UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ

INSTITUTO DE CIÊNCIAS SOCIAIS JURÍDICAS

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM DIREITO

AMANDA NAIF DAIBES LIMA

# **O DESMATAMENTO NA AMAZÔNIA E A REGULAMENTAÇÃO DA OCUPAÇÃO DO SOLO**: uma análise do caso *Sargassum*

BELÉM

2024

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ

INSTITUTO DE CIÊNCIAS JURÍDICAS

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM DIREITO

AMANDA NAIF DAIBES LIMA

# **O DESMATAMENTO NA AMAZÔNIA E A REGULAMENTAÇÃO DA OCUPAÇÃO DO SOLO**: uma análise do caso *Sargassum*

Dissertação de Mestrado apresentada como requisito parcial para a conclusão do curso de Mestrado em Direitos Humanos pelo Programa de Pós-Graduação em Direito da Universidade Federal do Pará – UFPA, na linha de pesquisa Direitos Humanos e Meio Ambiente
Orientadora: Profª. Drª. Lise Tupiassu
Co-orientadora: Profª. Drª. Solange Teles da Silva

BELÉM

2024

AMANDA NAIF DAIBES LIMA

**A REGULAMENTAÇÃO DA OCUPAÇÃO DO SOLO E O DESMATAMENTO NA AMAZÔNIA**: uma análise a partir do caso *Sargassum*

Dissertação de Mestrado submetida à apreciação da banca examinadora como requisito parcial para a conclusão do curso de mestrado em Direito do Programa de Pós-Graduação em Direito da Universidade Federal do Pará.

Banca Examinadora:

_____

**Profa. Dra. Lise Tupiassu – Orientadora**

**Universidade Federal do Pará - UFPA**

_____

**Profa. Dra. Solange Teles da Silva– Co-orientadora**

**Universidade Presbiteriana Mackenzie - UPB**

_____

**Profa. Dra. Luly Fischer - Avaliadora Interna**

**Universidade Federal do Pará - UFPA**

_____

**Profa. Dra. Márcia Dieguez Leuzinger – Avaliadora Externa**

**Centro Universitário de Brasília - CEUB**

BELÉM

2024

*O bom Deus não poderia inspirar em mim*
*desejos irrealizáveis (Santa Teresinha do Menino Jesus).*

## AGRADECIMENTOS

A realização do mestrado, para mim, sempre foi um desejo desde a minha graduação em direito (2015-2019). No início, eu não sabia exatamente onde nem em qual área eu iria seguir, pois somente havia em mim o sonho da docência. Mas, de lá para cá, Deus me conduziu à UFPA.

Na UFPA, eu cresci como pessoa e como estudante. Também conheci pessoas brilhantes, que são sobretudo seres humanos incríveis, dispostos a ajudar. Certamente, minha trajetória no mestrado não teria sido a mesma sem o auxílio e o apoio dos que cruzaram meu caminho de algum modo.

Primeiramente, agradeço a Deus pela oportunidade que me foi dada. Hoje eu tenho a certeza de que todos os meus passos são dados sob o Seu olhar de Pai. À Nossa Senhora, pela sua ternura e docilidade, especialmente nos momentos em que mais precisei.

Existem momentos que somente são conhecidos por mim e por Deus. Ele esteve presente comigo durante os estudos e durante as incertezas. A rotina solitária do estudante nunca é, de fato, solitária. É preciso aprender a amar a Deus nos detalhes do dia a dia. No meu caso, esses detalhes geralmente ocorrem entre os livros, então é lá que Ele, também, está presente. Foi com Ele que iniciei esta etapa de minha vida e é com Ele que, alegremente, finalizo esta etapa.

Agradeço, também, à minha família que sempre esteve comigo. Aos meus pais, Márcia e Carlos, pelo dom da vida. Aos meus tios, Marta e Francisco, e ao meu irmão Carlinhos, pelo apoio nessa jornada. Aos meus avós, Arlete e João, que são tudo na minha vida.

Aos meus amigos que partilharam do mesmo sonho comigo e foram abrigo em todos os momentos: Amanda, Ana Victória, Geovanna, Giovanna, João Gabriel, Júlia, Liciane, Mônica, Renata, Valeska, Victória, Yasmim.

Aos meus colegas de PPGD da UFPA, que dividiram comigo essa jornada, e são pessoas dispostas a ajudar, a incentivar e a apoiar: Juliana e Larissa.

À minha orientadora, professora Lise, que me mostrou que a docência transcende o conhecimento técnico de sala de aula e qualquer titulação. Um bom professor é compreensivo, é empático, auxilia e cobra na medida em que sabe no que o seu aluno pode melhorar.

À minha co-orientadora, professora Solange, por toda a sua gentileza e disposição para me auxiliar na conclusão deste trabalho.

Agradeço também aos professores que encontrei na UFPA, pelo conhecimento e pela sensibilidade: Benatti e Eliane. As disciplinas mais prazerosas que tive na universidade foram ministradas por eles.

Registro, também, meu agradecimento aos meus professores da graduação, por quem guardo carinho e admiração: Arthur, Beth, Felipe, Juliana, Loiane, Luciana, Mônica, Natália, Rafaela, Sandra, Suzy.

## RESUMO

A presente dissertação analisa a regulamentação da ocupação do solo na Amazônia, de modo especial como regulamentação ambiental da ocupação do uso do solo contribui ou pode contribuir para o controle dos sedimentos químicos oriundos do desmatamento, que acabam por ser despejados no oceano e podem ter uma relação com os *booms* de *Sargassum*. A partir do método de pesquisa dedutivo e da utilização da técnica de metodologia bibliográfica e documental, a pesquisa debruça-se sobre o desmatamento na região amazônica, que lança sedimentos químicos no oceano e pode ter contribuído para a proliferação massiva da macroalga nos últimos anos. Diante disso, a dissertação estuda a legislação brasileira atinente à ocupação do solo em áreas de proteção especial, a exemplo das áreas de preservação permanente, das áreas de reserva legal e das unidades de conservação, como forma de controle do desmatamento e de preservação ambiental. A preservação ambiental seria uma alternativa de controle ao fenômeno do *Sargassum*, gênero de alga que tem sido encontrado nas costas brasileira e caribenha, de forma a ocasionar alterações econômicas, sociais e ambientais nas regiões em que emerge deposita-se em excesso. O presente estudo também investiga a sua natureza jurídica, bem como os efeitos ambientais, sociais e econômicos decorrentes do seu aumento exponencial. A hipótese é a de que, por meio de instrumentos de comando e controle, seria possível controlar as práticas de desmatamento ilegal na região e, consequentemente, apontar uma alternativa para a possível redução do problema dos encalhes de *Sargassum*. Assim, embora haja uma legislação protetiva ao meio ambiente, consideram-se as possíveis falhas de instrumentos de comando e controle que têm viabilizado a permanência do desmatamento na região em índices oscilantes, de modo que se indicam alternativas e possibilidades ao seu aprimoramento. Com os resultados da pesquisa, espera-se contribuir para a discussão a respeito da regulamentação da ocupação do uso do solo na região amazônica no que tange ao controle do desmatamento, além de somar para o estudo das várias questões desdobradas pela questão do *Sargassum*.



**Palavras-chave:** Amazônia; Desmatamento; Ocupação do Solo; *Sargassum*.

## ABSTRACT

This dissertation analyzes the regulation of land use in the Amazon, in particular how environmental regulation of land use contributes or can contribute to the control of chemical sediments arising from deforestation, which end up being dumped into the ocean and can have a relationship with Sargassum booms. Using the deductive research method and the use of bibliographic and documentary methodology techniques, the research focuses on deforestation in the Amazon region, which releases chemical sediments into the ocean and may have contributed to the massive proliferation of macroalgae in recent years. In view of this, the dissertation studies Brazilian legislation regarding land occupation in special protection areas, such as permanent preservation areas, legal reserve areas and conservation units, as a way of controlling deforestation and environmental preservation. Environmental preservation would be an alternative to control the phenomenon of Sargassum, a genus of algae that has been found on the Brazilian and Caribbean coasts, causing economic, social and environmental changes in the regions where it emerges and is deposited in excess. The present study also investigates its legal nature, as well as the environmental, social and economic effects resulting from its exponential increase. The hypothesis is that, through command and control instruments, it would be possible to control illegal deforestation practices in the region and, consequently, identify an alternative for the possible reduction of the problem of Sargassum strandings. Thus, although there is environmental protection legislation, possible failures in command and control instruments that have made it possible for deforestation to persist in the region at fluctuating rates are considered, so that alternatives and possibilities for improvement are indicated. With the results of the research, it is expected to contribute to the discussion regarding the regulation of land use in the Amazon region in terms of controlling deforestation, in addition to contributing to the study of the various issues raised by the Sargassum issue.



**Key-Words:** Amazon; Deforestation; Land Occupation; *Sargassum*.

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

| | |
|---|---|
| APP | Área de Preservação Permanente |
| ARPA | Áreas Protegidas da Amazônia |
| CAR | Cadastro Ambiental Rural |
| *CESAR* | *Coastal Environment Under Sargassum Crisis* |
| CDB | Convenção de Biodiversidade |
| CorteIDH | Corte Interamericana de Direitos Humanos |
| CRA | Cota de Reserva Ambiental |
| DUDH | Declaração Universal de Direitos Humanos |
| INCRA | Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária |
| INPE | Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais |
| ITERPA | Instituto de Terras do Pará |
| PNMA | Política Nacional do Meio Ambiente |
| PRA | Programa de Regularização Ambiental |
| PVEA | Plano de valorização econômica da Amazônia |
| RL | Reserva Legal |
| SEMAS | Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Sustentabilidade |
| SFB | Serviço Florestal Brasileiro |
| SICAR | Sistema Nacional de Cadastro Ambiental Rural |
| SINIMA | Sistema Nacional de Informações sobre Meio Ambiente |
| SPU | Secretaria de Patrimônio da União |
| UC | Unidades de conservação |
| UPI | Unidade de proteção integral |
| US | Unidade de uso sustentável |

## LISTA DE IMAGENS

Imagem 1: O Mar de *Sargassum*……...56
Imagem 2: Encalhes de *Sargassum* no Pará……...63

**SUMÁRIO**

**INTRODUÇÃO ..... 4**

**1 O DESMATAMENTO E AS NORMAS DE COMANDO E CONTROLE NA AMAZÔNIA ..... 8**

1 .1 O DESMATAMENTO COMO UM PROBLEMA ENRAIZADO NA OCUPAÇÃO DO SOLO NA AMAZÔNIA ..... 8

1.2 AS MEDIDAS DE COMANDO E DE CONTROLE EM FACE DO DESMATAMENTO ..... 19

1.3 O CAR COMO INSTRUMENTO DE COMANDO E CONTROLE E AS POSSÍVEIS FALHAS DE MONITORAMENTO ..... 23

1.4 CONCLUSÃO DA SEÇÃO ..... 28

**2. AS ÁREAS PROTEGIDAS E O CONTROLE DO DESMATAMENTO NA AMAZÔNIA ..... 32**

2.1 O SISTEMA DE UNIDADES DE CONSERVAÇÃO E A IMPORTÂNCIA DAS ÁREAS PROTEGIDAS NO CONTROLE DO DESMATAMENTO ..... 32

2.2 O CÓDIGO FLORESTAL E A PROTEÇÃO À BIODIVERSIDADE: AS LIMITAÇÕES DE USO NAS ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE (APP) E NAS ÁREAS DE RESERVA LEGAL (RL) ..... 42

2.3 CONCLUSÃO DA SEÇÃO ..... 53

**3. O CASO *SARGASSUM* E SUAS IMPLICAÇÕES PARA A AMAZÔNIA BRASILEIRA ..... 55**

3.1 O FENÔMENO DO *SARGASSUM* E SUAS POSSÍVEIS ORIGENS ..... 55

3.2 AS CONSEQUÊNCIAS DOS ENCALHES DE *SARGASSUM* ..... 61

3.3 OS DIFERENTES *STATUS* DO *SARGASSUM* ..... 67

3.4 A RESPONSABILIDADE AMBIENTAL NO CONTEXTO DO *SARGASSUM* .. 75

3.5 CONCLUSÃO DA SEÇÃO ..... 81

**CONSIDERAÇÕES FINAIS ..... 82**

**REFERÊNCIAS ..... 85**

**INTRODUÇÃO**

O *Sargassum* é um gênero de macroalgas marrons (*Phaeophyceae, Fucales*) que se espalhou em ambientes tropicais, subtropicais e temperados. Há duas espécies da alga que vivem nas superfícies: *Sargassum natans* e *S. fluitans* (Devault, 2020). Embora seja um elemento natural, servindo de abrigo, alimento e refúgio para espécies, tem ocorrido um crescimento e um alastramento excessivo de *Sargassum* nos últimos anos, que gera problemas sociais, econômicos e ambientais nos litorais brasileiros e caribenhos, em especial nos Estados do Pará, Pernambuco e Maranhão, bem como nas ilhas de Martinica, Guadalupe (Sissini, 2017; Martinelli-Filho, 2015).

Os encalhes de Sargassum têm ocasionado prejuízos de cunho econômico, ao afetar o turismo e a economia local pesqueira das regiões; social, ao prejudicar a saúde da população do entorno, com a liberação de gases tóxicos, em especial o gás H2S; e ambiental, ao desequilibrar o *habitat*, ao a gerar a morte de animais, e a poluição do solo e do ar (Devault, 2020; Smetacek, 2013).

Nesse cenário, discutem-se as possíveis origens do crescimento exponencial dessa macroalga. Apesar de não haver unanimidade científica quanto a este ponto, estudos apontam que a descarga de nutrientes no Oceano Atlântico, advindos dos rios Tocantins e Amazonas, especialmente o nitrato e o fosfato, podem servir de alimento e de estímulo reprodutor ao *Sargassum*. De acordo com Wang (2019), Louime (2017), Noriega (2017), Djakouré (2017), Aquino et al. (2022), Broman (2019), Leuzinger e Teles da Silva (2022), as práticas na agricultura, com o uso de fertilizantes e de agrotóxicos, e o desmatamento são responsáveis pelo lançamento de nitrato e de fosfato no mar, o que pode contribuir para a proliferação da macroalga.

Assim, diante dos efeitos nefastos ocasionados pelo florescimento excessivo do *Sargassum*, a comunidade científica internacional interessou-se em buscar projetos que viabilizassem a construção de alternativas às consequências negativas do florescimento da alga (ANR, 2019). Dentre as possibilidades de financiamento, cita-se a iniciativa da *Agence Nationale de la Recherche* (ANR), que lançou uma chamada para projetos, denominada SARGASSUM, a fim de aprimorar conhecimento e fornecer soluções para o florescimento desmesurado e depósito da alga (ANR, 2019).

O projeto SARGASSUM foi construído com base em quatro temáticas prioritárias. A primeira delas é a caracterização das algas, sua genética, sua fisiologia e sua bioquímica. A segunda temática consiste na previsão da formação das marés de *Sargassum*, além do estudo da sua trajetória no mar e nas proximidades do litoral.

A terceira temática diz respeito às técnicas de coleta e de tratamento da alga. A quarta e última temática trata dos impactos econômicos, sanitários e ambientais (ANR, 2019).

Com o intuito de contribuir para a discussão no bojo da ANR, foi inscrito no projeto *Coastal Environment under Sargassum Crisis* (CESAR), cujas áreas de atuação são as temáticas de previsão de formação do *Sargassum* e de impactos econômicos sanitários e ambientais. O projeto CESAR foi idealizado pelo professor Jean-Raphael Gros-Desormeaux, do Laboratório Caribenho de Ciências Sociais (Gros-Désormeaux, 2021). Esse projeto possui como participantes o Laboratório Caribenho de Ciências Sociais, *Météo-France Antilles* e o Laboratório População, Ambiente e Desenvolvimento, a Universidade Federal do Pará e a Universidade Presbiteriana Mackenzie (ANR, [2019-?];Gros-Désormeaux, 2021).

A presente dissertação insere-se no projeto CESAR, atendo-se ao estudo de elementos jurídicos relacionados à possível mitigação de uma eventual contribuição amazônica para a excessiva proliferação do *Sargassum*. Desta forma, considerando a possível contribuição da Amazônia para a proliferação massiva do *Sargassum*, em razão do desmatamento que ocorre nas margens dos grandes rios da região, bem como em decorrência do uso de agrotóxicos e de fertilizantes na agricultura tradicional, este trabalho se propõe abordar o seguinte problema de pesquisa: como a regulamentação ambiental do uso do solo na Amazônia brasileira contribuiria ou poderia contribuir para o controle dos sedimentos químicos despejados no oceano, oriundos do desmatamento na região?

A justificativa social desta pesquisa é que os encalhes massivos de *Sargassum* geram prejuízos à saúde humana, a partir da liberação de gases tóxicos pela sua decomposição; à economia local, prejudicando a pesca, à economia turística de regiões que, em sua maioria, dependem fortemente do turismo, como é o caso do município de Salinópolis, no Pará, um dos principais polos turísticos das praias amazônicas, e das ilhas de Martinica e de Guadalupe, no Caribe.

Além disso, há um desequilíbrio no meio ambiente, pois o *Sargassum* em excesso gera a morte de espécies marinhas que ficam presas nos colchões marrons da macroalga, a exemplo dos filhotes de tartaruga. Ainda, os colchões dificultam a entrada da luz solar para que os corais e outras espécies submersas realizem a fotossíntese. Essas são evidências objetivas e fáticas da violação do direito fundamental ao meio ambiente ecologicamente equilibrado.

Aliás, a Corte Interamericana de Direitos Humanos (CorteIDH) tem se manifestado no sentido de relacionar o direito à vida com as medidas essenciais para o gozo deste direito, a exemplo da melhoria da qualidade do ambiente em que se vive, da busca por uma existência digna, bem como da busca por um meio ambiente equilibrado e sadio (Rede Amazônica de Clínicas de Direitos Humanos, 2017; Tupiassu, 2009; Moreira, 2017). Ou, em outras palavras, o direito ao meio ambiente equilibrado relaciona-se, como afirma a CorteIDH, ao direito à vida e aos direitos humanos, de forma que a proteção ao meio ambiente assume especial relevância nos campos interno e internacional (CorteIDH, 2017).

A justificativa científica do presente trabalho consiste em contribuir para o debate em torno do desmatamento e do uso desmedido de agroquímicos na Amazônia como possíveis causas do aumento massivo de *Sargassum*, considerando que a literatura que envolve esses dois eixos ainda é escassa, principalmente na região Amazônica. Na perspectiva pessoal, enquanto estudante brasileira e amazônida, a questão do *Sargassum* não poderia me passar desapercebida, seja pela investigação do desmatamento na nossa região como sua possível causa, seja pelas consequências dos encalhes no Pará, com a afetação do turismo e das economias locais, a exemplo do caso do município de Salinópolis.

Portanto, diante do exposto, a pesquisa versa sobre o desmatamento e sobre a regulamentação ambiental da ocupação do solo, em consideração aos problemas sociais, econômicos e ambientais ocasionados pelo excesso da macroalga. Justifica-se a escolha do presente tema em um programa de pós-graduação de Direito, na área de Direitos Humanos, notadamente diante das possíveis contribuições da região amazônica[1] para a investigação proposta.

Utiliza-se como metodologia o método dedutivo, com as técnicas bibliográficas e documental. Parte-se do contexto do desmatamento na região amazônica e a consequente análise da legislação brasileira pertinente ao tema da ocupação do solo e da proteção ambiental, juntamente com as possíveis falhas de controle, a fim de analisar a consequência desse desmatamento, que seria o crescimento exponencial do *Sargassum* e as suas repercussões econômica, social e ambiental.

A hipótese é a de que os mecanismos de comando e controle existentes no Brasil são insuficientes para conter as práticas de desmatamento na região e o uso

[1] Este trabalho aborda preponderantemente a Amazônia brasileira, conforme delimitado no Capítulo 1.

dos agroquímicos, embora a observância efetiva da legislação ambiental brasileira tenha o condão de estabelecer maior proteção à biodiversidade.

Diante do apresentado, o objetivo geral deste trabalho é identificar como a regulamentação ambiental do uso do solo na Amazônia brasileira contribuiria ou poderia contribuir para o controle dos sedimentos químicos despejados no oceano, oriundos do desmatamento.

A partir do objetivo geral, o presente trabalho subdivide-se em três seções: a primeira seção aborda o desmatamento e a ocupação do solo na Amazônia, especialmente o modelo tradicional de agricultura realizado no país, com excessivo uso de agroquímicos. Apresentam-se o desmatamento e o uso de agroquímicos como aspectos norteadores da ocupação do solo na Amazônia desde a abertura de suas primeiras estradas. Assim, embora a legislação brasileira seja protetiva ao meio ambiente, como é o caso do Código Florestal (CFLOR) e do Sistema de Unidades de Conservação (SNUC), abordam-se alguns elementos e falhas, na lógica do comando e controle, que tentam explicar o motivo de as normas não serem cumpridas, associadas a possíveis alternativas e sugestões para seu cumprimento.

A segunda seção trata da legislação brasileira de áreas protegidas no Brasil, em especial o SNUC, com as unidades de proteção integral (UPI) e de uso sustentável (US), e o CFLOR, com as áreas de preservação permanente (APP) e de reserva legal (RL). A partir do comando constitucional de assegurar a todos e a todas o direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, e dos compromissos internacionais assumidos pelo país – como a Convenção da Diversidade Biológica (CDB) – o Brasil instituiu as áreas protegidas no intuito de conservar a biodiversidade e de conter as práticas de desmatamento.

A terceira seção apresenta o fenômeno do *Sargassu*m enquanto uma possível consequência da prática do desmatamento na região Amazônica, considerando as falhas apresentadas na lógica do comando e controle ambiental. Além disso, apresenta-se o debate acerca da natureza jurídica da macroalga, bem como as consequências sociais, econômicas e ambientais da sua proliferação massiva para as regiões em que se encontra e a sua responsabilização ambiental, de modo a enfatizar a relevância social e de pesquisa em direitos humanos deste trabalho. As considerações finais apresentam as consequências da implementação das áreas protegidas para o controle do desmatamento e enquanto uma alternativa à consequência do crescimento do *Sargassum*.

# 1 O DESMATAMENTO E AS NORMAS DE COMANDO E CONTROLE NA AMAZÔNIA

Esta seção objetiva analisar o desmatamento enquanto um problema que acompanha a ocupação do solo na Amazônia, estando associado às práticas agrícolas e ao uso de agrotóxicos e de fertilizantes. Diante disso, em um primeiro momento será analisado o histórico de ocupação do solo.

Em seguida, será analisada a efetividade dos instrumentos de comando e controle fornecidos pela legislação ambiental para o controle da prática do desmatamento, com ênfase no Cadastro Ambiental Rural (CAR) como instrumento de controle. Observam-se algumas falhas a serem corrigidas para a redução dessa prática, as quais serão apontadas a seguir.

## 1 .1 O DESMATAMENTO COMO UM PROBLEMA ENRAIZADO NA OCUPAÇÃO DO SOLO NA AMAZÔNIA

O desmatamento na Amazônia é uma das possíveis causas de proliferação massiva do *Sargassum*, uma vez que a sua prática lança no oceano nutrientes que servem para a alimentação da macroalga, a exemplo do nitrato e do fosfato (Wang et al., 2019; Broman, 2019; Sissini et al., 2017; Devault, 2020).

É importante destacar que o desmatamento altera a composição do solo e contribui para a poluição das águas subterrâneas, isto é, há uma alteração no ciclo hidroquímico, com especial alteração na concentração de nitrogênio. Trata-se de um processo paulatino e lento, de maneira que as consequências da poluição podem surgir anos após a ocorrência da prática ilegal (Artaxo et al., 2005; Broman, 2019; Djakouré, 2017; Santos, 2017).

Somado a isso, a grande demanda por alimentos contribui para que a agricultura brasileira seja baseada no alto uso de substâncias químicas, das quais citam-se o uso de fertilizantes e de agrotóxicos, notadamente o nitrogênio e o fósforo, os quais contribuem para a alimentação e proliferação do *Sargassum*. Atualmente, o Brasil consome 8% do nível global de fertilizantes, ocupando a quarta posição do país que mais adquire esses químicos[26]. Dentre esses componentes, o fósforo é

[26] No *ranking* de consumo de fertilizantes, o Brasil está atrás somente da China, da Índia e dos Estados Unidos (Brasil, 2021).

consumido em 33% e o nitrogênio, em 29% do total de fertilizantes (Brasil, 2021; Cerqueira, 2018).

Embora haja um benefício para a sociedade no sentido de melhoria da produtividade agrícola e incremento da produção, o uso dos agroquímicos pode danificar o meio ambiente na medida em que alcança o solo e as águas, ocasionando a sua contaminação nos locais em que são utilizados e nos locais mais distantes, inclusive em áreas protegidas, pois há uma facilidade no transporte dessas substâncias já agregadas ao meio natural por meio das chuvas, dos rios e dos ventos. Exemplificativamente, na Amazônia, há o comprometimento da qualidade da água relacionado ao avanço da agricultura com o uso intensivo de agroquímicos, especialmente na monocultura de soja (Cerqueira, 2018; Gomes, Barizon, 2014).

Ainda que exista uma regulação de uso dos agroquímicos, subsistem incertezas em relação aos seus impactos à saúde humana e ao meio ambiente, o que deveria atrair um olhar mais cuidadoso em relação ao uso dessas substâncias, especialmente diante do princípio da precaução no campo do meio ambiente ecologicamente equilibrado (Da Silva, 2006; David, 2023; Gomes, Barizon, 2014; Leuzinger, Da Silva, 2022).

No ano de 2020, o Brasil importou aproximadamente 33 milhões de toneladas, um percentual de 11% superior ao ano de 2019. No ano de 1998, esse número era bastante menor, consistente em 7,4 milhões de toneladas. Desse modo, em mais de duas décadas, houve um crescimento de 445% em consumo de fertilizantes internacionais, sem considerar a produção interna do país (Brasil, 2021).

Na agricultura brasileira, os alimentos que mais demandam o uso desses químicos são a soja, o milho e a cana-de-açúcar, que respondem por mais de 73% do consumo de fertilizantes no país. Nesse sentido, o uso dos fertilizantes contribui para o lançamento de sedimentos químicos nos rios, que podem ser causa da proliferação massiva do *Sargassum* (Brasil, 2021; Gros-Desormeaux, Priam, Tupiassu, 2021).

Embora o Brasil possua uma vasta legislação de proteção ambiental, o desmatamento na região associa-se, dentre outros aspectos, à forma de ocupação que tem ocorrido na Amazônia, notadamente no que tange à agropecuária, de modo a revelar uma problemática enraizada na região (Fearnside 2005; Ferreira et al., 2005).

Em termos conceituais e no intuito de melhor expor a questão em análise, o bioma Amazônia estende-se do oceano Atlântico até aproximadamente 600 metros

de altitude das encostas orientais da Cordilheira dos Andes. Assim, é composto por 9 países da América do Sul, sendo que a maior parte da área, aproximadamente 69%, pertence ao Brasil (Ferreira et al., 2005; Becker, 2005).

A Amazônia legal, cujas fronteiras geopolíticas foram estabelecidas ao final dos anos 70, corresponde a 57% do território brasileiro. Estão presentes nela os estados do Norte, responsáveis pela economia extrativista vegetal e mineral, além de partes do Cerrado nos Estados do Mato Grosso, Tocantins e Maranhão, onde se tem o agronegócio de grãos e a pecuária (Becker, 2005).

