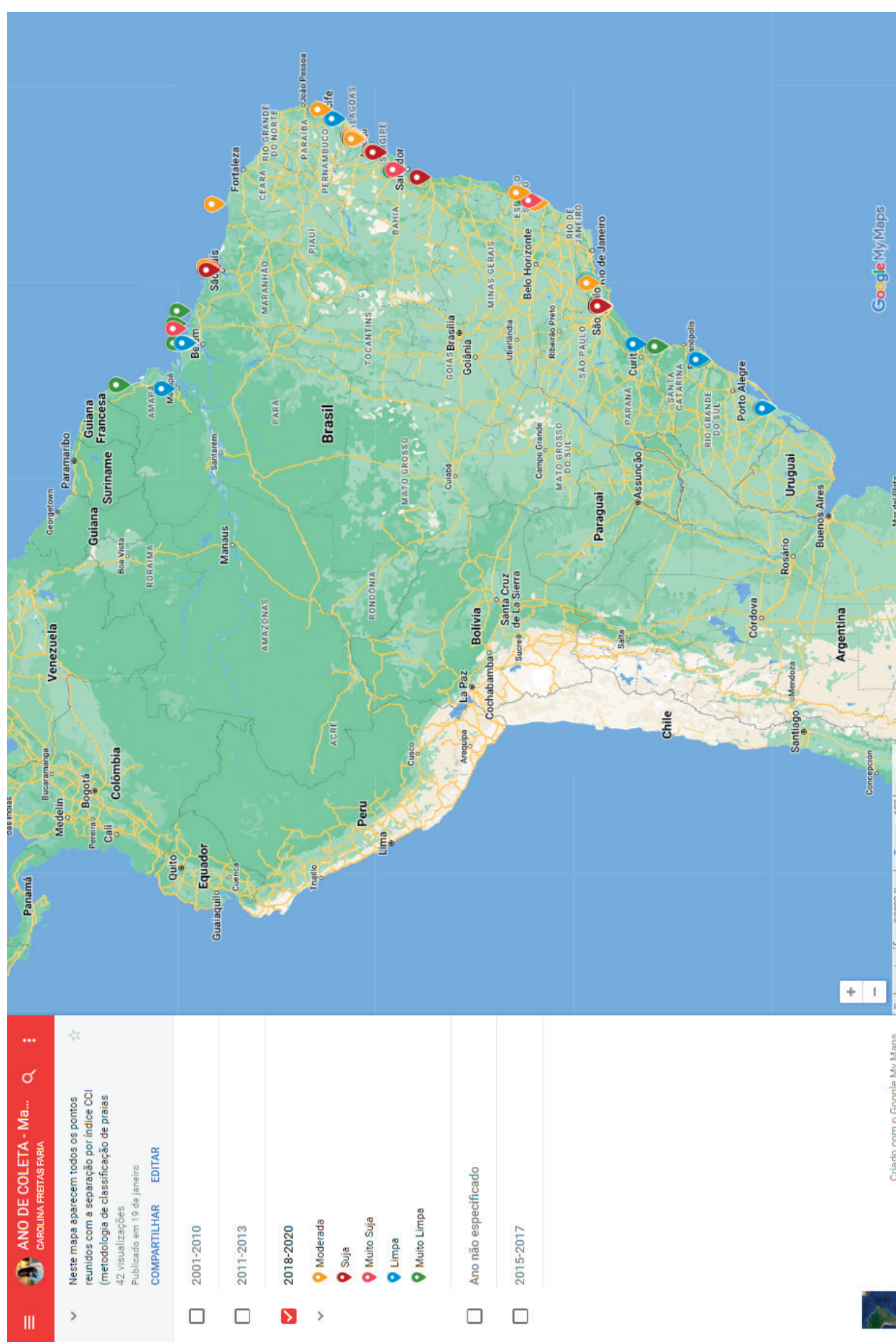


Figura 5 – Mapa classificado de acordo com o período das amostragens brasileiras, no mapa está selecionado os estudos mais recentes reunidos entre 2018-2020.