> A Amazônia sul-americana equivale a 1/20 da superfície da Terra, 1/5 de toda a água doce e 1/3 das florestas tropicais do globo (...). Em contrapartida, abriga apenas 3,5 milésimos da população mundial. Ela é um dos três grandes eldorados naturais contemporâneos e 63,4% de sua área estão sob soberania brasileira. O fato de a Amazônia sul-americana estar sob soberania de Estados nacionais a distingue dos outros dois eldorados naturais, os Fundos Marinhos e a Antártida, que são espaços não-regulamentados juridicamente e partilhados entre as potências (Becker, 2005, p. 201).

Portanto, a Amazônia abrange uma área de cerca de 4,5 milhões de quilômetros quadrados, de modo que é considerada a maior floresta tropical do planeta, cuja maior parte de sua extensão encontra-se em território brasileiro, embora perpasse por países como Colômbia, Peru, Bolívia, Equador e Venezuela. Diante desses aspectos, é possível afirmar que a sua dimensão comporta diferentes comunidades indígenas e povos tradicionais. Dessa forma, a sua biodiversidade ultrapassa os conceitos biológicos para representar fonte de subsistência e cultura daqueles que dela dependem (Martin et al., 2022; Menezes et al., 2005).

Em termos legais, o Código Florestal (CFLOR), lei nº 12.651 de 2012, define a Amazônia Legal como os estados do Acre, Pará, Amazonas, Roraima, Rondônia, Amapá e Mato Grosso, além das regiões ao norte do paralelo 13º S, do Tocantins e de Goiás, e ao oeste do meridiano de 44º W, do Maranhão[27].

No que tange ao início do desmatamento considerável na região, entende-se que a Amazônia brasileira permaneceu pouco destruída até a inauguração da rodovia Transamazônica na década de 1970, conhecida como o início da era moderna do

---

[27] Art. 3º Para os efeitos desta Lei, entende-se por: I - Amazônia Legal: os Estados do Acre, Pará, Amazonas, Roraima, Rondônia, Amapá e Mato Grosso e as regiões situadas ao norte do paralelo 13º S, dos Estados de Tocantins e Goiás, e ao oeste do meridiano de 44º W, do Estado do Maranhão; (Brasil, 2012).

desmatamento. Assim, os índices de desmatamento aumentam desde 1991 em um ritmo variável e rápido, de maneira que é possível afirmar que há uma relação entre a expansão da fronteira da Amazônia Legal, a economia e a taxa de desmatamento, que sofre influência da economia nacional (Fearnside, 2005; Ferreira et al., 2005).

Em relação à questão do *Sargassum*, compreende-se que o desmatamento não gera efeitos imediatos na alimentação da alga, mas contribui lentamente para isso, uma vez que a alteração dos ciclos da água, por exemplo, é um fator que ocorre de maneira contínua e paulatina (Broman, 2019; Djakouré, 2017). Assim, embora não se possa dizer que o início do desmatamento tenha sido crucial para o fenômeno *Sargassum* de 2011, pode-se dizer que ele foi relevante e continua a ser até os dias atuais, seja pela efetiva alimentação da alga, seja pelo estímulo indireto que é dado à prática ilegal, no sentido de continuidade.

Em 1946 foi iniciada a política de desenvolvimento da região amazônica, denominada Plano de Valorização Econômica da Amazônia (PVEA). Esse plano gerou a Amazônia Legal enquanto nova região de planejamento do Brasil, mas cuja aplicabilidade resultou em fraudes, em conflitos agrários e na abertura de estradas na região (Benatti; Fischer, 2016).

> A abertura física da Amazônia Legal com a implantação dos eixos rodoviários Belém-Brasília e a Transamazônica permitiu a chegada de novas ondas migratórias. A terra passou a ter valor de mercado e a sofrer um processo de especulação, marcado por fraudes e irregularidades, resultando, em alguns casos, na eclosão de intensos conflitos agrários (BenattiI; Fischer, 2016, p. 72-73).

A partir do governo militar de 1964, o governo federal buscou integrar a Amazônia ao restante do Brasil, o que foi feito mediante a exploração dos recursos hídrico e mineral, chancelada pela Constituição de 1967 (Benatti; Fischer, 2016).

Nesse momento, era possível a apropriação de terras independentemente de indenização aos Estados eventualmente afetados. Essas políticas não passaram ilesas de conflitos pela terra, notadamente quando se iniciaram políticas creditícias e desonerações tributárias que estimularam a expansão do capital (Benatti; Fischer, 2016).

É importante destacar que o Estatuto da Terra (lei nº 4.504/1964) foi aprovado nesse contexto.

> Apesar de o golpe de 1.4.1964 ter sido uma reação às medidas tomadas pelo Presidente Goulart no campo da reforma agrária, foi

> justamente o primeiro governo militar (Humberto Alencar Castelo Branco - 15.4.1964 a 13.3.1967), que se muniu dos instrumentos jurídicos indispensáveis para concretizar a reforma. Uma das medidas mais importantes foi sem dúvida a Emenda Constitucional nº 10, de 9.11.1964, de iniciativa do executivo, que introduziu a possibilidade de promover a desapropriação de propriedade territorial rural (Rocha, 2019, p. 69).

Por assim ser, o Estatuto da Terra relaciona-se ao descontentamento presente no meio rural, juntamente com o receio do governo brasileiro e da elite pelo surgimento de uma revolução. O seu objetivo residia na tranquilização de camponeses e de proprietários de terras (Fischer, 2018).

Paralelamente, a indústria de fertilizantes brasileira começou a ser implementada no Brasil em 1940, juntamente com a industrialização no país. Antes desse período, os fertilizantes eram consumidos do mercado internacional. Todavia, com a política agroexportadora estabelecida entre os anos de 1967 e 1973, houve um incremento na produção interna dos químicos, que passaram a ser utilizados em larga escala até o final dos anos 80. Dessa forma, em 1974 foi inaugurado o I Programa Nacional de Fertilizantes e Calcário Agrícola a fim de ampliar e de modernizar a indústria interna, o que foi acompanhado da ocupação de novas terras, sem, no entanto, haver preocupações em relação a possíveis contaminações do solo e da água (Brasil, 2021; Gomes, Barizon, 2014).

Em 1980 iniciou o processo de industrialização, constante do planejamento nacional para a Amazônia. O Estado realizou investimentos concentrados, o que ocasionou a segregação espacial e acentuou as disparidades entre as regiões. É importante destacar que esses projetos foram realizados antes mesmo da obrigatoriedade do licenciamento ambiental no Brasil, o que gerou diversos problemas ambientais (Benatti; Fischer, 2016).

Nesse campo, é inevitável não voltar o olhar aos conflitos socioambientais na Amazônia, os quais refletem a consequência de uma distribuição desigual de perdas e de ganhos (Becker, 2005).

> Os ganhos gerados pelas florestas intocadas, por exemplo, beneficiam coletividades, que podem ser a comunidade local ou toda a sociedade global; enquanto os custos (ou perdas monetárias potenciais) da preservação da floresta atingem os proprietários individuais. Sob outra perspectiva, uma obra de infra-estrutura pode produzir ganhos macroeconômicos para o país como um todo, mas perdas para a sociedade local (Becker, 2005, p. 221).

Para Becker (2005), há alguns elementos facilitadores dos conflitos socioambientais, além do processo de ocupação do território, quais sejam: fraca presença estatal, precária regularização fundiária, fiscalização deficiente e gestão ineficaz, frágil articulação institucional e a demanda internacional.

A fraca presença estatal viabiliza que os agentes sociais intensifiquem seu confronto à margem da legislação vigente, de modo que há ampliação dos conflitos fundiários, da violência, da degradação ambiental, além dos problemas de educação, de saúde e a fragilização da gestão de políticas públicas (Becker, 2005).

Diante desse cenário, o modelo tradicional de ocupação da Amazônia aumentou significativamente o desmatamento na Amazônia Legal. Embora a prática do desmatamento seja um fenômeno de origem complexa, que não pode ser vinculado a um único fator, é cediço que a exploração ilegal e predatória de madeiras, a mineração, os desastres naturais, a urbanização, a abertura de estradas, a instalação da pecuária e o desenvolvimento da agropecuária são fatores chave do desflorestamento (Alencar et al., 2004; Reydon, 2011; INPE, s.d.).

Aliás, a Amazônia Legal é uma área com inúmeros desafios complexos, dentre os quais se destacam a perda de espécies, os impactos da agricultura industrial, das estradas e das barragens, a mineração e a exploração madeireira, as áreas protegidas ineficazes, a alteração climática, a vulnerabilidade dos povos tradicionais, os conflitos agrários e socioambientais, dentre outros fatores. É nesse cenário que a questão do *Sargassum* está inserida (Martin et al., 2022).

Dentre as explicações para o desmatamento, o agronegócio e o uso de fertilizantes mostram-se as causas predominantes. No caso das fazendas de médio a grande porte, há o percentual de que elas respondem por aproximadamente 70% da taxa de desmatamento (Fearnside, 2005; Soares-Filho et al., 2008).

O modelo tradicional agrícola no Brasil é marcado pela monocultura de exportação, especialmente da soja e do milho, o que demanda o uso de tecnologias e uso de agroquímicos, na medida em que geralmente são utilizadas grandes áreas de produção. Nesse modelo, o aumento da produtividade está associado com plantas melhoradas geneticamente e com o uso de agrotóxicos e de fertilizantes. No que tange ao milho, ele também é utilizado para a alimentação bovina, relacionando-se também com a pecuária. Portanto, é possível dizer que o crescimento da agricultura brasileira relaciona-se com o aumento proporcional do uso de agroquímicos no país (Cerqueira, 2018; Gomes, Barizon, 2014).

Compreende-se que uso de fertilizantes e a prática do desmatamento mostram-se como questões indissociáveis no contexto da agricultura amazônida, o que revela um importante fator a ser considerado diante da questão do *Sargassum*, na medida em que ambas as práticas liberam fosfato e nitrato nos rios, que são nutrientes da macroalga. Embora sejam fatores de estímulo independentes da macroalga, no contexto brasileiro, há uma interralação entre ambos em razão do modo de produção agrícola, que relaciona o desmatamento com o uso de fertilizantes em grandes áreas.

Esse modelo tradicional ligava-se à política de desenvolvimento da região, como a especulação de terra ao longo das estradas, o aumento da pecuária bovina, a exploração de madeira e a agricultura de soja e de algodão (Alencar et al., 2004; Fearnside, 2003).

> Esse aumento das atividades econômicas em larga escala sobre os recursos da Amazônia legal brasileira tem aumentado drasticamente a taxa de desmatamento que, no período de 2002 e 2003, foi de 23.750 km2 , a segunda maior taxa já registrada nessa região, superada somente pela marca histórica de 29.059 km2 desmatados em 1995 (Ferreira et al., 2005, p. 157).

Além das práticas agrícolas e da abertura de estradas, o desmatamento foi estimulado por meio de fatores integradores, que constituem os ganhos associados ao uso da terra, como os preços agrícolas, o aumento do preço da terra, a variação no preço dos insumos; as políticas públicas e crédito; a acessibilidade, com a construção de rodovias e obras facilitadoras do acesso a áreas de fronteiras, dentre outros (Reydon, 2011).

O crescimento agrícola, na Amazônia, é um indutor do consumo de fertilizantes, seja esse consumo interno ou a nível internacional, especialmente dos químicos fósforo e nitrogênio (Brasil, 2021).

Essa tendência de crescimento da produção e do uso de fertilizantes para incrementá-la contribuiu para que o Brasil avançasse no campo do agronegócio e, por outro lado, retrocedesse no cumprimento das obrigações dispostas na Convenção de Biodiversidade (CDB). Nesse sentido, o modelo agrícola brasileiro, de caráter expansivo, com a prática do desmatamento e com o uso de fertilizantes e de agrotóxicos, causa prejuízos ao meio ambiente e aos seres humanos, tendo afetado inclusive as áreas protegidas, como as Reservas Legais (RL) e Áreas de Preservação Permanente (APP) [Brasil, 2021; De Araújo, Silva, 2020).

O processo de desmatamento inicia com a abertura oficial ou clandestina de estradas que viabilizem a ocupação irregular de terras e a exploração predatória de madeiras. O segundo passo é a conversão da exploração em agricultura familiar e pastagens para a criação de gado, algodão ou soja mecanizados, o que repercute em 80% das florestas desmatadas na Amazônia Legal, que cresceram nos últimos 10 anos, com aumento significativo entre os anos de 2001 a 2003 (Ferreira et al., 2005).

A agricultura intensiva, ligada especialmente à soja, amplia a conversão da cobertura vegetal nativa em áreas de floresta. No mais, o próprio Estado pode atuar como agente indutor, na medida em que promove a implantação de obras de infraestrutura em regiões sensíveis, sem o necessário planejamento estratégico da ocupação do território, o que contribui para o desmatamento (Alencar et al., 2004).

Nesse cenário, destaca-se que a produção dos fertilizantes relaciona-se à produção agrícola e à disponibilidade de matérias-primas. Assim, os fertilizantes fazem parte de um mercado aquecido internacionalmente, além de terem viabilizado a industrialização da agricultura nos países desenvolvidos e em desenvolvimento (Brasil, 2021).

No mercado internacional de fertilizantes, em 2018, foram demandadas 190 milhões de toneladas dos químicos nitrato e fósforo. Em 2019, esse mercado correspondeu a aproximadamente 155 bilhões de dólares, com estimativa de taxa de crescimento anual de 2,1% entre os anos de 2021 a 2026 (Brasil, 2021).

Importante destacar que os fertilizantes utilizados na plantação de soja, aliados ao desmatamento, são uma das causas de lançamento de sedimentos químicos no oceano, responsáveis pelo crescimento desmedido do *Sargassum* (Gros-Desormeaux, Priam, Tupiassu, 2021).

Dessa forma, vislumbra-se que o processo de ocupação do solo na Amazônia, marcado pelo conflito de terras e pelo desmatamento ilegal, pela conversão do uso do solo e pela agricultura dos fertilizantes, é um sistema que inevitavelmente se desdobrou, direta ou indiretamente, no fenômeno do *Sargassum* de 2011 ou, de modo menos incisivo, contribuiu para a poluição do solo e das águas por meio dos sedimentos químicos gerados nesse processo de desmatamento do solo.

A complexidade do desmatamento é acentuada pela combinação de fatores, como os ganhos da valorização da terra, da sua conversão de floresta em terra produtiva e da associação dos lucros da madeira e da pecuária geradas

posteriormente. Tratam-se de práticas que estimulam, porque relacionadas ao fator monetário, a prática ilegal (Fearnside, 2003; Reydon, 2011).

No ano de 2003, a área desmatada na Amazônia Legal brasileira correspondeu a aproximadamente 643 mil quilômetros quadrados, um percentual de 16% do total da área. Ainda, os estados que mais desmataram entre 2001 e 2003 foram o Pará, Rondônia, Mato Grosso e Maranhão, em um percentual conjunto de cerca de noventa por cento do desmatamento total do período (Ferreira et al., 2005).

A taxa anual de desmatamento na Amazônia declinou a partir de 2005, embora em 2007 e em 2008 ainda prevalecessem altos índices de desflorestamento. Isso ocorreu, em parte, pela ausência de informação sobre as propriedades rurais na região, o que dificultava a governança estadual (Azevedo et al., 2014).

Interessante destacar que o período de 2007 a 2008 foi crucial no que tange ao acúmulo de nutrientes para o florescimento massivo de *Sargassum* no ano de 2011. Esse retardamento na reprodução decorreu de fatores não relacionados à oferta de nutrientes, mas sim à temperatura da alga, de modo que as áreas desmatadas anteriormente somente surtiram efeitos reprodutivos na alga em 2011 (Wang et al., 2019).

Nos últimos 30 anos, a Amazônia perdeu cerca de 12% de sua cobertura vegetal, o que equivale ao território do Sul do Brasil. Embora haja tentativas de controle do desmatamento, todos os anos são destruídos entre 15 e 25 mil quilômetros quadrados de florestas naturais (Castelo, 2015).

Entre os anos de 2022 a 2023, 6 estados da Amazônia Legal tiveram redução na taxa de desmatamento, sendo eles Rondônia, Amazonas e Acre. Todavia, nos estados do Mato Grosso, Roraima e Maranhão houve um aumento nessa taxa de, respectivamente, 8%, 6,5%, e 5% (INPE, 2023).

A redução do desmatamento na Amazônia auxilia no controle dos sedimentos químicos lançados no oceano, os quais contribuem para o florescimento massivo do *Sargassum*. Além disso, outros efeitos nefastos do desmatamento incluem a perda da biodiversidade, a alteração do ciclo da água, a contribuição para o aquecimento global, bem como a queda na produtividade, decorrente da erosão, da compactação do solo e da exaustão de nutrientes (Fearnside, 2005).

Como política de controle do desmatamento, os Estados costumam fazer uso das áreas protegidas, pois é cediço que há uma variação na taxa de desmatamento dentro e fora dessas áreas. Assim, nos Estados de Rondônia e Mato Grosso, a

diferença do desmatamento dentro ou fora das áreas protegidas variou de aproximadamente 10 vezes. No Estado do Pará, a diferença foi de cerca de 20 vezes. Isso reforça a importância das áreas protegidas enquanto ferramentas para a redução do desmatamento (Ferreira et al., 2005).

Nesse sentido, as unidades de conservação (UC), sejam elas de proteção integral (UPI) ou de uso sustentável (US), são importantes componentes na estratégia do controle do desmatamento. Assim, por terem uma dominialidade bem definida, as áreas protegidas, no que se incluem as terras indígenas, desempenham relevante papel na contenção do desmatamento (Alencar et al., 2004).

> (...) o desmatamento (e a ocorrência de fogo) é menor dentro das áreas protegidas do que em seu entorno. Mas há uma variação grande entre as categorias de áreas protegidas. De maneira geral, em terras indígenas, observa-se o mesmo efeito de inibição que nas unidades de conservação de uso mais restrito, mas não existe ainda base científica para afirmar, nesse caso, que tipo de áreas protegidas restringe mais o avanço do desmatamento. (Alencar et al., 2004, p. 59).

Portanto, as áreas protegidas viabilizadas pela legislação brasileira assumem relevante papel na redução do desmatamento, na preservação da biodiversidade e na proteção dos direitos dos povos tradicionais. Todavia, essas áreas não são a única solução, pois consistem em um pequeno percentual da Amazônia, além do que é preciso considerar o uso dos agroquímicos no interior dessas áreas, bem como a prática do desmatamento ilegal nelas (Alencar et al., 2004; Cerqueira, 2018; De Araújo, Silva, 2020).

Apesar disso, uma das políticas mais promissoras de contenção do desmatamento tem sido a criação de blocos de áreas protegidas, que assumem papel de proteção da diversidade biológica. Dentre seus benefícios, citam-se a inibição da grilagem de terras e a diminuição da ocupação irregular do território (Soares-Filho et al., 2008).

Destaca-se que, diante dos acordos climáticos firmados pelo Brasil, envolvendo o Estado do Pará, para a captação de recursos de agências e de fundos internacionais, há uma crescente pressão para a diminuição do desmatamento no Estado (Pantoja Ramos et al., 2023).

No entanto, a realidade ainda se mostra distante das promessas de controle do desmatamento ilegal nos imóveis rurais, de forma que é difícil prever a adequação desses imóveis à legislação ambiental (Pantoja Ramos et al., 2023).

> (...) o desmatamento na Amazônia deve continuar nas próximas décadas caso o padrão de ocupação da região siga o modelo adotado nos últimos 30 anos. Em grande parte, assim como no passado, a força motriz do desmatamento é alimentada pela expansão da rede de estradas pavimentadas e das fronteiras de agricultura e pecuária, estas últimas impulsionadas pelo recente aumento da demanda internacional por produtos agrícolas. No entanto, as iniciativas de conservação através do crescimento da reação social contra o desmatamento, do aumento do controle e fiscalização e da expansão da rede de áreas protegidas estão aumentando (Soares-Filho, 2008, p. 17).

Portanto, o controle do desmatamento ilegal demanda uma estratégia integrada com participação de várias esferas de governo ao longo dos corredores econômicos da Amazônia (Alencar et al., 2004).

Inclusive no que tange às áreas protegidas no controle do desmatamento, a consolidação desses institutos é um desafio especialmente para os que se localizam em áreas de conflito de terra e extração ilegal de madeira, aquecido pelo mercado agrícola (Soares-Filho et al., 2008).

Por todo exposto, embora a estrutura fundiária da Amazônia represente uma fragilidade para a implementação de políticas públicas, a exemplo da falta de confiabilidade, dos riscos de fraude, das sobreposições de registros e dos acirramentos dos conflitos pela terra, a legislação ambiental do uso do solo fornece mecanismos de atuação governamental a fim de mitigar os efeitos do desmatamento, como é o caso das áreas protegidas e das limitações ambientais constantes no código florestal (CFLOR), fatores que ainda carecem de efetividade no que concerne à aplicabilidade das normas de comando e de controle (Cruz, Gros-Desormeaux, Tupiassu, 2017; Benatti, 2005).

Portanto, a adequação das medidas de comando e controle à prática ambiental mostram-se essenciais para o controle do desmatamento ilegal e, consequentemente, para o lançamento de substâncias químicas no oceano, que servem de alimento ao *Sargassum*.

## 1.2 AS MEDIDAS DE COMANDO E DE CONTROLE EM FACE DO DESMATAMENTO

O Brasil possui uma ampla legislação protetiva do meio ambiente, que estipula restrições ao uso das áreas protegidas, a exemplo das áreas de preservação permanente (APPs), reservas legais (RLs) e unidades de conservação (UCs). Todavia, as taxas de área desmatada mostram-se oscilantes no decorrer dos anos, o que aponta para uma análise de possível falha da fiscalização dos órgãos ambientais, da redução do quadro de pessoal, da diminuição das atividades fiscalizatórias, do *déficit* de recursos financeiros, além da anistia ambiental por meio das alterações ao CFLOR (Rajão et al., 2021).

É importante destacar que a Política Nacional do Meio Ambiente (PNMA), instituída pela lei nº 6.398 de 1981, estabelece como seu objetivo a recuperação ou a indenização pelos danos causados ao meio ambiente[28]. Ademais, elenca as penalidades disciplinares ou compensatórias ao descumprimento da preservação ambiental como instrumento da política ambiental[29].

Antes da Constituição de 1988, foi a PNMA a responsável por classificar a vegetação nativa enquanto um bem jurídico ambiental, de maneira a estabelecer princípios, objetivos e instrumentos para o desenvolvimento sustentável. Assim, a flora passou a ser tratada enquanto bem jurídico, direitos de terceira geração e de interesses difusos (Castelo, 2015).

O *Sargassum*, enquanto elemento natural, merece proteção. Na realidade, o controle da proliferação da alga, por meio dos mecanismos de controle de desmatamento, auxilia na sua proteção, na medida em que evitam os encalhes massivos e, consequentemente, a morte e decomposição da própria alga e das demais espécies presentes ao seu entorno.

No Brasil os instrumentos de gestão ambiental, como é o caso da PNMA, consistem em medidas de comando e controle, isto é, na estipulação de regras e de padrões a serem seguidos pelos indivíduos, sob pena do estabelecimento de sanções aos descumpridores (Neumann, Loch, 2002).

---

[28] Art. 4º A Política Nacional do Meio Ambiente visará: (...) (...)VII - à imposição, ao poluidor e ao predador, da obrigação de recuperar e/ou indenizar os danos causados e, ao usuário, da contribuição pela utilização de recursos ambientais com fins econômicos (Brasil, 1981).

[29] Art. 9º São instrumentos da Política Nacional do Meio Ambiente: (...) IX - as penalidades disciplinares ou compensatórias ao não cumprimento das medidas necessárias à preservação ou correção da degradação ambiental (Brasil, 1981).

No que tange a esses instrumentos, é cediço que os seus órgãos operadores necessitam de grande quantidade de recursos humanos qualificados, além de instituições públicas sólidas e organizadas, o que são aparatos escassos no Brasil (Schmitt, 2016; Rajão et al., 2021).

Diante disso, embora o Brasil possua leis que definam as sanções administrativas de cunho ambiental, a exemplo da lei de nº 9.605 de 1998, conhecida como Lei de Crimes Ambientais, o quadro normativo não reduziu o desmatamento pelas seguintes razões: ausência de capacidade técnica dos órgãos, baixo valor das sanções e rito de responsabilização moroso (Rajão et al., 2021).

Desse modo, ao passo em que existe uma legislação protetiva da ocupação do solo e da biodiversidade, capaz de reduzir a taxa de desmatamento e auxiliar no controle de sedimentos químicos alimentadores do *Sargassum* lançados no oceano, como é o caso do CFLOR, da PNMA e do sistema nacional de unidades de conservação (SNUC), subsiste uma falha fiscalizatória que contribui para a oscilação da taxa das áreas desmatadas (Rajão et al., 2021).

Nesse sentido, é preciso considerar também as alterações interessantes para a bancada do agronegócio no CFLOR, que causaram um aumento de desmatamento entre os anos de 2012 e de 2020. Trata-se da anistia de 58% do desmatamento ilegal realizado até 22 de julho de 2008, conforme disposto no novo CFLOR. Esse novo regramento suspendeu os autos de infração dos desmatamentos até a referida data, de maneira que eles poderiam ter sido cancelados na hipótese de os proprietários conseguirem a regularização fundiária (Rajão et al., 2021).

> Foram suspensos grande parte dos autos de infração de danos contra a flora anteriores a 2008, totalizando 28 mil autos no valor de R$ 4,8 bilhões. Com essa medida, houve um aumento substancial da sensação de impunidade e um consequente incentivo ao desmatamento ilegal (Rajão et al., 2021, p. 4).

É interessante observar que dentro do período da anistia ambiental houve o aparecimento dos encalhes de *Sargassum* no Brasil, notadamente no Pará e em Pernambuco, respectivamente nos anos de 2014 e de 2015 (Martinelli-Filho, 2015; Sissini et al., 2017).

Nesse contexto, anistia ambiental compromete a eficácia das leis protetoras das florestas, de modo a estimular as práticas de desmatamento na Amazônia. Isso ocorre porque a anistia acabou com a obrigação de os proprietários recuperarem as áreas degradadas até 2008 (Castelo, 2015).

Ainda no que tange ao CFLOR, as modificações instituídas no novo código disseram respeito à redução do percentual das APPs, se comparado com os percentuais do código anterior. Ademais, o CFLOR autoriza a continuidade das atividades consolidadas agrossilvipastoris, de ecoturismo e de turismo rurais nas APPs até 22 de julho de 2008, o que configurou também a anistia ambiental em APPs (Castelo, 2015).

Além das questões relativas às alterações legislativas que contribuem para o desmatamento na região, vislumbra-se uma dificuldade no processo de julgamento das ilegalidades ambientais. Assim, há a necessidade de um processo de julgamento célere e técnico, uma vez que a ausência de responsabilização contribui para o descumprimento das regras ambientais de ocupação do solo e para a persistência de áreas desmatadas (Rajão et al., 2021).

Esse cenário de baixa efetividade[30] decorre da insuficiência de pessoal para o julgamento dos processos, da insuficiência dos meios de cobrança e da ausência de medidas complementares de cobrança. Assim, essas circunstâncias contribuem para o desmatamento na medida em que há a baixa ou a perda de credibilidade do órgão aplicador das sanções, o que motiva a prática ilegal (Schmitt, 2016).

Por assim ser, a baixa eficácia[32] da fiscalização ambiental no controle do desmatamento ilegal na Amazônia decorre das limitações de detecção rápida da cobertura vegetal, da baixa capacidade de autuação da fiscalização ambiental, da reduzida força de trabalho fiscalizatório para atender às demandas (Rajão et al., 2021; Schmitt, 2016).

> (...) a efetividade da fiscalização ambiental depende do pleno funcionamento das diversas etapas que a compõe. Assim, é necessário ser capaz de identificar as infrações ambientais, autuar essas infrações para iniciar a pretensão punitiva, instruir com qualidade o processo, julgar com celeridade e fazer com que todas as sanções sejam cumpridas, inclusive fazer com que o dano ambiental seja reparado, para que a sociedade não tenha a percepção de impunidade. Outro aspecto que pode passar desapercebido é a gestão do processo, pois não adianta dispor de todos os insumos ou meios para o trabalho se não houver planejamento, estabelecimento de estratégias e execução eficiente. (Schmitt, 2016, p.175).

---

[30] Entende-se efetividade como um potencial jurídico a ser aplicado nas relações materiais, isto é, a potencialidade de a norma jurídica ser observada ou aplicada nos casos concretos, independentemente de regulamentação(Dantas, 2023).

[32] Entende-se eficácia como a possibilidade de a norma produzir todos os seus efeitos, isto é, a capacidade de a norma produzir todos os seus efeitos na realidade material, aspecto que se relaciona à sua regulamentação (Reichardt; Santos, 2019).

É preciso considerar também que a ausência de mudanças efetivas para a proteção ambiental advém do reduzido número de recursos humanos aptos a atuar nas comunidades rurais, além da falta do Cadastro Ambiental Rural (CAR) pelos produtores brasileiros, o que os deixa na ilegalidade, além de dificultar o monitoramento das áreas ambientais (Catelo, 2015).

Por outro lado, vislumbra-se também um problema de gestão e de conhecimento insuficiente das modalidades produtivas existentes, de forma que há uma inadequação dos mecanismos propostos aos agricultores. Exemplificativamente, alguns agricultores têm usado o desmatamento e as queimadas como técnicas de produção, como é a prática de coivara realizada pelos quilombolas, de forma que a sua proibição pela legislação vigente geraria duas medidas: ou o desmatamento ilegal ou o prejuízo na produção (Neumann, Loch, 2002).

Nesse sentido, é comum que as restrições à prática agrícola tenham gerado o desmatamento de forma clandestina, o que reflete na degradação ambiental do ecossistema (Miguel, Zanoni, 1998).

Diante desse contexto, entende-se que as políticas de comando e controle seriam mais eficazes se o governo tivesse a capacidade de estabelecer regras, além de uma boa estrutura de policiamento e de punição para com os descumpridores das normas (Neumann, Loch, 2002; Rajão, 2021).

Uma alternativa, ou um complemento, aos instrumentos de comando e controle é a política de incentivos econômicos, cujos objetivos consistem na atenuação da falta de flexibilidade dessas medidas, bem como no suprimento da sua dificuldade de implantação e de fiscalização (Neumann, Loch, 2002).

Por assim ser, em paralelo aos instrumentos de comando e controle, poderiam ser estabelecidas medidas de persuasão a fim de estimular as pessoas a protegerem o meio ambiente, o que poderia ser feito mediante a educação e a difusão de informações, além de instrumentos econômicos, como o pagamento de serviços ambientais e a desoneração tributária para atividades em conformidade ambiental (Schmitt, 2016).

## 1.3 O CAR COMO INSTRUMENTO DE COMANDO E CONTROLE E AS POSSÍVEIS FALHAS DE MONITORAMENTO

Com o intuito de dar uma resposta às falhas de monitoramento, o CFLOR criou o Cadastro Ambiental Rural (CAR) no âmbito do Sistema Nacional de Informação do Meio Ambiente (SINIMA) [Laudares et al., 2014].

Inicialmente, havia o sistema denominado Sistema de Licenciamento em Propriedades Rurais (SLAPR), desenvolvido no Mato Grosso do Sul. O SLAPR utilizou tecnologia do sensoriamento remoto e de informações geográficas no licenciamento das propriedades, de forma que se buscava articular o licenciamento, a fiscalização e o monitoramento. Portanto, o CAR não é inédito no Brasil, tendo sido apenas colocado em âmbito nacional pelo novo CFLOR (Azevedo, 2009; Azevedo et al., 2014).

O início do uso do termo CAR foi realizado pelo estado do Pará, por meio do decreto estadual de nº 1.148 de 2008, que instituiu o CAR no Estado como um instrumento da Política Estadual de Florestas e do Meio Ambiente[33] (Savian et al., 2014).

Assim, a discussão sobre a implantação do CAR iniciou no Pará, ao final de 2006, durante o processo de descentralização da gestão florestal. Esse processo transferiu as responsabilidades ambientais do âmbito federal para os Estados, em uma verdadeira descentralização da gestão florestal (Azevedo et al., 2014; Tupiassu, Gros-Desormeaux, Cruz, 2017).

No âmbito nacional, os imóveis rurais somente passaram a ter a obrigação de cadastro a partir do novo CFLOR. Ademais, a plataforma nacional para a realização do cadastro somente entrou em funcionamento em setembro de 2013, fruto de fortes pressões da opinião pública a fim de que o governo garantisse a preservação da cobertura vegetal da Amazônia. Assim, o CFLOR foi o responsável por dar visibilidade nacional ao CAR, além de estabelecer os contornos de um instrumento de fomento e de monitoramento da atividade florestal (Tupiassu, Gros-Desormeaux, Cruz, 2017; De Oliveira et al., 2018; Pantoja Ramos et al., 2023).

O CAR, enquanto instrumento de regularização ambiental, adveio de metodologias de sensoriamento remoto utilizadas para identificar e monitorar medidas

---

[33] Art. 1º O Cadastro Ambiental Rural - CAR-PA como um dos instrumentos da Política Estadual de Florestas e do Meio Ambiente, obriga o cadastro de todo imóvel rural localizado no Estado do Pará, mesmo aquele que não exerça qualquer atividade rural economicamente produtiva. Parágrafo único. O imóvel rural que não estiver inscrito no CAR-PA, será considerado irregular ambientalmente, estando sujeito às sanções administrativas, penais e civis (Pará, 2008).

de combate aos desmatamentos na Amazônia Legal. Assim, subsiste a possibilidade de identificar a localização dos desmatamentos e relacioná-los com os agentes responsáveis (Savian et al., 2014).

A criação do CAR traz, inicialmente, várias vantagens do ponto de vista do controle ambiental. Isso porque ele contribui para a consolidação de uma base de dados voltada para o planejamento e para o monitoramento de políticas ambientais que visam combater o desmatamento (Tupiassu, Gros-Desormeaux, Cruz, 2017).

Diante disso, o CAR tem sido utilizado em programas de controle do desmatamento, como é o caso do projeto Amazônia Protege, uma iniciativa do Ministério Público Federal (MPF), que visa combater o desmatamento ilegal na floresta amazônica brasileira a partir do uso de imagens satélites e do cruzamento de dados públicos, os quais viabilizam a propositura de ações civis públicas, além de evitar com que empresas compradoras de alimentos da Amazônia não adquiram aqueles provenientes de áreas desmatadas ilegalmente (Amazônia protege, s.d.).

Além disso, cadastro do imóvel é a primeira etapa para o Programa de Regularização Ambiental (PRA)[34], consistente no conjunto de atividades desenvolvidas no imóvel para atender ao disposto na legislação ambiental a fim de garantir a manutenção de APPs, RLs e áreas de uso restrito (De Oliveira et al., 2018).

Nesse sentido, o CAR é concebido como uma norma de comando e de controle, na medida em que os proprietários são obrigados a registrarem seus imóveis rurais. É cediço, portanto, que os instrumentos de política ambiental podem ocorrer por meio dessa espécie normativa, criadas diretamente para solucionar questões ambientais (Tupiassu, Gros-Desormeaux, Cruz, 2017).

No mais, o CAR serve para adequar os imóveis rurais ao novo CFLOR Trata-se de um registro público eletrônico de caráter nacional e obrigatório para todos os

[34] Art. 59. A União, os Estados e o Distrito Federal deverão implantar Programas de Regularização Ambiental (PRAs) de posses e propriedades rurais, com o objetivo de adequá-las aos termos deste Capítulo. § 1º Na regulamentação dos PRAs, a União estabelecerá normas de caráter geral, e os Estados e o Distrito Federal ficarão incumbidos do seu detalhamento por meio da edição de normas de caráter específico, em razão de suas peculiaridades territoriais, climáticas, históricas, culturais, econômicas e sociais, conforme preceitua o art. 24 da Constituição Federal.§ 2º A inscrição do imóvel rural no CAR é condição obrigatória para a adesão ao PRA, que será requerida pelo proprietário ou possuidor do imóvel rural no prazo de 1 (um) ano, contado da notificação pelo órgão competente, que realizará previamente a validação do cadastro e a identificação de passivos ambientais, observado o disposto no § 4º do art. 29 desta Lei. (Brasil, 2012).

imóveis rurais a fim de integrar as informações das propriedades e das posses rurais[35] (De Oliveira et al., 2018).

> (...) o CAR estabelecido pelo novo Código busca alcançar três objetivos básicos: (1) prover informações sobre a conformidade do imóvel rural com as regras de uso de solo previstas no Código; (2) monitorar, via imagens de satélite, a dinâmica da cobertura florestal desses estabelecimentos; e (3) responsabilizar proprietários por eventuais ilícitos ambientais cometidos (Azevedo et al., 2014, p. 2).

Portanto, o CAR revela um registro público eletrônico de imóveis rurais com o intuito de identificar a situação ambiental da área. Dessa forma, é possível extrair informações atinentes às APPs, às RLs, aos remanescentes de vegetação nativa, às áreas de uso restrito e consolidadas (Tupiassu, Gros-Desormeaux, Cruz, 2017).

É importante mencionar que o CAR não serve de instrumento comprobatório de propriedade[36], uma vez que o objetivo da norma é o acompanhamento da tutela das áreas protegidas, de modo a viabilizar o planejamento, a fiscalização e o controle das áreas (Machado e Saleme, 2017).

As informações do CAR são integradas por meio do Sistema de Cadastro Ambiental Rural (SICAR), que é uma plataforma que possibilita o cadastro, a consulta e o acompanhamento da situação de regularização ambiental. Desse modo, serve de auxílio de combate ao desmatamento, pois constrói uma base de dados de controle das propriedades e das posses (De Oliveira et al., 2018; Savian et al., 2014).

Apesar de não ter sido pensado como um instrumento fundiário, uma vez que não é considerado título de propriedade, o CAR possui alguns equívocos próprios da política fundiária brasileira, notadamente da política intentada na Amazônia. Assim, o cadastro é utilizado indevidamente como instrumento de regularização fundiária (Tupiassu, Gros-Desormeaux, Cruz, 2017).

A maior parte do desmatamento, no Pará e no Mato Grosso, ocorre em imóveis que não estão inseridos no CAR, apesar de haver uma tendência de aumento na

---

[35] Art. 29. É criado o Cadastro Ambiental Rural - CAR, no âmbito do Sistema Nacional de Informação sobre Meio Ambiente - SINIMA, registro público eletrônico de âmbito nacional, obrigatório para todos os imóveis rurais, com a finalidade de integrar as informações ambientais das propriedades e posses rurais, compondo base de dados para controle, monitoramento, planejamento ambiental e econômico e combate ao desmatamento. (...) § 3º A inscrição no CAR é obrigatória e por prazo indeterminado para todas as propriedades e posses rurais (...) [Brasil, 2012].

[36] Art. 29. (...) § 2º O cadastramento não será considerado título para fins de reconhecimento do direito de propriedade ou posse, tampouco elimina a necessidade de cumprimento do disposto no art. 2º da Lei nº 10.267, de 28 de agosto de 2001. (...) [Brasil, 2012].

participação relativa de desmatamentos em imóveis inscritos no CAR (Azevedo et al., 2014).

> O CAR, isoladamente, não tem sido eficaz para controlar os desmatamentos durante os anos da análise em todas as classes fundiárias. Ele gerou redução mais significativa em propriedades com até 4 módulos rurais nos primeiros anos de sua implantação em ambos os estados. Para propriedades entre 4 e 15 módulos o CAR teve um efeito positivo na redução no estado do Pará. Para propriedades maiores que 15 módulos essa diferença não é clara, sendo que o efeito positivo nas pequenas propriedades foi reduzido no último ano da análise nos dois Estados (Azevedo et al., 2014, p. 1).

Portanto, observa-se que as pequenas propriedades, nos estados do Pará (2008 a 2011) e do Mato Grosso (2009 e 2010), reduziram o desflorestamento ao ingressarem no CAR. Além disso, a redução do desmatamento também constou nas propriedades entre 4 e 15 módulos fiscais no Pará (Azevedo et al., 2014).

Todavia, as propriedades maiores do que 15 módulos fiscais apresentaram aumento do desmatamento após entrarem no CAR, de forma a concluir que o CAR aparenta perder, com o tempo, a sua capacidade de evitar o desmatamento dentro das pequenas propriedades. No âmbito do CAR, o desflorestamento ilegal, acima de 300 hectares, demonstra que os produtores acreditam na incapacidade dos órgãos ambientais punirem os ilícitos ambientais (Azevedo et al., 2014).

> O desmatamento que ocorreu nas propriedades com CAR pode ser, em parte, explicado pelo crescimento do “desmatamento puxadinho”. Trata-se de um aumento gradual da área produtiva da propriedade através de pequenas conversões da floresta. (...) os produtores perceberam que o IBAMA e as SEMAs ignoram os pequenos desmatamentos, sentindo-se, assim, seguros para desmatar, mesmo após a realização do Cadastro (Azevedo et al.., 2014, p. 10).

Ao contrário das promessas de controle do desmatamento estipuladas pelo novo CFLOR, a prática do CAR demonstra uma progressão no número dos registros administrativos e, paralelamente, o aumento dos índices de desmatamento nas regiões brasileiras, do que é exemplo a Amazônia Legal (Pantoja Ramos et al., 2023).

No Estado do Pará, no período de 2008 a 2022, houve o registro de desmatamento de 49.561,45 quilômetros quadrados, o que corresponde a 41,1% do total de cobertura florestal removida da Amazônia Legal (Pantoja Ramos et al., 2023).

No que tange à redução de eficácia do CAR, ela pode ser atribuída à falha no monitoramento e na fraca responsabilização dos proprietários, o que demonstra o dilema do gestor de atribuir maior severidade nas autuações ou estimular a adesão ao programa (Azevedo et al., 2014).

Desde a adoção do CAR no Estado do Pará, houve um dualismo entre a maior severidade no monitoramento e o estímulo às adesões. Todavia, indicam que foram priorizadas as adesões em detrimento do rigor de controle no Estado (Tupiassu, Gros-Desormeaux e Cruz, 2017).

Ao analisar os registros no CAR na região do Marajó, no Pará, Pantoja Ramos et al. (2023) atestam que há inconsistências no processo de alimentação dos dados, o reduzido número de profissionais envolvidos, a morosidade do processo de decisão e de verificação das informações fornecidas pelos cadastrantes, o que prejudica o acesso à informação pela sociedade.

> (...) é agravada pela falta de estrutura dos órgãos ambientais e fundiários. De fato, os órgãos ambientais não têm competência e nem capacidade para realizar esta verificação, por outro lado as estruturas dos órgãos fundiários apresentam-se extremamente deficitárias e dificilmente terão condições de oferecer respostas com a agilidade e presteza que o sistema demanda. De toda sorte, é urgente o investimento na melhoria dos órgãos fundiários, sem os quais o problema permanecerá insolúvel [Moreira, 2017, (s.n.)].

Embora seja requisito prévio à inscrição no CAR a comprovação da propriedade ou da posse, na prática há uma flexibilização e uma indefinição de documentos probatórios. Exemplificativamente, os documentos aceitos pelo CAR devem comprovar a posse válida em terra particular, uma vez que inexiste juridicamente a posse em terra pública (Moreira, 2017).

Ademais, a documentação deve ser original e límpida, isto é, livre de nulidades. No entanto, o SICAR não possui um dispositivo de segurança que garanta a veracidade dos títulos (Moreira, 2017).

Além disso, há problemas relacionados às sobreposições de registros, os quais são mantidos em nome de terceiros para dificultar o monitoramento ambiental, uma vez que as áreas intencionalmente não registradas podem indicar a exploração ilegal das florestas (Tupiassu, Gros-Desormeaux, Cruz, 2017).

Por assim ser, a duplicidade dos registros prejudica a finalidade do sistema, pois ao invés de auxiliar no controle dos responsáveis pelo passivo ambiental, acaba por permitir a irresponsabilidade ambiental. Isso porque viabiliza que não se identifique quem seria o agente causador da infração (Tupiassu, Gros-Desormeaux, Cruz, 2017).

Essas incongruências ocasionam o acirramento de tensões entre os grupos sociais na região, pois há uma presunção de propriedade ou de posse falaciosa (Moreira, 2017).

Dessa forma, uma alternativa necessária é a ligação entre o papel do CAR e a adequação ao CFLOR. Ademais, o CAR, enquanto instrumento de comando e controle, deve estar associado a outras políticas e incentivos. Isso porque ele é um instrumento que deve estimular e premiar os bons proprietários, que cumpram sua função social, além de responsabilizar o mau produtor pelas infrações (Azevedo et al., 2014).

Portanto, o CAR será mais efetivo na proporção em que ele estiver associado às políticas públicas e aos mercados estimuladores de cadeias produtivas livres de desmatamento, bem como cumpridoras do CFLOR (Azevedo et al., 2014).

Ademais, destaca-se a necessidade de um esforço para integrar as informações fundiárias e geoespaciais de diferentes bases de dados, como o Instituto Nacional de Colonização da Reforma Agrária (INCRA), o Instituto de Terras do Pará (ITERPA), o Serviço de Patrimônio da União (SPU) e o Serviço Florestal Brasileiro (SFB) [Pantoja Ramos et al., 2023].

Essa integração auxiliaria a saída da invisibilidade de terras públicas e de territórios de uso coletivo. Ainda, poderia gerar mecanismos que impedissem o registro de novos cadastros sobrepostos a territórios coletivos (Pantoja Ramos et al., 2023).

No entanto, as dificuldades de implementação do CAR não o desqualificam como instrumento de controle e de monitoramento ambiental. Elas representam um alerta de que a mera quantidade de registros pode desvirtuar seu objetivo e ações de grileiros, notadamente pela possibilidade de acesso ao crédito e às licenças ambientais (Tupiassu, Gros-Desormeaux, Cruz, 2017).

## 1.4 CONCLUSÃO DA SEÇÃO

O objetivo desta seção foi apresentar o desmatamento como uma prática enraizada na ocupação do solo da Amazônia e na sua política agrícola, de possível influência na reprodução massiva do *Sargassum*. Embora seja uma prática com origens complexas, ele esteve presente desde a abertura das primeiras estradas na década de 1970.

Observou-se que a prática do desmatamento na Amazônia relaciona-se com o modelo agrícola adotado na região, que é afetado pelo uso de fertilizantes e de agrotóxicos, de maneira a viabilizar a existência de um mercado nacional e internacional desses químicos, dos quais o Brasil mostra-se um dos principais países consumidores.

Nesse campo, é inegável a violação ao meio ambiente ecologicamente equilibrado e aos direitos humanos, considerando a interligação existente entre o meio ambiente e a vida. Assim, a busca por uma vida digna pressupõe um meio ambiente equilibrado e sadio, que não se coaduna com as práticas de desmatamento ilegal nem com o uso desregulado de químicos (CorteIDH, 2017; Leuzinger, Da Silva, 2022; Moreira, 2017; Tupiassu, 2009).

No caso do *Sargassum*, as práticas de desmatamento nas proximidades dos rios e de uso de fertilizantes e de agrotóxicos assumem especial relevância, na medida em que contribuem direta ou indiretamente para o lançamento de sedimentos nutridores da macroalga. Uma alternativa viável para a contenção reprodutiva seria o controle das práticas antrópicas poluidoras do meio ambiente na terra.

Frise-se que o desmatamento e o uso dos fertilizantes e agrotóxicos são fontes distintas dos nutrientes lançados nos rios, mas que se interligam em função do modelo de agricultura adotado na Amazônia.

O desmatamento, por si só, é responsável por lançar matéria orgânica nos rios, aumentando o fluxo de nutrientes. Isso ocorre porque essa prática altera o equilíbrio hidroquímico dos oceanos e a química do solo, a exemplo da ocorrência da lixiviação e da erosão, que acrescentam maior quantidade de nitrogênio nas terras desmatadas. Portanto, esse nitrogênio alcança os rios quando o equilíbrio entre o solo e as plantas é quebrado pelo desmatamento, lançando os nutrientes armazenados no solo mediante as chuvas, por exemplo (Louime et al., 2017; Djakouré, 2017; Wang, 2019; Lapointe et al., 2021; Aquino et al., 2022; Broman, 2019; Noriega, 2017; Sissini et al., 2017).

Somado ao desmatamento, que já é responsável pela alteração química do solo e dos rios em razão da matéria orgânica gerada pela prática, a agricultura na Amazônia possui uma taxa elevada de uso de fertilizantes, que alteram os ciclos de nitrogênio e de fósforo (Lapointe et al., 2021; Aquino et al., 2022; Leuzinger, Da Silva, 2022; Noriega, 2017).

Em suma, é possível vislumbrar pelo menos duas possíveis contribuições da Amazônia no que tange à alimentação do *Sargassum*: a prática do desmatamento enraizada na região e o uso de fertilizantes e agrotóxicos que acompanham o avançar da agricultura brasileira.

Embora a legislação pátria, a exemplo da Constituição de 1988, do CFLOR e do PNMA, mostre-se protetiva para a conservação da biodiversidade e aponte para o cumprimento da função social da propriedade, visualiza-se uma falha no controle e no monitoramento do desmatamento na Amazônia.

Nesse sentido, apesar de a legislação ter uma potencialidade de preservação ambiental, as normas de comando e de controle, que são utilizadas no campo da responsabilização, encontram algumas lacunas e falhas de aplicabilidade, a exemplo da carência de recursos humanos, da falha fiscalizatória, da morosidade de processamento das sanções e da aplicação das multas, bem como do desconhecimento da legislação por parte dos produtores, o que demonstra a falta de investimento na difusão, na conscientização e no ensinamento do direito ambiental, em total descompasso com o ideal constitucional do meio ambiente ecologicamente equilibrado no que tange à promoção da educação ambiental pelo poder público.

No mesmo sentido, a criação do CAR enquanto instrumento de comando e de controle para a observância da legislação ambiental, por si só, não reduz por completo as práticas do desmatamento ilegal na região nem controla o uso dos agroquímicos. Aliás, seria ilusório esperar que uma prática enraizada na história da Amazônia fosse completamente extinta a partir da edição das leis protetoras do meio ambiente.

Na realidade, embora o CAR também contribua para a realização de projetos de controle do desmatamento, como é o caso do Amazônia Protege, ainda subsistem algumas falhas de monitoramento associadas à política de comando e controle, a exemplo da fragilidade de documentação registrada, da duplicidade dos registros, das falhas de fiscalização, dentre outros fatores atinentes ao controle do desmatamento.

Por assim ser, compreende-se que as áreas protegidas, associadas ao sistema de monitoramento do CAR, têm sua contribuição para a redução do desmatamento na Amazônia, o que reflete sua importância para o caso *Sargassum* no que tange ao controle dos sedimentos químicos lançados no oceano, conforme será melhor abordado no capítulo seguinte. No entanto, para o controle dos agroquímicos, seriam necessárias as implementações de medidas de avaliação de risco ambiental, além do

estímulo à pesquisa nessa área, de modo a encontrar alternativas aplicáveis à produção agrícola brasileira.

Diante disso, entende-se que a possível alternativa para o caso *Sargassum*, no que tange ao controle do desmatamento na Amazônia, seria o aprimoramento das políticas de comando e controle, aliadas às políticas de incentivos econômicos para que produtores cumpram com o percentual verde estipulado no CFLOR, bem como, a longo prazo, a implementação de medidas de controle de risco no uso de agroquímicos e o incentivo à pesquisa científica nesse campo, notadamente em busca de alternativas sustentáveis e aplicáveis na realidade amazônica.

## 2. AS ÁREAS PROTEGIDAS E O CONTROLE DO DESMATAMENTO NA AMAZÔNIA

A presente seção objetiva analisar a contribuição das áreas protegidas para o controle do desmatamento na Amazônia, considerando que o lançamento dos sedimentos químicos dos rios aos oceanos, a partir do desmatamento e do uso de fertilizantes e de agrotóxicos, são possíveis nutridores do *Sargassum* (Wang et al., 2019; Djakouré, 2017; Broman, 2019; Louime et al., 2017; Aquino et al., 2022).

Para tanto, a partir do direito constitucional ao meio ambiente equilibrado, serão analisadas as áreas protegidas sob a perspectiva do sistema nacional de unidades de conservação (SNUC), instituído pela lei de nº 9.985 de 2000, e sua importância para o controle do desmatamento.

Posteriormente, serão analisadas as Áreas de Preservação Permanente (APPs) e de Reserva Legal (RL), constantes no CFLOR, como instrumentos de busca à concretização da proteção da biodiversidade.

### 2.1 O SISTEMA DE UNIDADES DE CONSERVAÇÃO E A IMPORTÂNCIA DAS ÁREAS PROTEGIDAS NO CONTROLE DO DESMATAMENTO

As Unidades de Conservação (UCs), juntamente com as terras indígenas e quilombolas, são denominadas áreas protegidas, que consistem em um espaço geográfico definido em que o manejo e a gestão objetivam atingir a conservação da natureza, dos serviços ecossistêmicos e valores culturais associados (Nunes, 2016).

Assim, os espaços territoriais especialmente protegidos não são sinônimos das UCs, uma vez que estas são espécies desses espaços. Portanto, para um espaço ser convertido em UC, ele deve ser declarado dessa maneira, de forma a possuir um regime mais restritivo e específico (Benatti, 2009).

Além dessas áreas, menciona-se que há biomas elevados à categoria de patrimônio nacional em decorrência de sua fragilidade e importância. Tratam-se da Mata Atlântica, do Pantanal Matogrossense, da Floresta Amazônica, da Serra do Mar e da Zona Costeira. Nesses casos, a lei determina as suas condições de uso a fim de preservar os recursos naturais dessas áreas, bem como proteger as características dos biomas (Da Silva, 2006).

A criação das áreas protegidas, nelas consideradas as UCs e, para alguns autores, também as RLs e as APPs, é um dever explícito, especial e constitucional conferido ao poder público (Da Silva, 2006).

Na Amazônia brasileira, as áreas protegidas assumem um papel relevante de conservação da biodiversidade e de preservação da floresta, o que aponta essa política como um forte instrumento de combate ao desmatamento na região, bem como para o controle da emissão de carbono, notadamente em consideração ao fato de que essas áreas ocupam aproximadamente 50% das florestas na Amazônia. Trata-se de uma das formas mais eficientes de conservação da biodiversidade e de combate às práticas de desmatamento (Leuzinger, da Silva, 2017; Soares-Filho et al., 2008).

Considerando que as áreas protegidas são instrumentos eficazes no controle do desmatamento, elas assumem um papel especial no contexto do *Sargassum*, pois a preservação da biodiversidade e do meio ambiente são redutores dos nutrientes lançados aos rios e levados, os quais podem ter contribuído para a proliferação e para os encalhes massivos da macroalga.

No entanto, persiste o desafio no que tange à presença de agroquímicos nessas áreas, uma vez que embora elas sirvam ao controle do desmatamento, não há óbices para que o uso dos químicos nas áreas adjacentes alcance as áreas protegidas. Considerando que uma parte delas não possui zona de amortecimento[50], algumas inclusive por dispensa legal[51], há o risco de contaminação pelo uso dos agroquímicos na agropecuária, que seriam carreados às áreas protegidas (Cerqueira, 2018).