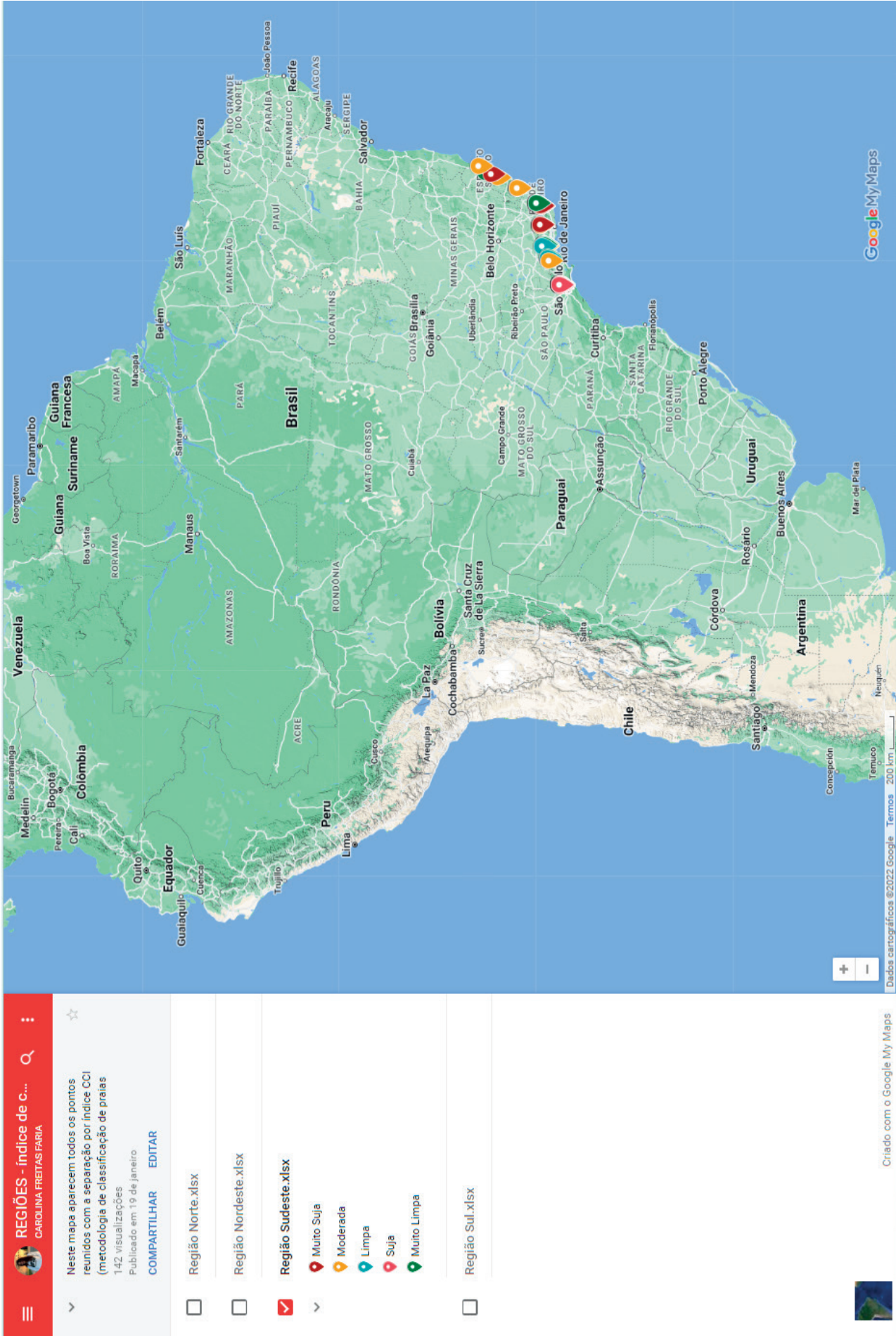


Figura 6 – Mapa classificado de acordo com a região das amostragens brasileiras, no mapa está selecionado apenas a região Sudeste como forma de exemplo de visualização.