> A intensificação da conversão de terras florestais para a atividade agropecuária nas últimas quatro décadas trouxe danos ambientais como erosão, degradação do solo e desmatamento. A quantidade e a variedade de produtos aplicados na agricultura e na pecuária aumentaram significativamente, tornando necessária a implementação do monitoramento de resíduos no ambiente, principalmente das águas superficiais (Cerqueira, 2018, p. 19).

Nos termos da Convenção de Biodiversidade (CDB), de 1992, a área protegida significa um local destinado ou regulamentado com o intuito de alcançar objetivos próprios de conservação[52].

---

[50] Art. 2º Para os fins previstos nesta Lei, entende-se por: (...) XVIII - zona de amortecimento: o entorno de uma unidade de conservação, onde as atividades humanas estão sujeitas a normas e restrições específicas, com o propósito de minimizar os impactos negativos sobre a unidade; (...) [Brasil, 2000].

[51] Art. 25. As unidades de conservação, exceto Área de Proteção Ambiental e Reserva Particular do Patrimônio Natural, devem possuir uma zona de amortecimento e, quando conveniente, corredores ecológicos (Brasil, 2000).

[52] Art. 2. Utilização de termos para o propósito desta Convenção: Área protegida significa uma área definida geograficamente que é destinada, ou regulamentada, e administrada para alcançar objetivos específicos de conservação (Brasil, 1994).

Ademais, a CDB estipula como dever das partes o estabelecimento de um sistema de áreas protegidas ou de áreas em que sejam aplicadas medidas especiais para a conservação da biodiversidade[53].

Nota-se que a CDB adotou um sentido amplo de áreas protegidas, de modo que se relaciona com qualquer espaço eleito pelo poder público com a finalidade de proteção integral ou não de seus recursos naturais (Leuzinger, da Silva, 2017).

Em termos legais, a Lei nº 9.985 de 2000, que institui o SNUC, define as UCs como um espaço territorial, em conjunto com seus recursos ambientais, que é legalmente instituído pelo Poder Público, com fins de conservação e limites definidos, em regime especial, ao qual se aplicam garantias de proteção.

> O SNUC apresenta um conjunto bastante abrangente de conceitos, normas e procedimentos. Estabelece diretrizes e parâmetros para a criação, implantação e gestão de UCs, fixando condições de participação da sociedade em conselhos consultivos ou deliberativos, de acordo com a categoria da UC. Determina fontes de recursos e mecanismos de sustentabilidade financeira para as unidades, como compensação ambiental e concessão de serviços e taxas de visitação (Nunes, 2016, p. 212).

É possível retirar cinco pressupostos da definição estabelecida pela lei do SNUC, que são necessários à configuração das UCs, quais sejam: a relevância natural, oficialismo, delimitação territorial, objetivo conservacionista, regime especial de proteção e administração (Benjamin, 2001).

Nesse sistema, as UCs subdividem-se em unidades de proteção integral (UPI) e unidades de uso sustentável (US). As UPIs objetivam a manutenção dos ecossistemas, livres de alterações humanas, de forma que somente é admitido o uso indireto dos recursos naturais[54].

O objetivo fundamental das UPIs é a conservação da natureza. Por assim ser, somente é admitido o uso indireto dos seus recursos naturais, isto é, o uso que não envolva consumo, coleta, dano ou destruição aos recursos (Rocha, 2019).

---

[53] Cada Parte Contratante deve, na medida do possível e conforme o caso: a) Estabelecer um sistema de áreas protegidas ou áreas onde medidas especiais precisem ser tomadas para conservar a diversidade biológica; (Brasil, 1994).

[54] Art. 2º Para os fins previstos nesta Lei, entende-se por: (...) VI - proteção integral: manutenção dos ecossistemas livres de alterações causadas por interferência humana, admitido apenas o uso indireto dos seus atributos naturais; (Brasil, 2000).

De acordo com o artigo 8º da lei instituidora do SNUC, as UPIs são compostas pelas seguintes categorias: estação ecológica, reserva biológica, parque, monumento natural e refúgio da vida silvestre[55].

Em relação ao aspecto fundiário, as UPIs exigem área de posse e de domínio públicos, ressalvados o monumento natural e o refúgio da vida silvestre, os quais podem estar presentes em áreas particulares que sejam compatíveis com os objetivos da unidade, com o uso da terra e dos recursos naturais (Nunes, 2016; Rocha, 2019).

No que tange às normas de visitação, elas devem ser delimitadas em plano de manejo da UPI, além de estar regulamentada pelo órgão responsável pela gestão, que também é o responsável pela administração da área (Nunes, 2016).

As US admitem a exploração do ambiente, desde que garantida a continuidade dos recursos ambientais, a manutenção da biodiversidade e demais atributos ecológicos, de forma socialmente justa e economicamente viável[56].

Segundo o artigo 14 da lei do SNUC, as US são compostas pelas seguintes categorias: área de proteção ambiental, área de relevante interesse ecológico, floresta nacional, reserva extrativista, reserva de fauna, reserva de desenvolvimento sustentável e reserva particular do patrimônio natural[57].

> É preciso considerar que a maior parte da superfície protegida no Brasil é composta por unidades de conservação de uso sustentável, como Áreas de Proteção Ambiental (APA), onde diversas atividades humanas são permitidas, incluindo as que produzem profundos impactos ambientais, como a mineração e a indústria, e onde se incluem até mesmo núcleos urbanos. Frequentemente, essas áreas de uso sustentável no país não cumprem o mínimo necessário para alcançar os objetivos de conservação a que se destinam. São poucos os exemplos de APAs onde realmente existem planejamento e manejo compatíveis ao uso e à conservação dos recursos naturais (Fonseca et al., 2010, p. 22).

Importante destacar que essas áreas são criadas pelo Poder Público, ainda que se trate de domínio privado. Assim, quando da sua criação, o legislador deve

---

[55] Art. 8º O grupo das Unidades de Proteção Integral é composto pelas seguintes categorias de unidade de conservação: I - Estação Ecológica; II - Reserva Biológica; III - Parque Nacional; IV - Monumento Natural; V - Refúgio de Vida Silvestre. (Brasil, 2000).

[56] Art. 2º (...) XI - uso sustentável: exploração do ambiente de maneira a garantir a perenidade dos recursos ambientais renováveis e dos processos ecológicos, mantendo a biodiversidade e os demais atributos ecológicos, de forma socialmente justa e economicamente viável; (Brasil, 2000).

[57] Art. 14. Constituem o Grupo das Unidades de Uso Sustentável as seguintes categorias de unidade de conservação:I - Área de Proteção Ambiental; II - Área de Relevante Interesse Ecológico; III - Floresta Nacional; IV - Reserva Extrativista; V - Reserva de Fauna; VI – Reserva de Desenvolvimento Sustentável; e VII - Reserva Particular do Patrimônio Natural (Brasil, 2000).

destacar a ocorrência prévia de estudos técnicos e de consulta pública. Portanto, deve a Administração fornecer previamente as informações adequadas à população local, em consonância com a democracia participativa (Rocha, 2019).

A participação, além de ser uma das facetas do regime democrático, decorre do dever constitucional de defender o meio ambiente, aplicado ao poder público e à coletividade. Para a concretização dessa proteção por parte da coletividade, o ordenamento jurídico brasileiro coloca à disposição dos indivíduos ações como a ação popular e a ação civil pública (Da Silva, 2006).

O princípio da participação conduz à uma análise da governança dos recursos naturais e das áreas protegidas, havendo dois momentos para a sua análise: na tomada de decisão de criação das áreas protegidas e no momento de gestão dessas áreas (Leuzinger, da Silva, 2017).

É necessário destacar que a participação não pode ser realizada somente no aspecto procedimental, pois deve ser analisada sob o viés substancial. Isto quer dizer que a participação pressupõe a informação para que os diversos atores, como o Estado, as comunidades tradicionais ou não, as empresas e organizações não governamentais possam efetivamente participar (Leuzinger, da Silva, 2017).

> O processo de criação de UC deve ser participativo e transparente. As orientações oficiais e regulamentações legais deverão ser cumpridas de forma a assegurar a legalidade de todos os procedimentos para sua constituição (Nunes, 2016, p. 216).

Com o avanço do desmatamento, a função das áreas protegidas sofreu mudanças, pois essas áreas se tornaram uma resposta às ameaças sofridas pela natureza, com o aumento dos impactos negativos sobre os recursos naturais (Fonseca et al., 2010).

> (...) essas áreas representam também um importante instrumento para manutenção dos serviços ambientais, que são os benefícios concedidos às sociedades humanas pelos ambientes naturais bem preservados, como proteção de reservas de água, conservação dos solos e mitigação dos efeitos das mudanças climáticas que estão em curso (Fonseca et al., 2010, p. 18)

Ademais, as UCs são criadas também para garantir a representatividade de vários biomas e da biodiversidade do país, de forma que as prioridades de conservação devem atingir a diferentes ambientes, com foco nos lugares de alto índice de riqueza biológica, espécies raras e áreas relevantes para prover serviços ambientais (Fonseca et al., 2010).

> O que se visa com a instituição de uma Unidade de Conservação é algo bem mais grandioso e complexo, pois além de resguardar-se paisagens de notável beleza cênica, almeja-se manter e restaurar a biodiversidade, proteger espécies ameaçadas de extinção, assim como as características relevantes de natureza geológica, geomorfológica, espeleológica, arqueológica, paleontológica e cultural e os recursos hídricos e edáficos (Benjamin, 2001, p. 18-19).

Para além da preservação dos biomas, a criação e a implantação dessas áreas protegidas têm contribuído para a contenção do desmatamento na Amazônia, de forma a resguardar a biodiversidade, o ecossistema e os serviços ambientais associados, o que acentua a importância dessas áreas para o controle do fenômeno *Sargassum* nos últimos anos. Desse modo, o avanço do desmatamento tornou-se um indutor para a criação de novas UCs e contenção da pressão humana (Fonseca et al., 2010; Nunes, 2016).

Um dos motivos pelos quais a criação dessas áreas seja uma das políticas mais eficazes no combate ao desmatamento reside no aspecto de que, além de protegerem a diversidade biológica e florestal, as áreas protegidas proporcionam o bem-estar cultural e social, bem como fornecem alternativas econômicas às populações locais, a exemplo da criação de reservas extrativistas e de desenvolvimento sustentável (Soares-Filho et al., 2008).

> Mosaicos, corredores ou conjuntos de áreas protegidas têm papel fundamental na conservação da diversidade biológica, proteção de habitats, manutenção dos regimes hidrológicos, assim como na estabilidade do clima regional. Hoje as áreas protegidas da Amazônia detêm cerca de 50% do estoque de carbono florestal do domínio. Somente as áreas com apoio do ARPA podem reduzir as emissões oriundas do desmatamento até 2050 em cerca de 1,1 bilhões de toneladas de carbono (Soares-Filho et al.., 2006, p. 24).

Assim, a sustentabilidade das UCs deve ser concebida também sob a perspectiva de que se pressupõe a preservação das culturas dos povos indígenas e dos povos tradicionais, de maneira a garantir seus direitos. Nessa senda, destaca-se que o ser humano precisa da natureza direta ou indiretamente, uma vez que ela fornece benefícios materiais, estéticos, culturais, espirituais, bem como presta serviços ecológicos essenciais à sobrevivência (Benjamin, 2001; Nunes, 2016; Veríssimo et al., 2011).

Portanto, constata-se que as taxas de desmatamento no interior das áreas protegidas são menores se comparadas às taxas externas, o que demonstra a eficácia do instrumento enquanto redutor da destruição das florestas, na medida em que as

práticas de fogo e de limitação ao uso da terra são mais restritas. Nesse sentido, a probabilidade de desmatamento aumenta nas áreas mais distantes das áreas protegidas e nos seus entornos (Adeney et al., 2009; Bruner et al., 2001; Ferreira et al., 2005; Martini et al., 2012; Soares-Filho et al., 2008; Veríssimo et al., 2011).

A manutenção de grandes áreas intactas de floresta é essencial para a preservação da biodiversidade, para o controle do fogo e, consequentemente, para o combate ao desmatamento ilegal e para o controle do *Sargassum*. Portanto, a restauração das áreas degradadas, para além de melhorar a qualidade de vida das comunidades, auxilia também na redução de CO2 na atmosfera, de forma a combater as mudanças climáticas (Copertino et al., 2019).

Todavia, é preciso considerar a possibilidade de que as áreas protegidas podem estimular o desmatamento em outras regiões localizadas fora dessas áreas, de forma a redistribuir o desmatamento ao longo da paisagem e não o reduzir de modo absoluto (Soares-Filho et al., 2006).

Apesar de sua eficácia inicial no controle do desmatamento, que é uma das possíveis fontes de nutrientes proliferadores do *Sargassum*, a pulverização massiva dos agrotóxicos e fertilizantes nas plantações adjacentes afetam negativamente as nascentes, os cursos d'água e o lençol freático, a exemplo do que tem ocorrido no rio Xingu (Cerqueira, 2018).

Nesse sentido, é importante esclarecer que as áreas protegidas não são completamente imunes aos impactos antrópicos, notadamente pelo avançar da agropecuária sobre as terras indígenas, o que reflete danos ambientais variados, como o desmatamento, a erosão do solo, a abertura de rodovias, a contaminação das águas, a pulverização dos agrotóxicos e o carreamento desses químicos pelas chuvas, pelos ventos ou pelos rios (Cerqueira, 2018; Veríssimo et al., 2011).

Entre os anos de 1998 e 2009, o desmatamento em terras indígenas e unidades de conservação alcançou aproximadamente 47% da área de UC. Nesse sentido, o percentual de desmatamento em unidades de uso sustentável foi maior do que o percentual em áreas de proteção integral e em terras indígenas (Veríssimo et al., 2011).

Esse período imediatamente anterior às florações de 2010 e de 2011 foi essencial na análise de Wang et al. (2019) para a explicação do desmatamento associado à temperatura da água enquanto fatores estimuladores do *Sargassum*. O alto índice de desmatamento na Amazônia, nesse período, apesar das legislações

protetoras ambientais, reforça o argumento de ser o desmatamento uma questão sistêmica na Amazônia, relacionada ao fenômeno do *Sargassum* nos últimos anos.

Em termos quantitativos, no período entre 2002 e 2007, as áreas protegidas totalizavam 43% de domínio da Amazônia, nelas consideradas áreas militares, áreas indígenas, unidades de proteção integral e de uso sustentável. No interior dessas áreas, o desmatamento é baixo, totalizando pouco mais de 1% da área total protegida na Amazônia (Soares Filho et al., 2006).

Em 2010, as áreas protegidas na Amazônia totalizavam quase 50% da região, o equivalente a 25% do território brasileiro. Desse número, as UCs compreendiam 22% do território e as terras indígenas homologadas cobriam 21% da região (Veríssimo et al., 2011).

O desmatamento até o ano de 2009 totalizou mais de 730 mil quilômetros quadrados, sendo que nas áreas protegidas foi registrado o corte de 3,5% de todo o desmatamento da região, com maior percentual para as unidades de uso sustentável, se comparadas às unidades de proteção integral (Veríssimo et al., 2011).

Entre os anos de 2009 a 2011, o desmatamento em áreas protegidas foi equivalente a 16% da área desmatada na Amazônia Legal, sendo as UCs responsáveis pela maior parte do desmatamento dessas áreas, seguidas pelas terras indígenas (Veríssimo et al., 2011).

Atualmente, as áreas protegidas na Amazônia Legal constituem 42% do seu território, sendo 23% de terras indígenas e 22% de UC. Dentre os Estados da Amazônia, os que possuem maior área protegida são o Amazonas e o Pará (Santos et al., 2022).

Em 2019, o maior percentual de área desmatada ocorreu em áreas privadas ou em terras públicas, de forma que 20% foram registrados para os assentamentos, 19% para as unidades de conservação e 6% para as terras indígenas (Copertino et al., 2019).

Diante disso, vislumbra-se que o desmatamento nas áreas protegidas aumentou nos últimos anos, estando concentrado nas Áreas de Preservação Ambiental (APAs) e no Oeste do Pará. Nos últimos 10 anos, o auge do desmatamento ocorreu no ano de 2020, com mais de 1.600 quilômetros de área desmatada de uso sustentável. Em 2021, a quantidade foi de 1.266 quilômetros quadrados desmatados nessas áreas (Santos et al., 2022).

No sentido de financiar a criação, a implementação e a consolidação de áreas protegidas até 2039, foi lançado em 2002 o programa ARPA (Áreas Protegidas da Amazônia), pelo governo brasileiro, com coordenação do Ministério do Meio Ambiente (MMA), cujo gestor das doações internacionais e nacionais é o FUNBIO (Fundo Brasileiro para a Biodiversidade) [FUNBIO (s.d.)].

Nessa senda, a partir de 2003, o governo federal adotou a criação de UC como uma medida de inibição do avanço do desmatamento a fim de auxiliar a regularização fundiária em setores críticos da Amazônia. Isso porque, nos períodos antecedentes, as UCs eram criadas em áreas remotas (Veríssimo et al., 2011).

De acordo com o MMA (s.d.), na primeira fase do programa ARPA, nos anos de 2003 a 2010, foram investidos aproximadamente 150 milhões de reais, os quais foram aplicados em 64 UCs. Na segunda fase, entre 2010 e 2018, foram arrecadados 258 milhões de reais, investidos em 95 UCs. Por fim, na terceira fase, 2014 a 2039, até o presente momento, foram arrecadados cerca de 1 bilhão e meio de reais, investidos em 117 UCs.

Embora haja estudos que apontam para a continuidade do desmatamento na Amazônia, caso o padrão de ocupação permaneça o mesmo, fato é que as políticas de conservação contra o desmatamento, mediante a expansão de áreas protegidas, são crescentes, a exemplo do programa ARPA, da implementação de RLs e APPs, o monitoramento do avanço do desmatamento, a criação de áreas protegidas, dentre outras (Soares-Filho et al., 2006).

Conforme abordado no capítulo anterior, desmatamento na Amazônia está relacionado com vários aspectos, dentre eles os atinentes ao fogo e ao clima. A partir de 1960 o processo de ocupação engendrado na região aumentou as taxas de desmatamento, bem como as alterações no uso da terra modificaram o regime de fogo na Amazônia (Adeney et al., 2009; Copertino et al., 2019).

Embora a regra seja a de que o uso de fogo é vedado, o CFLOR possibilita o seu uso nas unidades de conservação, desde que seja uma queima controlada e conforme o plano de manejo, no intuito de conservar a vegetação nativa, cujas características ecológicas relacionem-se com o fogo[58].

---

[58] Art. 38. É proibido o uso de fogo na vegetação, exceto nas seguintes situações: (...) II - emprego da queima controlada em Unidades de Conservação, em conformidade com o respectivo plano de manejo e mediante prévia aprovação do órgão gestor da Unidade de Conservação, visando ao manejo conservacionista da vegetação nativa, cujas características ecológicas estejam associadas evolutivamente à ocorrência do fogo; (Brasil, 2012).

Diante dos fatores típicos da realidade da Amazônia, como o uso ilegal do fogo, a ausência de fiscalização, a inobservância da lei, a extração ilegal de madeira e a grilagem de terras públicas, a consolidação das áreas protegidas ainda é um desafio, notadamente para as áreas situadas em locais próximos de desmatamento e de conflitos de terras (Adeney et al., 2009; Soares-Filho et al., 2006; Veríssimo et al., 2011).

Além dessas dificuldades, a precariedade de muitas UCs coloca em risco a conservação da área, uma vez que muitas unidades têm problema de efetividade de gestão, de morosidade sancionatória, bem como de carência de pessoal, de infraestrutura, de recursos financeiros, de planejamento e de desenvolvimento de pesquisas. Desse modo, há um comprometimento na fiscalização, no gerenciamento e no uso público, considerando que muitas UCs não dispõem de um plano de manejo nem de regularização de suas áreas (Fonseca et al., 2010; Veríssimo et al., 2011).

No mais, a simples criação das UCs não é suficiente para o controle do desmatamento nem para a preservação da biodiversidade, de modo que a criação deve ser acompanhada por ações necessárias à consolidação territorial, a exemplo da fiscalização, do controle de invasores, dentre outros aspectos não colocados em prática, o que justifica uma parte da continuação do desmatamento após a criação dessas áreas (Santos et al., 2022; Veríssimo et al., 2011).

Em paralelo a isso, o modelo tradicional de agricultura na Amazônia e o avanço do agronegócio contribuem para a poluição por meio dos fertilizantes e agrotóxicos, que alcançam as áreas protegidas por meio dos ventos, dos rios ou da chuva. Vislumbra-se que uma alternativa possível seria o fortalecimento nas zonas de amortecimento dessas áreas, inclusive das áreas quem essas zonas não são legalmente obrigatórias (Cerqueira, 2018).

Dessa forma, embora as áreas protegidas sejam relevantes para a preservação da biodiversidade, para o controle do desmatamento e, em parte, do fenômeno do *Sargassum*, elas não são suficientes para a contenção da prática ilegal em algumas regiões da Amazônia Legal, bem como não contêm, por si só, o uso de agroquímicos nas áreas adjacentes. Exemplificativamente, no Estado do Pará, a APA Triunfo do Xingu, na Terra do Meio, é a área mais desmatada do Brasil, com cerca de 40% de sua floresta comprometida. Além disso, houve uma alteração da qualidade ambiental da região do Xingu, com a presença de agrotóxicos nas águas dos rios, advindos do agronegócio localizado na bacia do Alto Xingu (Cerqueira, 2018; Santos et al., 2022).

Portanto, nota-se que o aumento do financiamento das UCs, o fortalecimento da fiscalização e das zonas de amortecimento são uma necessidade, a exemplo dos pagamentos por serviços ambientais e dos fundos ambientais. Esse financiamento não se resume ao caráter monetário, mas diz respeito também à mobilização e ao aparelhamento institucional para a gestão da unidade, em consideração aos benefícios gerados pelas áreas (Fonseca et al., 2010).

Por assim ser, a maior eficácia das áreas protegidas, no controle do desmatamento e do fenômeno *Sargassum*, depende da superação do desafio de investir na sua fiscalização, além de aumentar os planos de manejo e os conselhos gestores das UCs. Desse modo, fica claro que as áreas protegidas não são isentas de ameaças, como a construção de estradas nos seus interiores, a grilagem, a escassez de recursos humanos, o carreamento de fertilizantes de áreas adjacentes, a mineração, a exploração ilegal de madeira e a desafetação da área (De Araújo, Silva, 2022; Veríssimo et al., 2011; Santos et al., 2022).

## 2.2 O CÓDIGO FLORESTAL E A PROTEÇÃO À BIODIVERSIDADE: AS LIMITAÇÕES DE USO NAS ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE (APP) E NAS ÁREAS DE RESERVA LEGAL (RL)

Apesar de o desmatamento ser uma realidade enraizada na Amazônia, o Brasil possui uma legislação protetora da biodiversidade, que auxilia na preservação e na manutenção das florestas. Conforme visto, ainda subsistem algumas falhas de cunho fiscalizatório, as quais podem ser solucionadas a partir de medidas de incentivos econômicos para que os produtores cumpram com as limitações impostas pela legislação pátria, a exemplo dos dispositivos limitadores da propriedade presentes no CFLOR.

Inicialmente, é importante destacar que a Constituição Federal de 1988 elencou espaços territoriais que merecem atenção e cuidados especiais a depender do bioma e da sua localização, denominados espaços territoriais especialmente protegidos[59].

[59] Art. 225. Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao Poder Público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá- lo para as presentes e futuras gerações. § 1º Para assegurar a efetividade desse direito, incumbe ao Poder Público: (...) III - definir, em todas as unidades da Federação, espaços territoriais e seus componentes a serem especialmente protegidos, sendo a alteração e a supressão permitidas somente através de lei, vedada qualquer utilização que comprometa a integridade dos atributos que justifiquem sua proteção; (...) [Brasil, 1998].

Exemplos desses espaços são as reservas legais (RLs), as áreas de preservação permanente (APPs) e as unidades de conservação (Ucs).

A Constituição de 1988 favoreceu a constitucionalização dos espaços territoriais especialmente protegidos, pois determinou que compete ao poder público a criação dessas áreas, que vinculam os três poderes do Estado. Em razão de terem sido dispostas em capítulo próprio e pela primeira vez a nível constitucional, diz-se que as APPs e as RLs erigidas ao *status* de direito fundamental, pois servem de componente ao meio ambiente ecologicamente equilibrado (Laurindo, Gaio, 2017).

A escolha legislativa brasileira de proteção e de conservação da biodiversidade consiste na complementação entre as áreas protegidas do Código Florestal (CFLOR), na lei nº 12.651 de 2012, nas unidades de conservação da lei nº 9.985 de 2000, bem como nas áreas indígenas e quilombolas e outros espaços presentes em legislação esparsa (Mariani, 2017).

Nesse cenário, o CFLOR apresenta-se como um instrumento regulamentador do uso do solo a fim de minimizar os impactos negativos gerados pela substituição da vegetação nativa pela agropecuária, um dos fatores do desmatamento, somado ao uso de fertilizantes, que são causas de proliferação excessiva do *Sargassum*. Desse modo, a vegetação passa a ser considerada como bem de interesse comum, o que justifica a regulamentação ambiental das propriedades privadas (Sparovek et al., 2011).

Nesse contexto, o CFLOR é o principal instrumento legal que regula a proteção e a restauração da vegetação nativa, o que caracteriza esse diploma como um equilíbrio entre o interesse privado da produção agrícola e o interesse coletivo da preservação do meio ambiente (Sparovek et al., 2011; Mariani, 2017).

As áreas protegidas pelo CFLOR refletem uma limitação ao direito de propriedade, pois determinam o cumprimento da sua função social. No intuito de conservar as florestas em domínio particular, o CFLOR atua como opositor às práticas de desmatamento e de degradação ambiental, uma vez que estabelece percentuais mínimos de áreas verdes a serem mantidas pelos proprietários, além de espaços intocáveis (Mariani, 2017; Avanci, 2009).

Ao estabelecer um percentual mínimo de área verde, o CFLOR estabelece um contraponto ao desmatamento e estimula a preservação da biodiversidade, de modo que, nesse sentido teórico, mostra-se como uma alternativa capaz de reduzir a proliferação massiva do *Sargassum* (Sparovek et al., 2011).

Essas limitações atinentes ao uso do solo e dos recursos naturais representam a adoção do princípio biocêntrico em oposição ao princípio antropocêntrico, de forma que se encara o ser humano como parte da natureza, não como seu centro. Assim, as normas ambientais saíram da simples proteção ambiental para uma perspectiva mais abrangente, que entrelaça o ser humano e o meio ambiente (Borges et al., 2011; Rocha, 2019).

Em termos legais, a RL consiste na cobertura de vegetação nativa a ser preservada no imóvel rural, com intuito de assegurar o uso econômico e sustentável dos recursos naturais, além de auxiliar a conservação e a reabilitação dos processos ecológicos e conservar a biodiversidade, o abrigo e a proteção da fauna e da flora[60], segundo percentuais previstos no CFLOR.

Diante desse conceito, é possível afirmar que a legislação ambiental obriga que os proprietários de terras mantenham uma parte de sua propriedade com vegetação nativa, ou seja, sem realizar o corte raso. O principal intuito disso consiste na garantia da conservação de biodiversidade, além da provisão de vários serviços ecossistêmicos, bem como o uso sustentável dos recursos naturais nas propriedades rurais (Metzger et al., 2019).

A partir de seus objetivos e da sua função protetora da biodiversidade, as RLs assumem um papel chave na prática da função social da propriedade, nos termos da Constituição de 1988. Para além do mero cumprimento legal, é importante destacar a relevância dessas áreas para a proteção ambiental e a preservação da natureza (Metzger et al., 2019).

> A vegetação natural fornece uma vasta gama de serviços ecossistêmicos, tais como polinização, conservação de água, regulação climática, proteção contra incêndios, regulação de pragas e doenças, entre outros. Todos esses serviços contribuem para as seguranças alimentar, climática, hídrica e energética, além de favorecer a saúde humana. Devido à sua extensão total e à sua ampla distribuição espacial, as Reservas Legais são cruciais para a provisão de serviços ecossistêmicos para a população brasileira como um todo (Metzger et al., 2019, p. 108).

Portanto, as RLs são criadas para a conservação da biodiversidade da fauna e da flora, bem como para o uso sustentável dos recursos naturais, de forma que podem

---

[60]Art. 3º Para os efeitos desta Lei, entende-se por:(...) III - Reserva Legal: área localizada no interior de uma propriedade ou posse rural, delimitada nos termos do art. 12, com a função de assegurar o uso econômico de modo sustentável dos recursos naturais do imóvel rural, auxiliar a conservação e a reabilitação dos processos ecológicos e promover a conservação da biodiversidade, bem como o abrigo e a proteção de fauna silvestre e da flora nativa; (...) [Brasil, 2012].

ser permitidos sistemas de produção de baixo impacto ambiental, desde que seja protegida a vegetação nativa. Desse modo, afirma-se que as RLs têm a função mediata de concretizar o direito ao meio ambiente equilibrado, bem como a função imediata de garantir o uso sustentável dos recursos naturais (Avanci, 2009; Metzger et al., 2019; Sparovek et al., 2010).

> Dados das florestas atlântica e amazônica sugerem que uma cobertura de pelo menos 30% da vegetação natural é necessária para garantir a manutenção de comunidades que apresentem maior integridade na sua composição, para conservar algumas das espécies mais vulneráveis e dependentes da floresta (...) [Metzger et al., 2019, p. 108].

Na Amazônia Legal, o Código Florestal definiu o percentual de RLs de 80% para os imóveis situados em florestas[61], podendo o Poder Público reduzir para 50%, com o objetivo de recomposição, quando o Município tiver mais de 50% da área ocupada por unidades de conservação de domínio público e por terras indígenas homologadas[62].

Outra hipótese de redução consiste quando o Estado possuir zoneamento ecológico-econômico aprovado, ouvido o Conselho Estadual do Meio Ambiente, e mais de 65% de seu território ocupado por unidades de conservação de domínio público, bem como por terras indígenas homologadas[63].

Diante da obrigatoriedade de manutenção de um percentual mínimo de área verde, as RLs permitem com que a vegetação nativa se situe acima dos limiares ecológicos esperados, de modo a proteger a biota e favorecer fluxos biológicos entre unidades de conservação. Essa proteção prepondera sobre interesses econômicos

---

[61] Art. 12. Todo imóvel rural deve manter área com cobertura de vegetação nativa, a título de Reserva Legal, sem prejuízo da aplicação das normas sobre as Áreas de Preservação Permanente, observados os seguintes percentuais mínimos em relação à área do imóvel, excetuados os casos previstos no art. 68 desta Lei:(Redação dada pela Lei nº 12.727, de 2012).I - localizado na Amazônia Legal: a) 80% (oitenta por cento), no imóvel situado em área de florestas; b) 35% (trinta e cinco por cento), no imóvel situado em área de cerrado; c) 20% (vinte por cento), no imóvel situado em área de campos gerais; (...) [Brasil, 2012].

[62] Art. 12 (...) § 4º Nos casos da alínea *a* do inciso I, o poder público poderá reduzir a Reserva Legal para até 50% (cinquenta por cento), para fins de recomposição, quando o Município tiver mais de 50% (cinquenta por cento) da área ocupada por unidades de conservação da natureza de domínio público e por terras indígenas homologadas. (Brasil, 2012).

[63] Art. 12. (...) § 5º Nos casos da alínea *a* do inciso I, o poder público estadual, ouvido o Conselho Estadual de Meio Ambiente, poderá reduzir a Reserva Legal para até 50% (cinquenta por cento), quando o Estado tiver Zoneamento Ecológico-Econômico aprovado e mais de 65% (sessenta e cinco por cento) do seu território ocupado por unidades de conservação da natureza de domínio público, devidamente regularizadas, e por terras indígenas homologada (Brasil, 2012).

da exploração das atividades agropastoris, embora não as inviabilize (Avanci, 2009; Metzger et al., 2019).

Em razão do seu caráter preservacionista, a área não está disponível para a exploração predatória agrícola ou pecuária. Na realidade, a produtividade da propriedade é potencializada pela existência da Reserva Legal e das Áreas de Preservação Permanentes (Brancalion et al., 2016; Rocha, 2019).

> (...) a utilização econômica do imóvel rural, conforme sua própria natureza, deve desenvolver uma relação de produção sustentável, social e ambiental. A fruição privada de parcela de bens de uso comum do povo está condicionada à função socioambiental da propriedade (Rocha, 2019, p. 283).

Portanto, é inegável que essas áreas possam ser utilizadas economicamente. Todavia, o seu uso deve ser feito de forma sustentável, de maneira que a vegetação natural seja mantida ao menos parcialmente. Aliás, financeiramente pode haver ganhos advindos do uso sustentável dos recursos naturais, a exemplo da implantação de sistemas agroflorestais, os quais podem ser mais elevados em comparação às pastagens degradadas (Brancalion et al., 2016; Metzger et al., 2019).

Dessa maneira, os serviços viabilizados pelas RLs podem proporcionar um grande valor econômico para a sociedade e para os proprietários. De acordo com Costanza et al. (2014), 1 hectare de floresta tropical equivale a aproximadamente 21 mil reais de hectare por ano pela prestação de serviço sistêmico, a exemplo da gestão da água, do controle de erosão, da regulação climática, dentre outros.

No que se refere à Amazônia e à concessão de serviços sistêmicos, como a produção de alimentos e o fornecimento de matéria-prima, Strand et al. (2018) estimam que o valor poderia atingir aproximadamente 3 mil reais de hectare por ano, o que fortalece a necessidade de manutenção dessas áreas, seja em nível econômico, social ou ambiental.

Pelo exposto, a RL admite a exploração econômica da área, desde que submetida a um plano de manejo sustentável, que pode ter ou não propósito comercial[64]. De todo modo, a atividade não pode descaracterizar a cobertura vegetal

---

[64]Art. 20. No manejo sustentável da vegetação florestal da Reserva Legal, serão adotadas práticas de exploração seletiva nas modalidades de manejo sustentável sem propósito comercial para consumo na propriedade e manejo sustentável para exploração florestal com propósito comercial (Brasil, 2012).

nem prejudicar a conservação da vegetação nativa, bem como deve assegurar a manutenção da diversidade das espécies[65] (Rocha, 2019).

No que tange às APPs, elas consistem em um espaço protegido, coberto ou não por vegetação nativa, com função de preservar os recursos hídricos, a paisagem, estabilidade geológica e a biodiversidade, além de facilitar o fluxo gênico de fauna e de flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar de populações humanas[66].

As APPs representam uma decisão racional de proteger áreas mais frágeis, a exemplo das nascentes de água, dos topos de morros, das matas ciliares, dentre outras. Assim, a conservação da maior parte de cobertura vegetal nativa da Amazônia, bem como a manutenção da cobertura vegetal, deve ser medidas encampadas para a proteção da diversidade dos ecossistemas em combate ao desmatamento (Vieira, Becker, 2010).

Além disso, as APPs favorecem a conectividade entre os diferentes *habitats*, o que aumenta os fluxos gênicos, especialmente por meio dos rios, e, consequentemente, reduz a possibilidade de perda da biodiversidade (Beiroz, 2016; Leuzinger, Da Silva, 2013).

> As APPs ao longo de rios e demais cursos d'água (ripárias) são as espécies de áreas de preservação permanente que melhor desempenham a função de conexão, interligando espaços protegidos de diferentes categorias e fragmentos de vegetação. Essa categoria de espaço protegido facilita o fluxo gênico da fauna e da flora e possibilita a existência, a evolução e o desenvolvimento dos seres vivos (Leuzinger, Da Silva, 2013, p. 58).

Com o intuito de assegurar o direito ao meio ambiente equilibrado, o Poder Público buscou, mediante a criação das APPs, a preservação, a conservação e a regeneração do meio ambiente (Drumm e Schaedler, 2016).

> Enquanto conservação, observa-se que é permitida a exploração de recursos minerais de maneira adequada e racional, nos termos da lei. Em se tratando de preservação, não é permitida a exploração econômica. E, por fim, a regeneração busca a recomposição de uma área degradada (Drumm e Schaedler, 2016, p. 168).

---

[65]Art. 22. O manejo florestal sustentável da vegetação da Reserva Legal com propósito comercial depende de autorização do órgão competente e deverá atender às seguintes diretrizes e orientações:I - não descaracterizar a cobertura vegetal e não prejudicar a conservação da vegetação nativa da área; II - assegurar a manutenção da diversidade das espécies;III - conduzir o manejo de espécies exóticas com a adoção de medidas que favoreçam a regeneração de espécies nativas (Brasil, 2012).

[66] Art. 3º Para os efeitos desta Lei, entende-se por: (...) II - Área de Preservação Permanente - APP: área protegida, coberta ou não por vegetação nativa, com a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica e a biodiversidade, facilitar o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas (...) [Brasil, 2012].

As APPs possuem longa trajetória no direito ambiental. No Código de 1930 eram conhecidas como florestas protetoras. A ideia de proteção das áreas representativas de ecossistemas naturais também esteve presente desde o CFLOR de 1934. Já o Código de 1965 atestou que a ideia de que as florestas e as vegetações são permanentes, de maneira que não poderiam ser eliminadas ou modificadas, tendo havido a declaração das florestas do território brasileiro como bens de interesse comum, de maneira a instituir limitação no uso da propriedade rural (Borges et al., 2011; Rocha, 2019).

Diferentemente dos códigos anteriores, o atual CFLOR surge com o objetivo explícito de assegurar o desenvolvimento econômico, bem como legalizar as irregularidades do não cumprimento da legislação anterior. Assim, a legislação atual flexibiliza a proteção ambiental para criar um novo paradigma de adequação da regra à realidade (Fearnside, Roriz, 2015).

Ao comparar a definição do CFLOR de 2012 com as definições das legislações anteriores, Milaré (2017) entende que o atual Código esclarece que a proteção ocorre em razão do espaço delimitado legalmente, independentemente da qualidade da cobertura vegetal.

Por assim ser, a condição para que determinado espaço seja considerado APP é a de que ele se insira nos limites dispostos na legislação vigente[67], independentemente de ser uma floresta ou outra forma de vegetação (Milaré, 2017).

---

[67] Art. 4º Considera-se Área de Preservação Permanente, em zonas rurais ou urbanas, para os efeitos desta Lei: I - as faixas marginais de qualquer curso d'água natural perene e intermitente, excluídos os efêmeros, desde a borda da calha do leito regular, em largura mínima de a) 30 (trinta) metros, para os cursos d'água de menos de 10 (dez) metros de largura; b) 50 (cinquenta) metros, para os cursos d'água que tenham de 10 (dez) a 50 (cinquenta) metros de largura; c) 100 (cem) metros, para os cursos d'água que tenham de 50 (cinquenta) a 200 (duzentos) metros de largura; d) 200 (duzentos) metros, para os cursos d'água que tenham de 200 (duzentos) a 600 (seiscentos) metros de largura; e) 500 (quinhentos) metros, para os cursos d'água que tenham largura superior a 600 (seiscentos) metros; II - as áreas no entorno dos lagos e lagoas naturais, em faixa com largura mínima de: a) 100 (cem) metros, em zonas rurais, exceto para o corpo d'água com até 20 (vinte) hectares de superfície, cuja faixa marginal será de 50 (cinquenta) metros; b) 30 (trinta) metros, em zonas urbanas;III - as áreas no entorno dos reservatórios d'água artificiais, decorrentes de barramento ou represamento de cursos d'água naturais, na faixa definida na licença ambiental do empreendimento; IV - as áreas no entorno das nascentes e dos olhos d'água perenes, qualquer que seja sua situação topográfica, no raio mínimo de 50 (cinquenta) metros; V - as encostas ou partes destas com declividade superior a 45º , equivalente a 100% (cem por cento) na linha de maior declive; VI - as restingas, como fixadoras de dunas ou estabilizadoras de mangues; VII - os manguezais, em toda a sua extensão;VIII - as bordas dos tabuleiros ou chapadas, até a linha de ruptura do relevo, em faixa nunca inferior a 100 (cem) metros em projeções horizontais; IX - no topo de morros, montes, montanhas e serras, com altura mínima de 100 (cem) metros e inclinação média maior que 25º , as áreas delimitadas a partir da curva de nível correspondente a 2/3 (dois terços) da altura mínima da elevação sempre em relação à base, sendo esta definida pelo plano horizontal determinado por planície ou espelho d'água adjacente ou, nos relevos ondulados, pela cota do ponto de sela mais próximo da elevação; X - as áreas em altitude superior a 1.800 (mil e oitocentos)

Além das hipóteses de delimitação legal das APPs, há a possibilidade de sua instituição mediante ato do chefe do poder executivo. Tratam-se das APPs administrativas, a exemplo: da proteção de várzeas, restingas, veredas ou áreas úmidas, da contenção da erosão do solo, de abrigo para a fauna ou flora, dentre outros[68] (Milaré, 2017).

Diferentemente das Reservas Legais, as APPs relacionam-se diretamente às funções ambientais mediante o fornecimento de bens e de serviços fundamentais à população, a exemplo da regularização da vazão, da retenção de sedimentos, da conservação do solo e de suas características naturais de permeabilidade e erodibilidade, do ecoturismo, dentre outros. Além disso, essas áreas contribuem para a valorização da paisagem e do patrimônio natural, bem como para a segurança ambiental da população e manejo hídrico dos recursos naturais associados (Borges et al., 2011; Ministério do Meio Ambiente, s.d.).

Um dos objetivos das APPs é a proteção da água doce e a prevenção de áreas com valor estratégico para a água doce. Assim, as APPs devem manter sua vegetação nativa original, de modo que não podem ser utilizadas para todos os tipos de atividade (Sparovek et al., 2010).

> A legislação que trata das APPs surgiu como consequência da grande preocupação em relação às áreas reconhecidas como importantes fontes de bens e serviços ambientais essenciais à sobrevivência do homem. Qualquer que seja o local estabelecido por lei como APP, independentemente se há ou não cobertura vegetal, se é em área urbana ou rural, deve ser considerado intocável, com exceção dos casos de utilidade pública, interesse social e atividades de baixo impacto ambiental definidos pelo CONAMA (Borges et al., 2011, p. 1209)[69].

---

metros, qualquer que seja a vegetação;XI - em veredas, a faixa marginal, em projeção horizontal, com largura mínima de 50 (cinquenta) metros, a partir do espaço permanentemente brejoso e encharcado (Brasil, 2012).

[68] Art. 6º Consideram-se, ainda, de preservação permanente, quando declaradas de interesse social por ato do Chefe do Poder Executivo, as áreas cobertas com florestas ou outras formas de vegetação destinadas a uma ou mais das seguintes finalidades:I - conter a erosão do solo e mitigar riscos de enchentes e deslizamentos de terra e de rocha; II - proteger as restingas ou veredas; III - proteger várzeas; IV - abrigar exemplares da fauna ou da flora ameaçados de extinção; V - proteger sítios de excepcional beleza ou de valor científico, cultural ou histórico; VI - formar faixas de proteção ao longo de rodovias e ferrovias; VII - assegurar condições de bem-estar público; VIII - auxiliar a defesa do território nacional, a critério das autoridades militares. IX - proteger áreas úmidas, especialmente as de importância internacional (Brasil, 2012).

[69] As hipóteses de intervenção em APPs (utilidade pública, interesse social e baixo impacto ambiental) foram mantidas pelo Código Florestal, lei nº 12.651 de 2012.

Igualmente como ocorre com as RLs, em caso de inobservância da legislação ambiental nas APPs, como o uso de corte raso, os proprietários deverão plantar ou reflorestar a área degradada, ainda que não tenha sido o responsável, uma vez que se trata de obrigação *propter rem*[70] (Rocha, 2019).

No caso das APPs, o dispositivo que traduz o reflorestamento assume especial relevância, uma vez que as APPs possuem uso mais restrito quando comparadas às RLs. Todavia, embora sejam áreas totalmente protegidas, não são intangíveis, pois o seu uso mostra-se, em certa medida, necessário para a manutenção da vida humana (Borges et al., 2011).

Por constituírem um espaço constitucionalmente protegido e de interesse comum, a disponibilidade do proprietário sobre a APP é restrita e quase intocável (Milaré, 2017). Assim, o rigor da intocabilidade somente é excepcionado nas hipóteses legais de utilidade pública, interesse social ou de baixo impacto ambiental[71].

> Essa flexibilização do ordenamento florestal só se justifica pelo fato de que diversas atividades de infraestrutura (obras de saneamento, transporte, energia etc.) – assim como outras vitais para o desenvolvimento econômico e social do país –, muitas vezes sem qualquer alternativa locacional, só serem viáveis e exequíveis mediante intervenção em áreas classificadas como de preservação permanente (margens de cursos d' água, nascentes e reservatórios, entre outras tantas situações) [Milaré, 2017, p. 15].

Diante do apresentado, entende-se que as APPs, tal como as Reservas Legais, contribuem para o alcance da função social da propriedade, além de irem ao encontro da compreensão de um meio ambiente equilibrado, uma vez que objetivam conservar o remanescente vegetal dos biomas ameaçados pelo desmatamento. Esses instrumentos possuem um relevante papel na proteção da biodiversidade, além de garantirem acesso aos benefícios viabilizados pelos serviços ecossistêmicos (Da Silva, 2005; Drumm, Schaedler, 2016; Metzger et al., 2019; Vieira, Becker, 2010).

---

[70] Art. 7º A vegetação situada em Área de Preservação Permanente deverá ser mantida pelo proprietário da área, possuidor ou ocupante a qualquer título, pessoa física ou jurídica, de direito público ou privado. § 1º Tendo ocorrido supressão de vegetação situada em Área de Preservação Permanente, o proprietário da área, possuidor ou ocupante a qualquer título é obrigado a promover a recomposição da vegetação, ressalvados os usos autorizados previstos nesta Lei.§ 2º A obrigação prevista no § 1º tem natureza real e é transmitida ao sucessor no caso de transferência de domínio ou posse do imóvel rural (Brasil, 2012).

[71] Art. 8º A intervenção ou a supressão de vegetação nativa em Área de Preservação Permanente somente ocorrerá nas hipóteses de utilidade pública, de interesse social ou de baixo impacto ambiental previstas nesta Lei (Brasil, 2012).

Diante de sua potencialidade de contribuir para a preservação ambiental e combate ao desmatamento, é possível afirmar que a legislação ambiental fornece um aparato para o controle dos sedimentos químicos lançados no oceano, que são estimuladores da reprodução do *Sargassum*.

Além de contribuir para a redução do desmatamento, a legislação brasileira possui instrumentos que contribuem para a manutenção da conectividade, a exemplo dos espaços territoriais especialmente protegidos, dentro dos quais estão os corredores ecológicos, as zonas de amortecimento de unidades de conservação, dentre outros (Leuzinger, Da Silva, 2013)

> (...) corredores ecológicos e corredores de conservação da biodiversidade, visam a conter os efeitos nefastos da fragmentação de habitats, a partir da conservação da conectividade dos espaços protegidos, o que proporciona um aumento de sua área e, consequentemente, torna viáveis diferentes espécies. As zonas de amortecimento, por outro lado, buscam conter os efeitos de borda das unidades de conservação, por meio de restrições às atividades antrópicas que nelas podem ser praticadas (Leuzinger, Da Silva, 2013, p. 68).

Todavia, as APPs e RLs possuem dificuldade prática de proteção da água e da vegetação nativa nas áreas privadas brasileiras, notadamente diante das dificuldades trazidas pela planície amazônica, o que dificulta a proteção da várzea e facilita o carreamento dos fertilizantes a base de nitrato e de fósforo para os rios, acentuando a problemática do *Sargassum*. Isso decorre também do uso ilegal da terra nessas áreas, o que inclui a prática da agricultura tradicional e o desmatamento, de modo que a total conformidade com a legislação ambiental brasileira demandaria mudanças drásticas na própria agricultura, além do investimento na recuperação do solo (Sparovek et al., 2010).

O padrão de agricultura no Brasil mostra-se insustentável em decorrência do desmatamento continuado, da degradação dos solos, da contaminação química pelo uso de fertilizantes, além do aumento da pobreza e do aprofundamento das desigualdades (Almeida et al., 2013).

Dessa forma, a existência dessas áreas protegidas no Brasil não as blinda do uso de agrotóxicos tanto nas APPs quanto nas RLs, especialmente quando localizadas às proximidades de rios, que são capazes de levar os químicos aos oceanos e acentuarem a proliferação massiva do *Sargassum*. Nesse sentido, embora o CFLOR disponha a respeito das áreas protegidas, ele é silente em relação ao uso

de fertilizantes e de agrotóxicos nessas áreas, ainda que sejam prejudiciais ao meio ambiente e à vida humana, aspecto que compromete a própria fiscalização, na medida em que se a prática não está vedada pelo CFLOR, ela estaria, em tese[72], permitida (De Araújo; Silva, 2020).

Assim, uma legislação ambiental restritiva não garante, por si só, a redução do desmatamento ou o uso dos fertilizantes. Isso porque a legislação alheia à realidade dos agentes que desmatam, somada a um Estado que não possui condições de fiscalização e implantação prática, serviria para esconder uma realidade de excesso de burocracia, de ineficiência de fiscalização e de controle florestal, de ineficiência na aplicação de multas, de desconhecimento e de baixa confiança em relação à lei, de carência de incentivos sustentáveis, dentre outros fatores (Almeida et al., 2013; Benatti, 2005; Sparovek et al., 2011).

Uma alternativa ao melhoramento no controle de agrotóxicos e de fertilizantes é a avaliação de risco ambiental, uma ferramenta apta para identificar os locais em que é necessário mitigar os efeitos nocivos dos agroquímicos no meio ambiente. Desse modo, em cenários identificados como críticos, seria possível estabelecer medidas redutoras dos níveis de exposição aos químicos (De Araújo, Silva, 2020; Gomes, Barizon, 2014).

> No que diz respeito ao solo e aos recursos hídricos, medidas como a restrição geográfica de uso, restrição do número de aplicações anuais e estabelecimento de faixas de proteção (“buffer zones”) próximas de cursos d’água, apresentam elevada eficácia para reduzir as concentrações de agrotóxicos nestes compartimentos do meio ambiente (Gomes, Barizon, 2014, p. 27).

Outros aspectos necessários ao controle de agroquímicos é o incentivo à pesquisa com o intuito de gerar informação ambiental nessa área, especialmente quanto a alternativas de uso dos produtos e às reais consequências à saúde humana e ao meio ambiente (De Araújo, Silva, 2020; Gomes, Barizon, 2014).

---

[72] É cediço que a legislação brasileira proíbe a poluição em todas as suas formas, a exemplo da PNMA e do próprio direito constitucional ao meio ambiente ecologicamente equilibrado. Na medida em que os fertilizantes e agrotóxicos degradam a biota e alteram as qualidades ambientais, eles podem ser compreendidos enquanto poluição. O comentário quanto à permissibilidade de agrotóxicos nas APPs e RLs restringe-se ao sentido de que a legislação pertinente – o CFLOR – não veda de modo específico esses usos, o que levaria a crer que o uso estaria permitido. Todavia, a partir de uma leitura sistêmica das leis ambientais, subsiste a possibilidade de afastamento a partir dos danos causados à biota e à saúde humana por meio dos agrotóxicos e dos fertilizantes, sendo o caso *Sargassum* um exemplo dessa consequência negativa dos químicos.

Em linhas gerais, o grande desafio, portanto, no que tange ao alinhamento de ações preservacionistas e econômicas, consiste na implementação de políticas de incentivo à proteção ambiental e à produção sustentável a fim de que se fortaleçam os territórios sustentáveis na Amazônia. Além disso, o incentivo à pesquisa no campo dos agroquímicos é fundamental para que se encontrem alternativas não nocivas – ou menos nocivas – do que os usos atuais. Portanto, a flexibilização ambiental e a negligência quanto ao uso de agroquímicos ampliaria o desmatamento e prejudicaria o meio ambiente ecologicamente equilibrado, o que não se mostra uma alternativa viável (De Araújo, Silva, 2020; Gomes, Barizon, 2014; Vieira, Becker, 2010; Sparovek, 2010).

## 2.3 CONCLUSÃO DA SEÇÃO

Esta seção teve como objetivo demonstrar a importância das áreas protegidas do SNUC e do CFLOR no controle do desmatamento na Amazônia e, consequentemente, no lançamento de resíduos que estimulam a proliferação massiva do *Sargassum*.

Entende-se que a legislação brasileira de UCs é um instrumento eficaz no controle do desmatamento ilegal. Demonstrou-se que o desflorestamento no interior dessas áreas é menor quando comparado ao seu exterior. Portanto, a criação das áreas protegidas é uma das políticas mais eficazes no controle do desmatamento e na proteção da biodiversidade na Amazônia, assumindo papel essencial no controle de sedimentos químicos no oceano, diante do caso *Sargassum*.

De igual modo, o CFLOR impõe limites às propriedades, de maneira que visem a atender à proteção da biodiversidade e, consequentemente, contribuam para a redução dos índices de desmatamento ilegal.

No entanto, sabe-se que a simples criação dessas áreas não é suficiente para o controle das práticas ilegais na região, pois as falhas de gestão, a carência de investimentos monetários e de pessoal são alguns fatores que acompanham a criação das áreas protegidas. Além disso, a criação dessas áreas não responde, por si só, à problemática presente pelo uso dos agrotóxicos e dos fertilizantes nas localidades adjacentes.

Por assim ser, vislumbra-se que as medidas de comando e controle devem estar associadas a incentivos econômicos a fim de que o desmatamento seja evitado pelos próprios produtores, o que vem sendo feito pelo Amazônia Protege quando

restringe a venda de produtos originários de áreas desmatadas ilegalmente. Além disso, os incentivos econômicos não afastam o estímulo científico no sentido de vislumbrar alternativas de uso aos agroquímicos, por exemplo.

# 3. O CASO *SARGASSUM* E SUAS IMPLICAÇÕES PARA A AMAZÔNIA BRASILEIRA

A presente seção tem como objetivo apresentar o fenômeno do *Sargassum* à luz da perspectiva da Amazônia brasileira, embora a complexidade do tema envolva impactos que adentram em outras regiões, como é o caso das intercorrências nas ilhas caribenhas de Martinica e de Guadalupe.

Diante disso, primeiramente é apresentado o debate acerca das possíveis origens do crescimento massivo da macroalga nos últimos anos, especialmente a partir de 2011, com ênfase na prática do desmatamento e do uso de agrotóxicos e de fertilizantes.

Em seguida, são apresentadas as consequências dos encalhes massivos da macroalga nas costas brasileiras e caribenha, juntamente com as implicações sociais, econômicas e ambientais que os encalhes agregam consigo.

Posteriormente, discutem-se os vários *status* do *Sargassum*, ou seja, a alga sob uma perspectiva de elemento natural, sob o viés de resíduo ou de poluição a ser gerenciado pelas autoridades locais, bem como sob a visão de espécie invasora.

Por fim, discute-se a responsabilidade ambiental no caso *Sargassum*, especialmente em consideração à competência dos entes federativos de gerenciamento dos encalhes decorrentes do crescimento da macroalga.

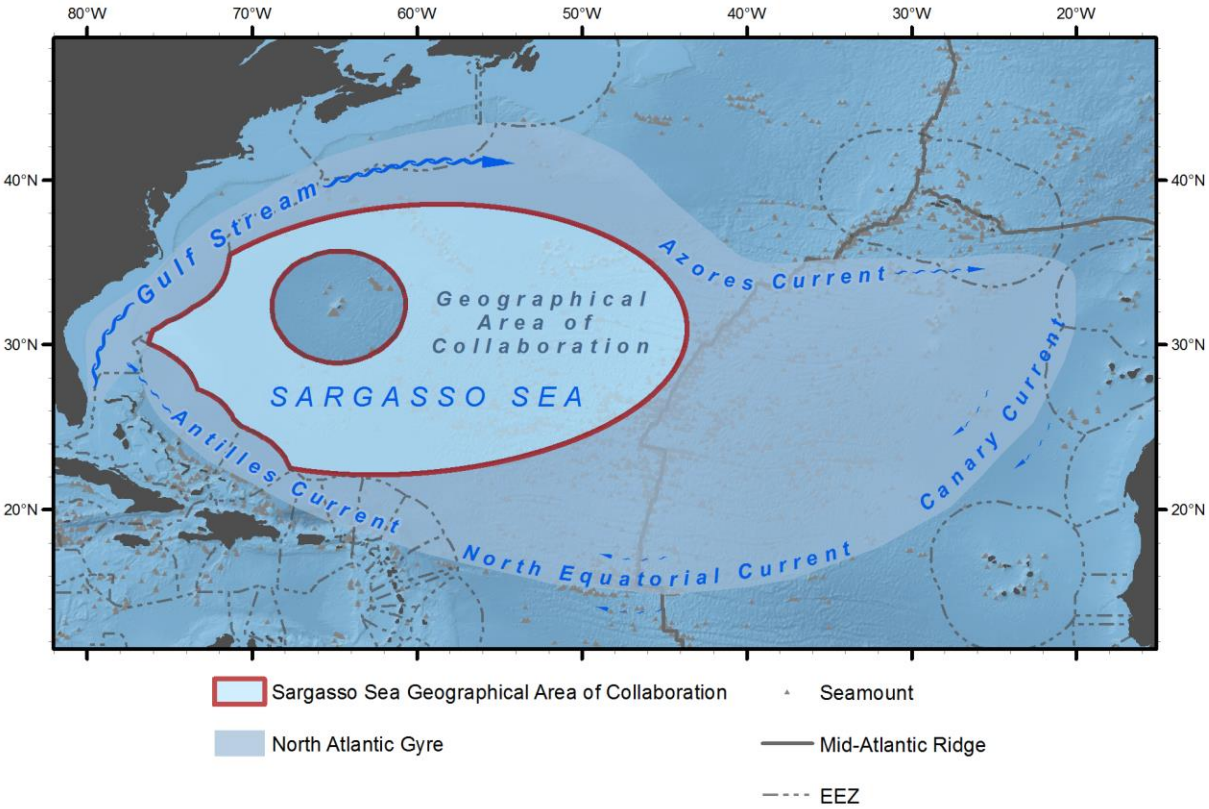
## 3.1 O FENÔMENO DO *SARGASSUM* E SUAS POSSÍVEIS ORIGENS

O *Sargassum* é um gênero de algas que naturalmente existe no oceano, tendo sido encontrado pela primeira vez no século XV, por Cristóvão Colombo, no Oceano Atlântico. No total, existem aproximadamente 339 espécies de algas marinhas douradas, sendo que a maior parte dessas espécies são pelágicas e podem ser encontradas na superfície, como é o caso das espécies *S. Fluitans* e *S. Natans*, que formam os colchões e as Marés de *Sargassum* sobre as águas do mar (Martinelli-Filho, 2015; Devault, 2020; Lapointe et al., 2021; Rossignolo et al., 2022; Broman, 2019; Wang et al., 2019; Djakouré, 2017; Galy, 2022; Da Silva, Dos Santos, Dutra, 2024).

O Mar ou as Marés de *Sargassum* é um importante ecossistema de macroalgas, associadas aos peixes e aos crustáceos, localizado naturalmente ao

noroeste do Oceano Atlântico[77], em Área Além da Jurisdição nacional, ressalvada a Zona Econômica Exclusiva, de Bermudas, de modo que, no alto mar, as algas são protegidas por normas internacionais. Em seu espaço natural. eles servem de abrigo, de refúgio e de alimento aos animais, o que reflete a sua importância para o meio ambiente (Wang et al., 2019; Lapointe et al., 2021; Oviatt et al., 2019; Da Silva, Dutra, Santos, 2024; Sissini et al., 2017).

Imagem 1: O Mar de *Sargassum*




Fonte: Lafolley et al., 2011

Entende-se que a formação do Mar de *Sargassum* é estimulada por fontes naturais de nutrientes, a exemplo das excreções dos peixes e dos animais invertebrados, bem como da presença de nitrogênio, nitrato, fosfato e ferro. Além disso, a reprodução da macroalga requer energia da luz solar, dióxido de carbono, temperatura favorável e clorofila. Portanto, em especial as espécies *Natans* e *Fluitans*, possuem um ciclo de vida holopelágico, isto é, reproduzem-se vegetativamente na superfície (Lapointe et al., 2021; Broman, 2019; Martinelli-Filho, 2015; Djakouré,

[77] Esta área ocupa aproximadamente 4.164.000 de quilômetros quadrados, estendendo-se entre 228º–388º, ao Norte, e 768º–438º, ao Oeste, centralizado em 308º, Norte, e 608º, Oeste.

2017). Importante salientar que o *Sargassum* tem uma taxa de crescimento rápida, apesar de a sua floração ter sazonalidade relativa, com pico durante os meses de junho, julho e agosto (Broman, 2019).

A partir do ano de 2011, houve um crescimento excessivo do *Sargassum*, em frequência e em área, o que gerou encalhes massivos nas praias do Norte e Nordeste brasileiros, além do México, do Sul da Flórida, do Oeste da África e das ilhas caribenhas de Guadalupe e Martinica (Broman, 2019; Martinelli-Filho, 2015; Djakouré, 2017; Johns, 2020). Nesse período, a primeira floração da alga no Brasil ocorreu na costa do Nordeste, próximo à foz do Rio Amazonas, nos meses de março a setembro, sendo que os meses de junho, julho e agosto apresentaram a maior expansão de *Sargassum* no país (Broman, 2019).

Ao contrário das Marés de *Sargassum* naturalmente encontradas até então no Oceano Atlântico, as grandes quantidades da macroalga reportadas causaram problemas de ordem ambiental, ecológica, econômica e de saúde humana nas regiões em que se encontravam depositadas em excesso. Exemplificativamente, no ano de 2018, o *Sargassum* somou 20 milhões de toneladas em junho, seguidas de 27 milhões de toneladas em junho e agosto de 2019 (Wang et al., 2019; Leuzinger e Teles da Silva, 2022). Assim, questionam-se os motivos de as florações terem ocorrido em excesso somente a partir de 2011, pois a alga já existia anteriormente.

Parte da literatura aponta para a mudança da quantidade de nutrientes no Oceano Atlântico. No ano de 2009, os nutrientes no rio Amazonas já eram superiores ao habitual. Além disso, em 2011, as temperaturas do mar também se encontravam superiores, o que parte da literatura relaciona com as mudanças climáticas. Portanto, somaram-se à descarga de nutrientes no Oceano Atlântico, a alta temperatura e a baixa salinidade em 2010, que atrasou as florações até 2011 (Wang et al., 2019; Gros-Desormeaux, Priam, Tupiassu, 2021; Leuzinger, Da Silva, 2022; Da Silva, Dos Santos, Dutra, 2024; Marsh et al., 2023).

No período compreendido entre 1979 a 2018, houve uma tendência crescente de concentração de nitrato e de fosfato no rio Amazonas, cujas origens apontam a prática do desmatamento, a conversão do uso do solo, bem como o consumo de fertilizantes (Aquino et al., 2022; Djakouré et al., 2017; Wang et al., 2019).

Em estudo realizado por Aquino et al. (2022), em que oito cruzeiros oceanográficos investigaram a dinâmica dos nutrientes inorgânicos dissolvidos na camada superficial da coluna de água da Plataforma Continental e sua relação com

as florações de *Sargassum*, foi encontrado um excesso de nitrogênio, especialmente durante o período de maior vazão dos rios Amazonas e Tocantins (PA), momento coincidente com a ocorrência de floração das algas. Reitera-se que o nitrogênio é um dos nutrientes que servem à proliferação da macroalga.

A bacia hidrográfica do rio Amazonas passou por mudanças no último século, em decorrência sobretudo do desmatamento na região, da expansão da agricultura, da conversão do uso do solo e do aumento do uso de fertilizantes e agrotóxicos. Assim, os nutrientes nitrato e fosfato, associados à água doce do rio Amazonas, que é fonte de carbono orgânico e inorgânico para o Oceano Atlântico Tropical, são aspectos que se relacionam ao florescimento excessivo da macroalga (Aquino et al., 2022; Broman, 2019).

Portanto, os rios amazônicos assumem especial relevância no contexto de proliferação do *Sargassum*, na medida em que eles são responsáveis pela distribuição dos nutrientes e pela determinação da salinidade dos gradientes. Exemplificativamente, a água doce do rio Amazonas descarrega até 200 mil metros cúbicos de água por segundo no Oceano Atlântico, juntamente com sedimentos que alteram a cor do mar (Aquino et al., 2022; Leuzinger, da Silva, 2022; Broman, 2019). Para além dos nutrientes e da temperatura das águas, as mudanças climáticas e a presença de ciclones podem ter auxiliado na movimentação do Mar de *Sargassum* para que ele se aproximasse do Caribe (Da Silva, Dos Santos, Dutra, 2024; Louime et al, 2017; Djakouré, 2017).

O aumento na taxa de desmatamento contribuiu para processos de erosão e de lixiviação, os quais acrescentaram maior quantidade de nitrogênio às terras desmatadas. Esse nitrogênio chega aos rios quando o ciclo de equilíbrio entre o solo e as plantas é quebrado por meio do desmatamento, de modo que os nutrientes armazenados no solo são lançados pelas chuvas aos corpos d’água adjacentes (Artaxo et al., 2005; Aquino et al., 2022; Santos et al., 2017).

Portanto, o desmatamento no Brasil altera o ciclo do nitrogênio, além de modificar as condições do solo no que tange à perda de seus nutrientes. Em linhas gerais, o nitrogênio é aproveitado pelas plantas na forma de nitrato, mas por meio das chuvas ele chega aos rios e mares na forma de amônia. Dessa forma, as queimadas na Amazônia ocasionam a evaporação dos compostos nitrogenados, que formam a chuva ácida, gerando um aumento de nitrogênio na biosfera e, consequentemente,

alterando o ciclo hidrológico das chuvas (Artaxo et al., 2005; Fearnside, 2005; Santos et al., 2017).

> O conjunto destas fortes alterações em processos atmosféricos críticos para a saúde do ecossistema indicam que mudanças de uso de solo vão além somente da troca de floresta por áreas de pastagem e cultivo, mas apontam para mudanças ambientais mais profundas com efeitos no ecossistema amazônico e possivelmente no clima de outras regiões do Brasil (Artaxo et al., 2005, p. 193).

Assim, as investigações voltadas a desvendar as possíveis causas que teriam norteado o aumento desmedido do *Sargassum* nos últimos anos levantou a hipótese da participação do Estado brasileiro, em particular da região amazônica, por meio do desmatamento e do uso de fertilizantes e de agrotóxicos na agricultura amazônida. Isso conduz à compreensão da Teoria do Caos ou Efeito Borboleta no direito ambiental, segundo a qual simples alterações no estado inicial de um sistema possuem fortes influências na sua condição dinâmica final. Exemplificativamente, o bater de asas de uma borboleta no Brasil poderia gerar um terremoto no Texas (Dos Santos, 2023; Gonçalves, 2020).

Dessa forma, a partir da Teoria do Caos ou do Efeito Borboleta, seria possível considerar que os sedimentos químicos lançados no oceano, fruto do desmatamento na Amazônia, ocasionaram o crescimento excessivo e os encalhes de *Sargassum* nas costas brasileira e caribenha. Isso ocorre porque os sistemas naturais podem se comportar de forma não linear em relação aos seus processos, de forma que simples ações humanas ou naturais podem gerar efeitos drásticos ou complexos (Dos Santos, 2023; Gonçalves, 2020).

Importante destacar que há literatura minoritária que discorda das justificativas dos nutrientes para a proliferação do *Sargassum*. Existe a possibilidade de que a disposição da macroalga esteja relacionada aos furacões, à anomalia dos ventos e das correntes oceânicas, que têm movimentado os oceanos e as algas e gerado um transporte anômalo do *Sargassum*. Ainda, a temperatura da superfície e a irradiação seriam fatores com maior impacto na reprodução da alga (Jouanno et al., 2021; Skliris et al., 2021; Johns, 2020).

Ademais, é importante considerar o papel da mudança climática no contexto de proliferação massiva da macroalga. Parte da literatura considera que a dispersão da alga pode ser atribuída às mudanças ambientais e climáticas a longo prazo, notadamente diante do crescimento do *Sargassum* em águas quentes e com bons

níveis de nutrientes, como é o caso do Atlântico Tropical. Desse modo, o aquecimento tropical pode favorecer o descolamento da alga para outras áreas além das costas já afetadas (Da Silva, Dos Santos, Dutra, 2024; Marsh et al., 2023).

Dessa forma, a mudança climática, a variabilidade da temperatura das águas oceânicas, da circulação de nutrientes do oceano e das anomalias dos ventos regionais poderia afetar a redistribuição do *Sargassum* produzido no Atlântico Norte, de modo a dispersar a macroalga em direção ao Caribe e à África Ocidental (Da Silva, Dos Santos, Dutra, 2024; Skliris et al., 2022; Johns et al., 2020; Marsh et al., 2023).

Embora os nutrientes possam não ser a única causa de crescimento da macroalga nos últimos anos, isso não exclui o fato de as descargas do rio Amazonas estarem associadas a outros fatores de acumulação do *Sargassum*, a exemplo do estímulo advindo da luz solar intensa, do fluxo alto de nutrientes em oceano aberto, que podem ser espalhados por redemoinhos e pela movimentação da água (Johns, 2020; Marsh et al., 2023).

Diante disso, não há unanimidade entre os cientistas sobre as possíveis causas para o crescimento exponencial dos encalhes, considerando-se também a variabilidade das causas – algumas são variadas e concorrentes entre si –, dentre as quais citam-se a temperatura e a circulação do oceano, o escoamento de fertilizantes, variabilidade climática, desmatamento e destruição de terras, além da conversão de uso do solo (Broman, 2019; Wang et al., 2019; Aquino et al., 2022; Djakouré et al., 2017; Skliris et al., 2022; Noriega, 2017).

Embora as hipóteses de possíveis causas do *Sargassum* sejam variadas, elas devem ser consideradas em conjunto, pois há uma indissociabilidade dessa problemática e da contribuição do Estado brasileira, sob a lente do desmatamento na Amazônia, que acaba por conduzir elementos químicos para os rios, a exemplo do nitrogênio (Noriega, 2017).

Nesse contexto, deve-se igualmente observar que há fontes diversas do nitrogênio, como a agricultura tradicional e o uso de agroquímicos, as indústrias e esgotos sem tratamento. Aqui será dada primazia a análise da questão agrícola, considerando-se a indústria agropecuária[78]. Diante disso, considera-se que a ocupação irregular do solo na região amazônica, a monocultura de soja e a exploração

[78] Este trabalho concentra-se de modo especial na agropecuária, com ênfase na prática do desmatamento e no uso de agroquímicos, devido à dificuldade de disponibilidade de dados relacionados aos esgotos, bem como a ausência de análise desses casos.

de gado nas margens dos rios, liberam substâncias capazes de aumentar a reprodução do *Sargassum* (Noriega, 2017; Wang et al., 2019).

No Pará, entre os anos de 2008 e de 2018, mais de 30 mil quilômetros quadrados foram desmatados, sendo um terço dessa área localizada na região do rio Tocantins. Esse desmatamento é acompanhado de avanços na área da agricultura, associada à produção de fertilizantes, que aumentou em aproximadamente 67% entre os anos de 2011 e 2016 (Aquino et al., 2022; Gros-Desormeaux, Priam, Tupiassu, 2021; Djakouré, 2017). Assim, as bacias hidrográficas do Tocantins, Tapajós e Araguaia tiveram uma redução na formação vegetal ao longo das três últimas décadas, de forma que as florestas diminuíram significativamente. Por outro lado, as áreas agrícolas duplicaram entre 2010 e 2018 (Gros-Desormeaux, Priam, Tupiassu, 2021).

Assim, há evidências objetivas que conduzem à hipótese aqui levantada das atividades desenvolvidas na bacia hidrográfica do rio Amazonas e no uso da terra nessa região mostrarem-se como um dos principais motivos da floração excessiva do *Sargassum*. Isso ocorre em razão da rápida taxa de desmatamento que a Amazônia tem sofrido nas últimas décadas (Sissini et al., 2017; Djakouré et al., 2017; Wang et al., 2019; Broman, 2019).

Portanto, se o desmatamento e o consumo de agroquímicos no Brasil persistirem em um ritmo acelerado[79], os aportes de nutrientes no Rio Amazonas estimularão a proliferação da macroalga no Atlântico tropical e as consequentes implicações negativas para a população costeira, as quais serão abordadas a seguir[80].

## 3.2 AS CONSEQUÊNCIAS DOS ENCALHES DE *SARGASSUM*

É possível visualizar o *Sargassum* em, pelo menos, dois momentos distintos: o Mar de *Sargassum* e os encalhes de *Sargassum*. O *Sargassum* encalhado nas costas marinhas gera consequências negativas nos campos ambiental, social e econômico às comunidades costeiras e aos gestores de recursos. Por outro lado, o Mar de *Sargassum*, enquanto elemento natural no oceano, é concebido por biólogos marinhos e por oceanógrafos como importante ao ecossistema orgânico, abrigo para

[79] De acordo com a Organização das Nações Unidas para a Alimentação da Agricultura (FAO), o Brasil é o segundo maior consumidor de agrotóxicos no mundo, sendo que, em 2021, 719.507 toneladas de agrotóxicos foram utilizadas no país (FAO, 2022).

[80] Apesar do aspecto transfronteiriço da problemática, a questão é abordada a partir da dinâmica dos efeitos negativos para o Estado brasileiro e para a população amazônida.

espécies marinhas, sendo alvo de proteção, o que reflete uma controvérsia sobre sua gestão (Da Silva, Dos Santos, Dutra, 2024; Broman, 2019; Wang et al., 2019; Devault, 2020).

Apesar de o *Sargassum* fornecer um *habitat* precioso para grande parte da vida marinha, quando atinge as regiões da Costa, a alga compete com as espécies nativas, de maneira a formar um colchão sobre o mar, inviabilizando a entrada da luz do sol, o que reduz as fontes de nutrientes, inclusive para as próprias algas, impactando negativamente o bem-estar, as atividades e os meios de subsistência humanos, o transporte e a navegação marítimos, a saúde pública, a pesca e o turismo (Devault, 2020; Lopez et al., 2021).

O excessivo encalhe de *Sargassum* nos últimos anos ofereceu consequências catastróficas ao ecossistema, à saúde humana e à economia nas zonas costeiras. Houve impactos negativos às ervas marinhas, aos recifes e às práticas de nidação e incubação de tartarugas, ocasionando a morte de espécies e o prejuízo à biodiversidade (Lapointe et al., 2021; Rodríguez- Martinez et al., 2019).

Os grandes volumes de algas levadas para as margens podem causar problemas severos para a saúde humana, bem como danos à fauna silvestre, pois há a produção de hidrogênio corrosivo, de gás sulfídrico, de amônia, de arsênio, além de outros elementos prejudiciais, como o empecilho do acesso ao mar por parte de navios, seres humanos e outros animais, de forma a prejudicar os ecossistemas afetados (Devault, 2020; Smetacek, Zingone, 2013; Louime, 2017).

Além disso, os encalhes de *Sargassum* impactam negativamente o turismo, considerando que as macroalgas cobrem praias turísticas populares, como é o caso das ilhas caribenhas, do município de Salinópolis e do Arquipélago de Fernando de Noronha, o que afasta os turistas, prejudicando os restaurantes nas praias, os hotéis e os proprietários do entorno, que se veem obrigados a se desfazer de suas casas. Nesse caso, além da perda dos lucros, é preciso considerar o alto investimento realizado para a retirada das algas das praias (Broman, 2019; Louime, 2017; David, 2023).

Imagem 2: Encalhes de *Sargassum* no Pará

Fonte: Sissini et al., 2017.

A partir de 2010, os encalhes de *Sargassum* ocuparam as costas das ilhas caribenhas, como Martinica e Guadalupe, afetando as atividades turísticas e a pesca na região, além de colocar em risco a saúde humana e a população local. No caso da pesca, a macroalga prejudica a atividade, na medida em que ela se prende às redes dos pescadores e aos motores dos barcos (Galy, 2022; Faroult, 2021; Rodríguez-Martinez et al., 2019).

É importante destacar que, no caso da região caribenha, as consequências são assimétricas. Isso porque vários territórios da região são caracterizados por seu pequeno tamanho, pelas suas vulnerabilidades sociais, econômicas e ambientais, de forma que são classificados como Pequenos Estados Insulares em Desenvolvimento. No caso da Martinica, a sua vulnerabilidade compreende a exposição a vários riscos naturais, como os ciclones e as inundações (Galy, 2022; Faroult, 2021).

Assim, as ilhas do Caribe constituem pequenos territórios vulneráveis a riscos naturais, como ciclones, vulcanismos, eventos meteorológicos, bem como são suscetíveis a riscos sanitários, a exemplo da dengue, da *zika*, da *chikungunya*. Além desses aspectos, a poluição do solo é uma realidade do território (Gros-Desormeaux, 2021; Galy, 2022).

Diante disso, é possível dizer que os impactos socioambientais ocasionados pelo excesso de *Sargassum* acentuam a vulnerabilidade a que estão submetidas as Ilhas do Caribe, como Martinica e Guadalupe (Castro, 2021; Gros-desormeaux, 2021).

A ilha de Martinica viveu quatro encalhes massivos de *Sargassum* nos anos de 2011, 2014, 2015, 2018 e 2021, embora não se saiba ainda precisar a quantidade exata desses encalhes em cada ano, o que dificulta a mobilização dos gestores na busca de alternativas. Todavia, estima-se que somente no mês de março de 2020, as ilhas caribenhas acumulavam mais de 4 milhões de toneladas de *Sargassum* (Faroult, 2021; Leuzinger, da Silva, 2022).

Em termos monetários, somente a limpeza em todo o Caribe, no ano de 2018, custou 120 milhões de dólares, o que não contabiliza a redução das receitas do turismo (Lapointe et al., 2021).

Em Cancún, no México, as autoridades estimam que a limpeza de cada metro do litoral pode chegar ao valor de 100 mil dólares. A gestão investiu aproximadamente 10 milhões de dólares e contratou 500 trabalhadores temporários para remover a alga. Somente no ano de 2015, o governo estimou o valor de 3 milhões de dólares para a remoção dos encalhes no México (Louime, 2017; Rodríguez-Martínez et al., 2016; Oviatt et al., 2019).

Nos Estados Unidos, a remoção da alga das praias do Texas foi estimada em aproximadamente 3 milhões de dólares por ano. Na Flórida, as despesas estimadas com a remoção, em Miami, custaram 45 milhões de dólares por ano (Lapointe et al., 2021).

No Brasil, o *Sargassum* tem invadido as regiões costeiras do Norte e Nordeste. No estado do Maranhão, em 2021, foi encontrada uma extensão de 4 quilômetros e estimado um peso de 200 toneladas da macroalga (Rossignolo et al., 2022).

Na praia do município de Salinópolis, no Estado do Pará, os encalhes de *Sargassum* foram constatados no início e no final de maio de 2014, quando mais de 200 toneladas da alga foram depositadas na praia do Atalaia (Martinelli-Filho, 2015).

Nesse período, a municipalidade encarregou-se de limpar as praias e de descartar as algas a fim de evitar perdas econômicas do turismo, cuja evasão foi observada pela secretaria ambiental do município de Salinópolis (Martinelli-Filho, 2015).

É importante destacar que o município de Salinópolis é um dos principais polos turísticos de praias amazônicas. Dessa forma, o crescimento do *Sargassum* na região mostra-se prejudicial às comunidades locais, de maneira a afetar negativamente a economia pesqueira, além de comprometer o equilíbrio ambiental da região (Amorim, 2017).

O aumento de algas na região de Salinópolis afeta o turismo, os surfistas e, consequentemente, os restaurantes do entorno, na medida em que, uma vez expostas ao sol, as algas entram em decomposição e liberam um odor desagradável aos banhistas e à população local. Além disso, há um prejuízo para a pesca, pois as algas se depositam nas redes de arrasto (Sissini, 2017; Gonçalo, Martinelli-Filho, 2015).

A pesca, de modo especial, representa uma importante fonte de renda e de subsistência para as diversas regiões do Brasil, notadamente para a região Norte, onde se encontra o município de Salinópolis, no Pará. Por assim ser, essa atividade perpassa por fatores econômicos e sociais, assumindo papel relevante na ocupação de mão de obra, na geração de renda e na oferta de alimentos para a população local e para os turistas (Amorim, 2017).

Em abril de 2015, o *Sargassum* ocupou o Arquipélago de Fernando de Noronha, sendo sucedido de ocupações em regiões costeiras do Brasil, como o Pará e o Maranhão. Além disso, a macroalga foi encontrada na reserva biológica Atol das Rocas e no Arquipélago de São Pedro e São Paulo (Sissini et al., 2017).

Estima-se que a camada de *Sargassum,* em Pernambuco, tenha chegado a um metro e meio de altura, aspecto que gerou um prejuízo à biota em decorrência da morte de peixes e de outros animais na região (Sissini et al., 2017).

Na região de Sergipe, aproximadamente 400 toneladas de *Sargassum* foram recolhidas no litoral. A prefeitura de Aracaju recolheu quase 200 toneladas da alga, com o auxílio de retroescavadeiras e caçambas (Leuzinger, Da Silva, 2022).

Em termos de saúde pública, o excesso da macroalga afeta de formas diferentes as vidas das pessoas. Primeiramente, não é aconselhável banhar-se nas praias com alta concentração de *Sargassum*, pois há um alto risco de afogamento. Além disso, a decomposição da alga na praia libera sulfeto de hidrogênio (H2S), um gás extremamente tóxico e responsável por fortes odores (Louime, 2017).

Em razão de sua toxicidade, o gás H2S pode causar irritação nos olhos e no sistema respiratório, ainda que seja inalado em doses baixas. Em altas quantidades, o gás pode paralisar o nervo olfativo e gerar perda de consciência. Dessa forma, as pessoas que sofrem de doenças respiratórias devem evitar os encalhes de *Sargassum* em decomposição (Louime, 2017).

O gás H2S é prejudicial aos residentes e aos utilizadores das praias, especialmente para os indivíduos que já possuem problemas respiratórios, gerando dores de cabeça, dores de estômago, incômodo olfativo e problemas oculares. Os

residentes também são afetados pela dificuldade de acesso às águas, notadamente se forem pescadores que dependem dessa atividade para sobreviverem (Lopez et al., 2021; Faroult, 2021).

Em 2018, durante os grandes encalhes da macroalga, mais de 11 mil residentes das Ilhas de Martinica e de Guadalupe foram diagnosticados com a exposição aguda ao gás H2S (Lapoionte et al., 2021).

Além disso, os residentes locais têm sofrido com a perda dos seus eletrodomésticos e de veículos em decorrência dos vapores de gases. Diante disso, muitos proprietários colocam à venda seus imóveis, embora o valor das casas tenha decaído consideravelmente (David, 2023).

Na perspectiva ambiental, o excesso de encalhe de *Sargassum* contribui para o ressecamento dos mangues e para a morte de espécies marinhas variadas, como tartarugas, peixes e camarões. No mais, há um risco potencial de aumento na erosão das praias e no recuo da linha costeira após o recolhimento da macroalga (Faroult, 2021).

Considerando que o *Sargassum* é formado por linhas finas que constituem um colchão flutuante de quase 100 metros de largura e 3 metros de profundidade, esses colchões, ao atingirem regiões próximas às praias, competem com outras espécies, reduzem a luz solar e acabam com nutrientes disponíveis (Leuzinger, Da Silva, 2022).

Ademais, as tartarugas ficam impedidas de atravessar as camadas de *Sargassum* em decomposição, de forma que os filhotes também não conseguem chegar ao mar. Desse modo, as tartarugas e outras espécies viram presas para os predadores (Leuzinger, Da Silva, 2022; Lopez et al. 2021).

Em decorrência do decrescimento do nível de oxigênio e da alteração química das algas, há uma tendência de que as relvas marinhas e os peixes morram, pois necessitam dele e da luz para sobreviverem. Essas relvas são refúgio, *habitat* e alimento para várias espécies marinhas, além de protegerem a Costa da erosão e de reduzirem a força do mar durante as tempestades e os furacões, bem como servem ao armazenamento de carbono (Rodríguez-Martinez et al., 2019; Louime, 2017).

Por assim ser, registraram-se o aumento de espécies marinhas mortas, como peixes, polvos, tartarugas, dentre outros, em locais com alta concentração de *Sargassum*. Em termos quantitativos, foram encontrados cadáveres de 76 espécies diferentes de animais no *Sargassum* em decomposição, depositado ao longo das praias de Quintana Roo, no México (Rodríguez-Martinez et al., 2019).

Diante dos efeitos negativos dos encalhes de *Sargassum,* pode-se indagar de que forma assegurar o direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, garantia constitucional[81]. Se as condições de vida das comunidades ao entorno dos encalhes são impactadas pelas proximidades com a alga em decomposição, notadamente no que tange à saúde pública em decorrência da presença do gás H2S, a forma de assegurar esse direito mostra-se alvo de discussões. Para tanto há a necessidade de compreender qual o estatuto jurídico do *Sargassum,* o que será abordado a seguir.

## 3.3 OS DIFERENTES *STATUS* DO *SARGASSUM*

O *Sargassum* assume diferentes *status* a depender de variados fatores, como o local em que está inserido, se no Mar de *Sargassum* no oceano, ou se é encalhe de *Sargassum* nos litorais; se está vivo ou em decomposição; se é benéfico ou maléfico ao ecossistema (Da Silva Dos Santos, Dutra, 2024; David, 2023; Galy, 2022; Leuzinger, Da Silva, 2022).

A sua característica holopelágica do, isto é, o fato da alga afastar-se da profundidade, é relevante para a definição de sua natureza jurídica porque possibilita que a alga atravesse diferentes espaços marítimos, como as águas internacionais e as áreas de soberania nacional dos Estados costeiros (David, 2023).

Assim, os encalhes de *Sargassum* localizados nas costas assumem um *status* de ameaça a esses ambientes, na medida em que há o comprometimento do equilíbrio ambiental pela morte de animais e pela entrada de espécies exóticas em diferentes ecossistemas, bem como há a sua decomposição e liberação de gases tóxicos, que gera efeitos negativos nas atividades turísticas e na pesca local (Sissini et al., 2017).

Ocorre que o *Sargassum* não é um elemento negativo em si mesmo, isto é, quando está livre no mar, é benéfico e importante para a manutenção da biodiversidade, notadamente quando atua como *habitat* pelágico único. Por outro lado, os encalhes em massa da macroalga têm um grande impacto negativo para as comunidades costeiras, para a saúde pública, para o turismo e para a pesca[82] (Lopez et al., 2021).

---

[81] Art. 225. Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao Poder Público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá- lo para as presentes e futuras gerações (Brasil, 1998).

[82] Os impactos social, econômico e ambiental são tratados na seção 1.1. deste trabalho.

Embora os encalhes de *Sargassum* nas costas gerem impactos negativos locais, o Mar de *Sargassum* é considerado por oceanógrafos e por biólogos marinhos como vital para o ecossistema do Oceano Atlântico (Broman, 2019). Isso ocorre porque o Mar de *Sargassum* oferece ecologicamente estruturas de apoio a várias espécies marinhas, a exemplo de fornecimento de *habitat*, alimento, abrigo, criadouro e viveiro para a fauna marinha e espécies ameaçadas de extinção (Broman, 2019; Louime, 2017; Lopez et al., 2021).

O *Sargassum* é importante para a preservação da biodiversidade marinha quando suas florações ocorrem em seu espaço natural. Ele é uma comunidade organizada de algas, que fornece refúgio, abrigo, alimento, berçário natural, dentre outras características (Leuzinger, Da Silva, 2022).

Ainda quando o *Sargassum* se encontra nas costas, o encalhe em quantidades limitadas serve de alimento para invertebrados e aves marinhas. No mais, nas extensões de areia do litoral, como nas praias e nas dunas, o *Sargassum* contribuiu para o enriquecimento do solo e para a redução da erosão, além de servir de berçário para as tartarugas marinhas vulneráveis a predadores. Portanto, não se mostra razoável concluir que o *Sargassum* nas costas seja necessariamente ruim, enquanto que o *Sargassum* ao mar seja necessariamente bom, pois a depender da quantidade a macroalga pode fornecer elementos importantes ao ecossistema (Galy, 2022; Louime, 2017).

> Os sargaços foram considerados benéficos para os ecossistemas costeiros, por abrigarem peixes juvenis e tartarugas das águas costeiras ou por fertilizarem, misturados à areia, as plantas das dunas e das praias, contribuindo assim para a estabilidade dos litorais. (...) Está, ademais, hoje estabelecido cientificamente que o Mar de Sargaços é um ecossistema precioso a proteger (David, 2023, p. 586)[83].

É nesse sentido protecionista, devido à importância ecológica e econômica do *Sargassum*, que o Mar de *Sargassum* foi amparado por iniciativas de conservação, especialmente nas áreas que estão além da jurisdição nacional. Um exemplo dessas iniciativas é a criação, pelo governo de Bermudas, da Comissão do Mar de

[83] (...) les sargasses étaient considérées comme bénéfiques pour les écosystèmes de bord de mer, en abritant des juvéniles de poissons et tortues des eaux côtières ou en fertilisant, mélangé au sable, les plantes des dunes et plages, contribuant ainsi à la stabilité des littoraux. . Il est par ailleurs aujourd'hui établi scientifiquement que la Mer des Sargasses est un écosystème précieux à protéger (David, 2023, p. 586).

*Sargassum*, que incentiva a colaboração voluntária para a conservação desse ambiente em termos de saúde, produtividade e resiliência (Sissini et al., 2017).

Em agosto de 2014, o governo de Bermudas nomeou a primeira Comissão do Mar de *Sargassum,* criada a partir da assinatura da Declaração de Hamilton sobre Colaboração para a Conservação do Mar dos Sargaços (David, 2023; Freestone, Bulger, 2016; Sissini et al., 2017).

De acordo com a comissão, a proteção do *Sargassum* se justifica, dentre outros aspectos, em razão da importância biológica, como um local que fornece *habitats* essenciais nutridores de espécies marinhas; da importância como local de reprodução de espécies de enguias ameaçadas de extinção dos EUA, Canadá, Europa e Norte da África; de sua parte funcional do oceano mundial; da sua economia, que contribui significativamente para as economias de Bermudas e outros países da região (Lafolley et al., 2011).

A Declaração de Hamilton foi o primeiro instrumento não vinculativo que organizou o trabalho dos Estados signatários[84] e das organizações internacionais a fim de reduzir os efeitos adversos das atividades humanas no Mar de *Sargassum*, considerando que sua localização geográfica é em uma área além das jurisdições nacionais (Freestone, Bulger, 2016).

De acordo com a Declaração de Hamilton (2014), cabe aos seus membros exercer um papel de administração para o Mar de *Sargassum* a fim de manter a sua saúde, a sua resiliência e a sua produtividade sob contínua revisão. Além disso, a Declaração pauta-se nas seguintes diretrizes comuns:

> 1. Reconhecer que o Mar dos Sargaços é um importante ecossistema oceânico aberto, estando a maioria fora da área de jurisdição nacional, que merece reconhecimento por parte da comunidade internacional pela sua elevada importância ecológica e biológica, cultural e valor universal excecional. 2. Afirmar que o princípio orientador desta Declaração é conservar o ecossistema do Mar dos Sargaços para o benefício das gerações presentes e futuras. 3. Decidir em colaborar, tanto quanto possível, na busca de medidas de conservação para o ecossistema do Mar dos Sargaços através de organizações regionais e internacionais existentes, detentoras de competências relevantes (Declaração de Hamilton, 2014).

[84] São signatários da Declaração de Hamilton: governo de Bermudas, governo de Açores, governo de Mônaco, governo do Reino Unido da Grã Bretanha e Irlanda, governo dos Estados Unidos da América, governo das Ilhas Virgens Britânicas, governo de Bahamas, governo do Canadá, governo das Ilhas Cayman, governo da República Dominicana (Declaração de Hamilton, 2014).

Portanto, o Mar de *Sargassum* desempenha um relevante *status* ecológico, de modo que é conhecido pela Declaração de Hamilton como a floresta dourada flutuante do Atlântico. Por assim ser, nesse momento, o *Sargassum* possui um *status* de ser parte integrante da biodiversidade marinha, desempenhando importantes funções para muitas espécies (David, 2023).

Nessa seara, é importante destacar que a proteção do mar constitui uma das competências da Organização das Nações Unidas (ONU), a exemplo da Organização Marítima Internacional (OMI), cuja função é monitorar e regulamentar as atividades do mar, e do Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA). Em sua atuação, a OMI pôde avaliar o impacto dos encalhes de *Sargassum* nas áreas próximas aos portos do Caribe (Galy, 2022).

Nesse sentido, o artigo 192 da Convenção das Nações Unidas sobre Direito do Mar aponta que os Estados são obrigados a proteger e a preservar o meio marinho[85]. Para Galy (2022), o *Sargassum* poderia ser enquadrado nesse dispositivo como objeto de proteção.

Antes que a aparição crescente de *Sargassum* começasse a causar problemas nas regiões em que estão localizadas as algas, as suas vantagens ecossistêmicas foram evidenciadas e protegidas no litoral e no mar (Galy, 2022).

Em outra perspectiva, as espécies *Natans* e *Fluitans* podem ser classificadas no *status* de espécies exóticas invasoras (EEI), que são espécies localizadas fora de sua área natural e estão aptas a causarem danos ao meio ambiente, à saúde e à economia em decorrência de sua proliferação massiva. Assim, o *Sargassum* fora de seu local de origem e causador de prejuízo à biodiversidade, atrai a classificação de EEI (Da Silva, Dos Santos, Dutra, 2024; Leuzinger, Da Silva, 2022; Galy, 2022).

> Além disso, há, igualmente, a possibilidade de outros organismos se alojarem no sargaço ao cruzarem o oceano e tornarem-se espécies invasoras, provocando danos ambientais. Para além de outros organismos, a associação entre sargaço e detritos marinhos de plástico são propícios para o desenvolvimento de uma bactéria carnívora chamada *vibrio vulnificus*, que pode causar infecções que dão origem a feridas e septicemias fatais (Da Silva, Dos Santos, Dutra, 2024, p. 4).

Embora o *Sargassum* seja uma medida de proteção da diversidade biológica quando atuante no mar, a sua realidade massiva na praia é distinta. Ao atingir as

---

[85] ARTIGO 192. Obrigação geral. Os Estados tem a obrigação de proteger e preservar o meio marinho (Brasil, 1990).

praias em excesso, a alga é considerada EEI, pois se reproduz de forma descontrolada e causa desequilíbrio sistêmico e prejuízo à prestação de serviços ecossistêmicos essenciais à vida, de modo a transformar o ambiente a seu favor (Leuzinger; Da Silva, 2022).

Nesse *status* de EEI, o *Sargassum* impede que a luz solar alcance os manguezais e os recifes, de modo a reduzir o processo de fotossíntese e a causar a degradação das zonas costeiras. Ainda, a grande quantidade da macroalga pode gerar a morte de alguns animais, como peixes, tartarugas e golfinhos (Lopez et al., 2021).

No que tange às causas das bioinvasões dessas espécies, Leuzinger e da Silva (2022) afirmam que o desmatamento, o tráfico de animais silvestres, bem como as mudanças climáticas, dentre outros, são possíveis pontos de partida do fenômeno EEI.

No Caribe, o *Sargassum* é considerado EEI, de modo que é tratado como um pesadelo permanente para o turismo. Nessa classificação do seu *status*, parte-se do artigo 8, alínea H da Convenção sobre Diversidade Biológica, segundo o qual as partes contratantes devem impedir e erradicar as espécies exóticas ameaçadoras dos ecossistemas[86] (Galy, 2022).

Diante das possibilidades de concepção do *Sargassum*, visualiza-se que a macroalga possui um *status* jurídico variável em função do local em que ela está localizada; e se a alga está viva ou morta, isto é, viva no mar ou encalhada em decomposição nas praias, se é favorável ou desfavorável ao ecossistema, são algumas características a serem sopesadas antes de definir seu *status* (David, 2023).

> Essas duas espécies de sargaço são holopelágicas – se reproduzem vegetativamente e não se fixam no fundo do mar durante seus ciclos de vida – e, ao serem carregadas pelas correntes marinhas, formam colchões de sargaço e passam, de espécies-chave para a conservação da diversidade biológica, a espécies invasoras, que ameaçam a própria biodiversidade (LEUZINGER; SILVA, 2022, p. 1).

No entanto, a natureza jurídica da alga é uma questão complexa, pois o seu *status* não se resume ao fato de o *Sargassum* estar vivo ou morto. Isso porque o *Sargassum* próximo à Costa, embora ainda vivo, é um incômodo para os pescadores,

---

[86] Artigo 8. Conservação in situ. Cada parte Contratante deve, na medida do possível e conforme o caso: (...) h) impedir que se introduzam, controlar ou erradicar espécies exóticas que ameacem os ecossistemas, habitats ou espécies (Brasil, 1998).

para as hélices de barcos danificados, para os ecossistemas marinhos, uma vez que privam de luz e de oxigênio os recifes e os corais (David, 2023; Galy, 2022).

Em outra perspectiva, o *Sargassum* assume um *status* de um objeto jurídico não identificado (OJNI), uma vez que se por um lado, a macroalga merece proteção em decorrência da sua importância no meio ambiente; por outro lado, o excesso dos encalhes tem gerado problemas de saúde e ambientais, os quais o poder público encontra dificuldade para entender. No mais, um OJNI dificulta a tomada de políticas públicas eficazes para lutar contra o problema (David, 2023).

Diante do exposto, entende-se que o *Sargassum* vivo ou morto possui um *status* que varia de acordo com o espaço marítimo em que ele estiver. Por outro lado, o *Sargassum* morto e encalhado possui um outro *status* ainda indefinido pelas leis nacionais: se são lixo orgânico, poluição natural ou catástrofe natural (David, 2023).

> Para determinar a natureza jurídica da alga *sargassum*, pode-se dizer que *Sargassum* são plantas marinhas pertencentes à família das algas pelágicas. O seu estatuto jurídico, que seria o das plantas a proteger ou dos naufrágios a coletar e eliminar ou reciclar, difere dependendo se eles flutuam na superfície ou estão encalhados na costa (David, 2023, p. 589)[87].

No caso de buscar uma definição nacional para o *Sargassum* morto ou encalhado, menciona-se que a Política Nacional dos Resíduos Sólidos, instituída no Brasil pela lei nº 12.305 de 2010, define resíduos sólidos como o material ou substância, objeto ou bem descartado, resultante de atividades humanas em sociedade[88]. Outro conceito é o de rejeitos, que são concebidos como os resíduos sólidos que não apresentem outra possibilidade de uso a não ser a disposição final ambientalmente adequada[89]. Assim, o *Sargassum* não se enquadra no conceito de resíduo.

---

[87] Pour déterminer la nature juridique des algues sargasses, on pourrait dire que les sargasses sont des végétaux marins appartenant à la famille des algues pélagiques. Leur statut juridique qui serait celui de végétaux à protéger ou d'épaves à ramasser et éliminer ou valoriser, diffère selon qu'elles flottent en surface ou qu'elles s'échouent sur le littoral (David, 2023, p. 589).

[88]Art. 3º Para os efeitos desta Lei, entende-se por: (...) XVI - resíduos sólidos: material, substância, objeto ou bem descartado resultante de atividades humanas em sociedade, a cuja destinação final se procede, se propõe proceder ou se está obrigado a proceder, nos estados sólido ou semissólido, bem como gases contidos em recipientes e líquidos cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou em corpos d'água, ou exijam para isso soluções técnica ou economicamente inviáveis em face da melhor tecnologia disponível; (Brasil, 2010).

[89](...) XV - rejeitos: resíduos sólidos que, depois de esgotadas todas as possibilidades de tratamento e recuperação por processos tecnológicos disponíveis e economicamente viáveis, não apresentem outra possibilidade que não a disposição final ambientalmente adequada; (Brasil, 2010).

A lei brasileira também define o conceito de poluição. Nos termos da Política Nacional do Meio Ambiente (PNMA), instituída pela lei nº 6.938 de 1981, a poluição é a degradação da atividade ambiental a partir de atividades que, dentre outras, prejudique a saúde, afetem a biota, as condições estéticas ou sanitárias do meio ambiente[90]. Portanto, o *Sargassum* não se enquadra no conceito de poluição.

Ocorre que a PNMA define também o conceito de poluidor como sendo a pessoa física ou jurídica responsável direta ou indiretamente por atividade causadora de degradação ambiental[91].

No âmbito internacional, tem-se a Convenção das Nações Unidas sobre o Direito do Mar, promulgada no Brasil pelo decreto nº 99.165 de 1990. Em seu artigo 1, a poluição é definida como a introdução pelo homem, direta ou indiretamente, de substâncias no meio marinho que possam vir a provocar efeitos nocivos, como danos aos recursos vivos, riscos à saúde do homem, alteração da qualidade da água do mar, dentre outros.[92]

Diante disso, o *Sargassum* não pode ser considerado lixo nem poluição, pois a legislação demanda a presença de uma intervenção humana que detenha e se desfaça do lixo, bem como a intervenção humana direta ou indireta, no caso da poluição. No caso do *Sargassum*, não se visualiza uma intervenção humana para a alocação dos encalhes nas costas, apesar de que a sua possível origem tenha relação com ações humanas, como é o caso do desmatamento e das práticas agrícolas (Da Silva, Dos Santos, Dutra, 2024; David, 2023; Wang et al., 2019; Sissini et al., 2017).

Paralelamente, a legislação brasileira também exige a presença humana na consideração de resíduo sólido ou na poluição. Embora a macroalga não possa ser considerada poluição, é inevitável a responsabilização pelo lançamento de nutrientes no oceano e a consequente alteração da biota, o que tem sido realizado pelas práticas

---

[90]Art. 3º - Para os fins previstos nesta Lei, entende-se por: (...) III - poluição, a degradação da qualidade ambiental resultante de atividades que direta ou indiretamente: a) prejudiquem a saúde, a segurança e o bem-estar da população; b) criem condições adversas às atividades sociais e econômicas; c) afetem desfavoravelmente a biota; d) afetem as condições estéticas ou sanitárias do meio ambiente; e) lancem matérias ou energia em desacordo com os padrões ambientais estabelecidos; (BRASIL, 1981).

[91](...) IV - poluidor, a pessoa física ou jurídica, de direito público ou privado, responsável, direta ou indiretamente, por atividade causadora de degradação ambiental; (BRASIL, 1981).

[92] 1. Para efeitos da presente Convenção: 4) "poluição do meio marinho" significa a introdução pelo homem, direta ou indiretamente, de substâncias ou de energia no meio marinho, incluindo os estuários, sempre que a mesma provoque ou possa vir provocar efeitos nocivos, tais como danos aos recursos vivos e à vida marinha, riscos à saúde do homem, entrave às atividades marítimas, incluindo a pesca e as outras utilizações legítimas do mar, alteração da qualidade da água do mar, no que se refere à sua utilização, e deterioração dos locais de recreio; (BRASIL, 1990).

do desmatamento e do uso de agrotóxicos e fertilizantes na agricultura. No Brasil, a responsabilidade ambiental é de caráter amplo, baseada na teoria do risco integral e reflete uma obrigação *propter rem*, que independe do atual possuidor do imóvel poluidor[93], por exemplo (Benjamin, 1998).

Diante de sua complexa natureza jurídica, embora a presença dos encalhes de *Sargassum* seja um fator de estresse ambiental, a sua gestão deve ser realizada com cautela, pois a macroalga tem importância ecológica, econômica e evolutiva, de forma que a sua supressão completa pode ocasionar impactos negativos e desconhecidos para as comunidades com que se relaciona (Sissini et al., 2017; Galy, 2022).

Dentre as possibilidades de gestão, o *Sargassum* pode ser utilizado como corretor de solo, fertilizante orgânico, produtor de hidrocoloide, que é uma substância usada na produção de gel ou de geleia. Além disso, a macroalga serve à produção de carvão vegetal (Leuzinger, da Silva, 2022; Martin et al., 2022; Sissini et al., 2017; Galy, 2022; Louime, 2017; Parra-Leylavergne, 2023).

Outras possibilidades para o uso do *Sargassum* é que ele pode ser concebido como valor energético, representando oportunidades atrativas na medida em que é convertido em biogás, cujo produto metano tem alto valor energético. Ainda, há possibilidade de aplicação nas áreas de alimentação, agricultura, saúde, cosméticos, biocombustíveis, bioenergia, bioplásticos e de construção civil, especialmente nas áreas de construção de prédios e de infraestrutura (Amador-Castro et al., 2021; Louime, 2017; Rossignolo et al., 2022; Lopez et al., 2021).

> Existe um grande potencial para a aplicação de macroalgas na sua forma natural, bem como aditivos, fibras e cinzas em diferentes produtos do setor da construção civil. Isto leva a considerar o sargaço como um matéria-prima potencial para aplicações similares, com base nas semelhanças em termos de composição. Além disso, o aumento da biomassa e a disponibilidade de espécies pelágicas de sargaço torna-o um recurso de baixo custo para coleta, que pode ser obtida a partir de encalhes que ocorrem ao longo da costa (Rossignolo et al., 2022, p. 11)[94].

---

[93] A responsabilidade ambiental no caso *Sargassum* é abordada na seção 1.3 deste trabalho.

[94] There is a great potential for the application of macroalgae in their natural form, as well as additives, fibers, and ash in different products of the civil construction sector. This leads to considering sargassum as a potential raw material for similar applications, based on the similarities in terms of composition. Furthermore, the increase in biomass and availability of pelagic sargassum species make it a low-cost resource for collection, which can be obtained from stranding that occur along the coast (ROSSIGNOLO ET AL., 2022, p. 11).

Por assim ser, a partir dessas possibilidades, alguns territórios do Caribe começaram a explorar o uso potencial do *Sargassum,* a exemplo da Martinica e de Guadalupe. Dentre as formas de uso, citam-se a sua utilização como fertilizante orgânico para a agricultura, o processamento para a construção e para a nutrição de praias, uso para a biorremediação de água poluída, dentre outros (Galy, 2022). No mais, vislumbram-se que são hipóteses que igualmente podem ser aplicadas ao Brasil, considerando suas particularidades locais.

## 3.4 A RESPONSABILIDADE AMBIENTAL NO CONTEXTO DO *SARGASSUM*

A complexidade da natureza jurídica ou dos vários *status* do *Sargassum* geraria, à priori, uma dificuldade de definição de responsabilidade pelos danos gerados por seus encalhes massivos. Isso porque os encalhes de *Sargassum* são um fenômeno de difícil atribuição aos Estados ou a causas específicas e determinadas, de forma que, embora não haja um só responsável, todos são um pouco responsáveis (David, 2023).

O fenômeno da responsabilidade no caso *Sargassum* pode ser compreendido a partir de dois prismas: em primeiro lugar, o responsável pelo crescimento excessivo da alga; em segundo lugar, o responsável pela atenuação das consequências dos encalhes, a exemplo da retirada do *Sargassum* das praias e da proteção da saúde pública.

Em relação à primeira possibilidade, não se vislumbra viável responsabilizar civilmente pessoas físicas ou jurídicas, de direito público ou privado, ou outros países, pela bioinvasão, pois a macroalga chega às praias pelas correntes marinhas. Aliás, em alguns casos, a literatura aponta a influência de ciclones e da anomalia dos ventos (Jouanno et al., 2021; Skliris et al., 2021; Johns, 2020).

Portanto, seria pouco eficaz procurar os responsáveis pela proliferação e pelos encalhes de *Sargassum* nos últimos anos. Soma-se a isso o fato de que a comunidade científica oscila entre as possíveis causas do crescimento da macroalga: temperatura do mar, nutrientes lançados ao mar, desmatamento, destruição dos mangues, agricultura e uso de fertilizantes, de forma que não é possível vislumbrar um nexo de causalidade apto a integrar a responsabilização ambiental. Logo, é difícil responsabilizar individualmente qualquer Estado pelo fenômeno do *Sargassum*, que atravessa fronteiras internas e internacionais (David, 2023) e cujas causas são complexas e múltiplas.

Diante dessas circunstâncias, a responsabilidade, no caso do *Sargassum*, deve estar centrada na responsabilização pela resposta à ameaça, de modo a prevenir os danos e a mitigar os prejuízos, sob a perspectiva ambiental e de saúde pública (David, 2023; Galy, 2022; Leuzinger, da Silva, 2022).

A frágil possibilidade de responsabilização pela sua origem, não exime que os Estados protejam o meio ambiente[95] e a saúde pública, notadamente para mitigar os danos ambientais e sociais advindos dos encalhes massivos da alga. Aliás, esse dever decorre internamente da obrigação pública de buscar um meio ambiente ecologicamente equilibrado. Dessa forma, a responsabilidade estaria centrada na prevenção de danos e na mitigação de prejuízos (Da Silva, 2006; Benatti, 2005; Leuzinger, Da Silva, 2022).

A ação protetiva do meio ambiente no Brasil encontra amparo na Constituição de 1988, que o elencou como um direito fundamental dos seres humanos[96]. Além disso, a proteção ambiental foi destinada aos âmbitos público e privado, de maneira que o seu uso deve ser associado à qualidade de vida e à utilização racional e sustentável dos recursos ambientais (Da Silva, 2006; Benatti, 2005).

O fenômeno dos encalhes de *Sargassum* representa uma violação ao direito ao meio ambiente saudável enquanto direito fundamental. Consequentemente, a violação ao meio ambiente gera violação do direito à vida, na medida em que esses direitos estão interrelacionados (CorteIDH, 2017; David, 2023; Leuzinger, da Silva, 2022; Tupiassu, 2010).

> Na verdade, as condições de vida das famílias afectadas são consideravelmente degradadas pela proximidade das algas, que, devido à falta de intervenção diligente por parte das autoridades públicas, têm tempo para se decompor e produzir seus efeitos nocivos. Estas alterações nas condições de vida são antes de mais de natureza sanitária e residem nos sintomas ligados à presença de sulfeto de hidrogênio e amônia no ar (DAVID, 2023, p. 597)[97].

---

[95] ARTIGO 192. Obrigação geral. Os Estados tem a obrigação de proteger e preservar o meio marinho (Brasil, 1990).

[96] Art. 225. Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao Poder Público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá- lo para as presentes e futuras gerações. § 1º Para assegurar a efetividade desse direito, incumbe ao Poder Público:I - preservar e restaurar os processos ecológicos essenciais e prover o manejo ecológico das espécies e ecossistemas; (...) VII - proteger a fauna e a flora, vedadas, na forma da lei, as práticas que coloquem em risco sua função ecológica, provoquem a extinção de espécies ou submetam os animais a crueldade (BRASIL, 1998).

[97] Ces altérations des conditions de vie sont tout d'abord de nature sanitaire et résident dans les symptômes liés à la présence d'hydrogène sulfuré et d'ammoniac dans l'air. Leur gravité, et donc la nuisance qui en découle, sont d'autant plus importantes que les taux sont élevés, que l'exposition est

Por assim ser, a consagração do meio ambiente enquanto direito fundamental na Constituição de 1988 possui um duplo significado, pois assegura a dignidade humana e a dignidade da vida em todas as suas formas, de modo a dar continuidade à vida no planeta a fim de atingir o desenvolvimento sustentável. Desse modo, a violação ambiental gerada pelo *Sargassum* atinge outros bens jurídicos, como a vida e a dignidade humana (Benatti, 2005; Da Silva, 2006).

Nessa senda, o bem jurídico ambiental integra valores fundamentais da sociedade. Isso ocorre porque, a partir da proteção do meio ambiente, outros valores são salvaguardados, como a vida, a base da vida e o suporte planetário que viabiliza a existência da integralidade dos seres vivos. Assim, na medida em que os direitos estão interligados, um dano ambiental repercute sobre diversos elementos da coletividade, como é o caso do patrimônio e da saúde (Benjamin, 1998; Benatti, 2005; Milaré, 2005).

Diante disso, o poder público brasileiro possui responsabilidade no que tange ao controle e ao enfrentamento da bioinvasão do *Sargassum* na costa brasileira, bem como na adoção de medidas preventivas, do que é exemplo a criação das áreas protegidas abordadas nos capítulos anteriores. Considerando que a proteção ao meio ambiente é de competência comum[98], os entes federativos devem, em conjunto, buscar uma resposta mitigadora e preventiva para as invasões da macroalga, uma vez que espécies locais são prejudicadas (Da Silva, 2006; Leuzinger, Da Silva, 2022).

No Brasil, algumas ações para a retirada dos encalhes de *Sargassum* foram tomadas pelo Município de Salinópolis, Aracaju e outras cidades no Nordeste (Leuzinger, Da Silva, 2022; Martinelli-Filho, 2015).

Ademais, a coletividade também possui o dever constitucional de proteger e de preservar o meio ambiente, o que deve ser feito com o direcionamento do poder público. Assim, se a coletividade não pode se encarregar do recolhimento de *Sargassum*, uma vez que isso seria prejudicial à saúde, ela pode e deve participar no auxílio às tomadas de decisão a fim de ajudar a construir estratégias eficazes para o combate do fenômeno (Da Silva, 2006; Leuzinger, Da Silva, 2022).

---

prolongée mais dépendent également d'autres facteurs tels que la vulnérabilité des personnes concernées (David, 2023, p. 597).

[98]Art. 23. É competência comum da União, dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios: VI – proteger o meio ambiente e combater a poluição em qualquer de suas formas; VII – preservar as florestas, a fauna e a flora (Brasil, 1998).

No que tange à saúde pública, os encalhes de *Sargassum* liberam gás H2S que é prejudicial às comunidades do entorno, bem como há risco a doenças respiratórias, oculares, neurológicas, além do afogamento dos banhistas (Louime, 2017; Faroult, 2021).

A situação sanitária gera consequências também no direito à vida familiar, uma vez que crianças ou cônjuges vulneráveis são obrigados a viverem longe de suas casas nas situações em que as exposições de *Sargassum* são mais elevadas e prejudiciais à saúde (David, 2023).

No mais, a proteção à saúde também é competência comum dos entes federativos[99]. Nesse caso, seriam necessárias ações voltadas ao fortalecimento da vigilância, com base nos princípios da prevenção e da precaução, além do estabelecimento de estratégias de comunicação de risco, como medidas preventivas. Ademais, faz-se necessário um plano de gestão do *Sargassum*, segundo o qual será possível dar uma resposta e mitigar as consequências causadas pelos encalhes (David, 2023; Leuzinger, da Silva, 2022).

Considerando que os princípios da prevenção e da precaução são complementares, sendo que a precaução autoriza a atuação estatal diante do simples risco, a mera dúvida autoriza o poder público a tomar medidas preventivas para o controle dos encalhes de *Sargassum*. Isso quer dizer que as incertezas quanto aos efeitos nocivos do *Sargassum* não podem ser utilizadas como pretexto para a omissão, mas devem levar as autoridades a agir e a adaptar suas medidas de prevenção de acordo com a evolução científica do tema (Benjamin, 1998; Da Silva, 2006; David, 2023).

Em termos sancionatórios, é preciso considerar que uma das hipóteses de crescimento desmedido do *Sargassum* é a prática do desmatamento, a conversão do uso do solo e o uso de excesso de fertilizantes e de agrotóxicos, uma vez que essas medidas lançam nos oceanos nutrientes essenciais à reprodução da alga (Sissini, 2017; Noriega, 2017; Wang et al., 2019; Aquino et al., 2022; Devault, 2021; Broman, 2019).

Nesse sentido, o Estado tem o dever de punir o poluidor ambiental, com base no princípio do poluidor-pagador. Esse princípio atesta que o poluidor deve assumir

---

[99] Art. 23. É competência comum da União, dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios: (...) II - cuidar da saúde e assistência pública, da proteção e garantia das pessoas portadoras de deficiência; (Brasil, 1998).

os custos para garantir que o meio ambiente permaneça em um estado aceitável (Benjamin, 1998).

Dessa forma, embora a responsabilização do Estado brasileiro seja frágil no que tange à alimentação das Marés de *Sargassum* (David, 2023; Leuzinger, da Silva, 2022), subsiste a possibilidade de responsabilização interna das pessoas físicas ou jurídicas, de direito público ou privado, degradadoras do meio ambiente, nos termos da Política Nacional do Meio Ambiente PNMA, isto é, aquelas responsáveis pelo desmatamento, pelo uso ilegal do solo, pela inobservância dos limites de uso de reserva legal, de áreas de preservação permanente ou de unidades de conservação.

Tradicionalmente, a responsabilidade civil pressupõe a definição do dano, do nexo causal, do agente causador do dano e da vítima. Na proteção do meio ambiente, a degradação tem, em regra, causadores plúrimos e, por vezes, incertos. Dessa forma, há múltiplas causas que contribuem para um efeito, bem como causas singulares que produzem vários efeitos (Benjamin, 1998).

No Brasil, observa-se que a responsabilidade ambiental tem como fundamento: a lei nº 6.938 de 1981, lei da política nacional do meio ambiente (PNMA) que instituiu a responsabilidade civil objetiva; a lei 9.605 de 1998, que dispõe sobre as sanções administrativas e penais em matéria ambiental, e a lei 12. 651 de 2012, que instituiu o novo código florestal (CFLOR).

No caso da PNMA, o poluidor é obrigado, independentemente de culpa, a indenizar ou a reparar danos ao meio ambiente pela degradação ambiental causada[100]. Para o CFLOR, qualquer exploração contrária às suas determinações, como inobservância de reserva legal ou de áreas de preservação permanente, são passíveis de responsabilidade civil ambiental[101].

---

[100] Art. 14 - Sem prejuízo das penalidades definidas pela legislação federal, estadual e municipal, o não cumprimento das medidas necessárias à preservação ou correção dos inconvenientes e danos causados pela degradação da qualidade ambiental sujeitará os transgressores:§ 1º Sem obstar a aplicação das penalidades previstas neste artigo, é o poluidor obrigado, independentemente da existência de culpa, a indenizar ou reparar os danos causados ao meio ambiente e a terceiros, afetados por sua atividade. O Ministério Público da União e dos Estados terá legitimidade para propor ação de responsabilidade civil e criminal, por danos causados ao meio ambiente (Brasil, 1981).

[101] Art. 2º As florestas existentes no território nacional e as demais formas de vegetação nativa, reconhecidas de utilidade às terras que revestem, são bens de interesse comum a todos os habitantes do País, exercendo-se os direitos de propriedade com as limitações que a legislação em geral e especialmente esta Lei estabelecem.§ 1º Na utilização e exploração da vegetação, as ações ou omissões contrárias às disposições desta Lei são consideradas uso irregular da propriedade, aplicando-se o procedimento sumário previsto no inciso II do art. 275 da Lei nº 5.869, de 11 de janeiro de 1973 - Código de Processo Civil, sem prejuízo da responsabilidade civil, nos termos do § 1º do art. 14 da Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981, e das sanções administrativas, civis e penais. § 2º As

Embora o *Sargassum* não possa necessariamente ser considerado poluição, em virtude da ausência da intervenção de uma pessoa física ou jurídica poluidora, a inobservância da legislação ambiental, com o consequente lançamento de nutrientes para a alteração das condições do oceano é considerado poluição na medida em que afeta desfavoravelmente a biota e as condições sanitárias do meio ambiente[102].

Diante disso, é papel do poder público a efetiva fiscalização do cumprimento da legislação ambiental brasileira e, se for o caso, da busca pela responsabilização. Isso porque é fato que a proteção dos recursos naturais e da natureza não depende somente dos instrumentos jurídicos de proteção ambiental (Benatti, 2005).

Segundo Benatti (2005), essa ineficácia da legislação ambiental[103] decorre do beneficiamento dos danos ambientais concedido aos setores privados, o judiciário que legitima a propriedade absoluta, bem como o Estado que se omite de suas obrigações constitucionais e legais.

> Está em jogo a articulação de instituições e de práticas por meio das quais a lei é produzida, interpretada e incorporada às tomadas de decisões na sociedade e no Estado. Se as taxas de desmatamento continuam altas, não é por falta de experiência histórica ou de preocupação ambiental, mas, principalmente, pela debilidade das políticas ambientais em vencer a inércia perdulária das ações privadas dos últimos três séculos (Benatti, 2005, p. 241).

Portanto, o conhecimento sobre a natureza jurídica do meio ambiente e dos bens ambientais, bem como da legislação ambiental pertinente, são essenciais para a proteção da natureza a fim de tornar efetivas as normas jurídicas e as ações estatais (Benatti, 2005).

No caso do *Sargassum*, o conhecimento sobre o debate de sua origem, da sua natureza jurídica e da legislação ambiental protetora do meio ambiente contribuem para a discussão da responsabilização ambiental, seja ela como um dever de mitigação de danos advindos dos encalhes, por parte do Estado brasileiro, ou como forma de responsabilizar os poluidores dos rios pelo lançamento de nutrientes alteradores da biota e, consequentemente, fomentadores do crescimento exponencial do *Sargassum*.

---

obrigações previstas nesta Lei têm natureza real e são transmitidas ao sucessor, de qualquer natureza, no caso de transferência de domínio ou posse do imóvel rural (Brasil, 2012).

[102]III - poluição, a degradação da qualidade ambiental resultante de atividades que direta ou indiretamente: (...) O c) afetem desfavoravelmente a biota; d) afetem as condições estéticas ou sanitárias do meio ambiente; (...) [Brasil, 1981].

[103] Os instrumentos de comando e controle, bem como a análise de sua eficácia, são apresentados no Capítulo 2.

## 3.5 CONCLUSÃO DA SEÇÃO

O objetivo desta seção foi apresentar o fenômeno do *Sargassum* sob diversas perspectivas. Em um primeiro momento, foram apresentadas as possíveis origens das Marés de *Sargassum*, cujo aumento exponencial, a partir de 2011, decorre, direta ou indiretamente, dos sedimentos químicos advindos do desmatamento e do uso de agrotóxicos e de fertilizantes na Amazônia. Embora não haja uma unanimidade na literatura acerca da origem do fenômeno, a sua maior parte aponta para a descarga desses nutrientes químicos no Oceano, fruto da ocupação ilegal do uso do solo.

Em uma segunda etapa, apresentaram-se as diferentes consequências dos encalhes massivos de *Sargassum* no Brasil. Diferentemente do Mar de *Sargassum*, os encalhes geram impactos negativos de cunho ambiental, econômico e social a partir dos prejuízos causados ao meio ambiente, ao turismo e à pesca, e à população habitante ou não das localidades em que a macroalga é depositada e decomposta.

Diante disso, discutiram-se as diversas naturezas jurídicas do *Sargassum*. Apesar de ser possível diferenciar a alga no mar da alga encalhada nas praias, a sua natureza não se resume a essa distinção. É preciso considerar que o *Sargassum* no mar ou na costa, em pouca quantidade, serve de abrigo, de alimento e de proteção aos animais. Todavia, a alga em excesso gera prejuízos de várias ordens, incluindo a morte de espécies marinhas e o prejuízo à saúde humana por meio da liberação de gás sulfídrico.

Além disso, apresentaram-se algumas possíveis classificações para a alga, como objeto jurídico não identificado e espécie exótica invasora, afastando-se a classificação de poluição, uma vez que a legislação brasileira exige a intervenção humana ou de pessoa jurídica, um poluidor, para que se tenha um resíduo sólido ou uma poluição. Embora não seja poluição, mostrou-se que o fenômeno do *Sargassum* não exime de responsabilização o poder público no que tange à mitigação das consequências dos encalhes, à luz do direito constitucional ao meio ambiente ecologicamente equilibrado.

Por assim ser, a fiscalização e o controle do desmatamento ilegal mostram-se mecanismos de mitigação do dano ambiental, o que pode ser feito pela implementação de áreas protegidas, por exemplo. Essas seriam medidas capazes de evitar a proliferação massiva da alga. Nesse sentido, ainda que o desmatamento seja causa concorrente e não única de proliferação, está claro que a legislação brasileira coíbe a prática enquanto poluição do meio ambiente ecologicamente equilibrado.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esta pesquisa objetivou analisar a regulamentação da ocupação do solo no Brasil, em consideração à prática do desmatamento como causa de reprodução massiva do *Sargassum*, fenômeno que tem gerado impactos negativos de cunho social, ambiental e econômico nas costas brasileira e caribenha. Considerando que o modelo de agropecuário adotado na Amazônia possui em sua base o uso de agrotóxicos e de fertilizantes, que despejam sedimentos nutridores do *Sargassum*, a pesquisa também se debruçou sobre essa prática, que se associa ao desmatamento na região.

No capítulo 1, apresentou-se o desmatamento como um problema enraizado, que acompanha o modo de ocupação do solo na Amazônia, juntamente com o uso dos agroquímicos. Diante desse cenário, as normas de comando e controle encontram alguns obstáculos de aplicabilidade, tais quais a carência de pessoal qualificado, baixo valor das sanções, rito de responsabilização moroso, a anistia ambiental concedida pelo CFLOR até 22 de julho de 2008, falha na execução das multas condenatórias e na fiscalização ambiental (Rajão et al., 2021; Schmitt, 2016).

A partir da função de controle e de monitoramento do CAR, que tem incentivado projetos de redução do desmatamento ilegal, entende-se que as medidas de comando e controle poderiam ser associadas à política de incentivos fiscais, com o intuito de atenuar a falta de flexibilidade de aplicação de sanções, bem como de suprir as falhas de fiscalização (Neumann, Loch, 2022; Schmitt, 2016).

Portanto, seriam necessárias medidas para ampliar a execução das multas ambientais, para aprimorar o monitoramento das áreas ambientais já embargadas, para agilizar o tempo de julgamento dos processos de apuração das infrações ambientais a fim de minimizar a morosidade, para associar a atuação nos níveis municipal, estadual e federal para que a fiscalização e controle do desmatamento ocorra em diferentes níveis. A longo prazo, poder-se-ia pensar na alteração legislativa do CFLOR e SNUC com o intuito de prever um percentual de risco para o uso dos agroquímicos, de modo a viabilizar a fiscalização e o controle nas áreas protegidas.

Além disso, é cediço que as normas atinentes às áreas protegidas, aqui elegidas o CFLOR e o SNUC, são silentes quanto ao uso de agroquímicos nessas localidades. Isso quer dizer que, embora haja um controle do desmatamento, é possível que as áreas protegidas sejam afetadas pelas substâncias químicas que estimulam, igualmente, a reprodução do *Sargassum*.

Na sequência, no capítulo 2, demonstrou-se que, em observância ao dever constitucional do meio ambiente ecologicamente equilibrado, o poder público tem o dever de criar áreas protegidas. Nesse caso, a legislação ambiental de ocupação do solo é protetiva, de maneira a viabilizar a criação dessas áreas para preservar a biodiversidade e para controlar as práticas de desmatamento ilegal na região.

Verificou-se que a criação de áreas protegidas é uma política eficaz de controle do desmatamento, de resguardo da biodiversidade e do ecossistema, podendo servir ao controle do fenômeno *Sargassum*, uma vez que o desflorestamento no seu interior é menor do que no seu exterior (Nunes, 2016).

No entanto, a criação de áreas protegidas não é suficiente para, por si só, reduzir a um patamar aceitável ou erradicar as práticas de desmatamento ilegal, além do que é possível que essas áreas sejam afetadas pelos usos em locais adjacentes dos agroquímicos, considerando que há uma fragilidade em sua área de amortecimento, especialmente no que tange à fiscalização nessas localidades. Dessa forma, a associação das políticas de comando e controle com as políticas de incentivos econômicos, bem como de estímulo à pesquisa científica, poderiam ser alternativas para as falhas de fiscalização das medidas sancionatórias.

Por fim, no Capítulo 3 aborda-se o crescimento massivo do *Sargassum* enquanto consequência da prática ilegal de desmatamento na Amazônia, bem como dos agroquímicos associados à agricultura. Nesse contexto, demonstraram-se os efeitos econômico, ambiental e social advindos dos encalhes nos últimos anos, o que reflete a importância da questão em apreço, notadamente nas regiões diretamente afetadas, como é o caso das Amazônias brasileira e caribenha.

O debate acerca de sua natureza jurídica, ou *status*, auxiliou para o afastamento da concepção da macroalga enquanto resíduo sólido ou poluição. Dessa forma, compreende-se que a responsabilidade ambiental, no caso *Sargassum,* poderia ser melhor compreendida sob o viés preventivo, isto é, por meio do dever de criação das áreas protegidas enquanto mecanismo protetivo do meio ambiente ecologicamente equilibrado.

Por todo exposto, a regulamentação ambiental do uso do solo na Amazônia poderia contribuir para o controle de sedimentos químicos despejados no oceano, pois estabelece mecanismos legais de criação de áreas protegidas, a exemplo das áreas componentes do SNUC, além de determinar limitações ambientais de uso do solo a partir das APPs e RLs constantes do CFLOR, o que auxiliaria na preservação da

biodiversidade e no controle do desmatamento e, consequentemente, seria uma alternativa de controle dos encalhes de *Sargassum*.

**REFERÊNCIAS**

ADENEY, J. Marion; CHRISTENSEN JR, Norman L.; PIMM, Stuart L. *Reserves protect against deforestation fires in the Amazon*. PLos one, v. 4, n. 4, p. e5014, 2009.

AGENCE NATIONALE DE LA RECHERCHE. *Lancement d'un appel à projets SARGASSUM: Recherche, développement et inovation sur les échouages d'algues sargasses.* Actualités: 2019. Disponível em: <https://anr.fr/fr/actualites-de-lanr/details/news/lancement-dun-appel-a-projets-sargassum-recherche-developpement-et-innovation-sur-les-echouag/>. Acesso em 13 de março de 2023.

AGENCE NATIONALE DE LA RECHERCHE. *Sargasses: les projets lauréats de l'appel Recherche, développement et inovation.* Actualités: 2019. Dispnível em: <https://anr.fr/fr/actualites-de-lanr/details/news/sargasses-les-projets-laureats-de-lappel-recherche-developpement-et-innovation-sargassum/>. Acesso em 13 de março de 2023.

AGENCE NATIONALE DE LA RECHERCHE. *Coastal environment under Sargassum crisis- CESAR.* Sargassum Joint Call: 2019-?. Disponível em: <https://anr.fr/Project-ANR-19-SARG-0005>. Acesso em 13 de março de 2023.

ALENCAR, Ane et al. *Desmatamento na Amazônia: indo além da" emergência crônica".* Belém: Ipam, 2004. Disponível em: <https://www.researchgate.net/profile/Pablo-Pacheco-6/publication/283091315_Desmatamento_na_Amazonia_indo_alem_da_emergencia_cronica/links/5645ae5b08aef646e6ccfa04/Desmatamento-na-Amazonia-indo-alem-da-emergencia-cronica.pdf>. Acesso em 19 de janeiro de 2024.

ALMEIDA, Alexandre Nascimento de et al. *Efetividade do aumento da área de reserva legal por meio de instrumento legal na taxa de desmatamento da Amazônia Brasileira.* Floresta e Ambiente, v. 20, p. 143-148, 2013.

AMADOR-CASTRO, Fernando et al. *Valorization of pelagic sargassum biomass into sustainable applications:* Current trends and challenges. Elsevier. Journal of environment management 283, 2021.

AMAZÔNIA PROTEGE. *O que é o projeto Amazônia Protege*. Ministério Público Federal. Disponível em: <http://amazoniaprotege.mpf.mp.br/o-projeto>. Acesso em 01 de abril de 2024.

AMORIM, João Pedro Mancio de. *Estudo observacional de parâmetros meteo-oceanográficos na costa paraense:* subsídio ao estudo de Blooms de Sargassum SP. no litoral amazônico. Trabalho de Conclusão de Curso. Orientador: Alexandre Melo Casseb do Carmo. Universidade Federal do Pará, Instituto de Geociências, Faculdade de Oceanografia, Belém-PA, 2017.

AQUINO, Rafael et al. *Possible Amazonian contribution to Sargassum enhancement on the Amazon Continental Shelf.* Sci Total Environ: 2022 Dec 20;853:158432. doi: 10.1016/j.scitotenv.2022.158432. Epub 2022 Aug 31. PMID: 36057308.

ARTAXO, Paulo et al. *Química atmosférica na Amazônia*: a floresta e as emissões de queimadas controlando a composição da atmosfera amazônica. Acta amazônica, v. 35, p. 185-196, 2005

AVANCI, Thiago Felipe S. *A reserva legal como instrumento de efetividade da proteção da biodiversidade*. Direito e Humanidades, n. 17, 2009.

AZEVEDO, Andréa Aguiar. *Legitimação da insustentabilidade? Análise do sistema de licenciamento ambiental de propriedades rurais – SLAPR* (Mato Grosso)*.* 2009. Tese (Doutorado) – Universidade de Brasília, Brasília, 2009.

AZEVEDO, A.; RAJÃO, R. G. L.; COSTA, M.; STABILE, M. C. C. *Cadastro Ambiental Rural e sua influência na dinâmica do desmatamento na Amazônia Legal.* Brasília: IPAM, 2014. Disponível em: <https://ipam.org.br/wp-content/uploads/2014/05/amazo%CC%82nia_em_pauta_3_cadastro_ambiental_r.pdf> . Acesso em: 16 de janeiro de 2024.

BARROS-PLATIAU, Ana Flávia; FRANCHINI, Matias; VIOLA, Eduardo. *Los desafíos del Antropoceno: de la política ambiental internacional hacia la gobernanza global.* Ambiente e Sociedade: São Paulo, v. XX, n. 3, p. 179-206, 2017.

BECKER, Bertha K. *Amazônia:* desenvolvimento e soberania. Brasil: o estado de uma nação. Instituto de pesquisa econômica aplicada (IPEA): 2005. Disponível em: <https://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/3058/1/Cap%c3%adtulo_6_Brasil-o_estado_de_uma_na%c3%a7%c3%a3o_2005.pdf>. Acesso em: 10 de janeiro de 2024.

BECKER, Bertha K.. *A urbe amazônida*. Rio de Janeiro: Garamond, 2013.

BEIROZ, Hélio. *Parâmetros de definição e desafios à geração e tratamento de dados de APP no bioma Amazônia.* Gestão e governança local para a Amazônia sustentável: notas técnicas – 2 / Orgs. Maria Cristina Soares de Almeida e Peter H. May. - Rio de Janeiro: IBAM, 2016.

BENATTI, José Heder. *Direito de Propriedade e Proteção Ambiental no Brasil:* apropriação e uso dos recursos naturais no imóvel rural. Tese de Doutorado. Belém: NAEA/UFPA, 2003.

BENATTI, José Heder; FISCHER, Luly Rodrigues da Cunha. *A questão da terra e a regularização fundiária na Amazônia*. Gestão e governança local para a Amazônia sustentável: notas técnicas – 2 / Orgs. Maria Cristina Soares de Almeida e Peter H. May. - Rio de Janeiro: IBAM, 2016.

BENATTI, José Heder. *Unidades de Conservação e as populações tradicionais-uma análise jurídica da realidade brasileira*. Novos cadernos NAEA, v. 2, n. 2, 2009.

BENATTI, José Heder. *O meio ambiente e os bens ambientais.* O direito e o desenvolvimento sustentável: curso de direito ambiental. São Paulo: Peirópolis, p. 205-243, 2005.

BENJAMIN, Antonio Herman V. *Responsabilidade civil pelo dano ambiental.* Revista de Direito ambiental, v. 9, n. 5, 1998.

BENJAMIN, Antônio Herman. *O regime brasileiro de unidades de conservação.* Revista de Direito Ambiental, v. 21, p. 01-46, 2001.

BETTEGA, Belisa; LEITE, José Rubens Morato; SILVEIRA, Paula Galbiatti**;** *O Estado de Direito Para a Natureza:* Fundamentos e Conceitos. In: Jose Rubens Morato Leite, Flávia França Dinnebier. (Org.). Estado de Direito Ecológico: Conceito, Conteúdo e Novas Dimensões para a Proteção da Natureza. 1ed.São Paulo: Instituto o Direito por Um Planeta Verde, 2017, v. 1, p. 57-87.

BORGES, Luís Antônio Coimbra; REZENDE, José Luiz Pereira de; PEREIRA; José Aldo Alves; COELHO JÚNIOR, Luiz Moreira; BARROS, Dalmo Arantes de. *Áreas de preservação permanente na legislação ambiental brasileira*. Borges et al. Scielo. Ciência Rural, v.41, n.7, 2011. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cr/a/4jVMhFMf3q69gvyMCnFBfpB/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em 12 de janeiro de 2024.

BOURSCHEIT, Aldem. *Destruição da Amazônia alimenta o maior cinturão de algas do planeta.* Infoamazônia, 2021. Disponível em: <https://infoamazonia.org/2021/03/22/destruicao-da-amazonia-alimenta-maior-cinturao-de-algas-do-planeta/>. Acesso em 07 de março de 2023.

BRANCALION, Pedro H.S. et al.. *Análise crítica da Lei de Proteção da Vegetação Nativa (2012), que substituiu o antigo Código Florestal:* atualizações e ações em curso. Natureza e Conservação, 14, 2016. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1679007316300032?via%3Dihub>. Acesso em: 11 de janeiro de 2024.

BRASIL. *Constituição da República Federativa do Brasil de 1988.* Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm> Acesso em 14 .04. 2023.

BRASIL. *Decreto Legislativo nº 2 de 1994*. Convenção sobre diversidade biológica. Disponível em: < https://www.gov.br/mma/pt-br/textoconvenoportugus.pdf>. Acesso em 15 de janeiro de 2024.

BRASIL. *Lei nº 6.939 de 31 de agosto de 1981*. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L6938compilada.htm>. Acesso em: 20 de janeiro de 2024.

BRASIL. *Lei nº 9.985 de 2000.* Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9985.htm>. Acesso em 13 de janeiro de 2024.

BRASIL. *Lei nº 12.651 de 2012.* Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/L12651compilado.htm>. Acesso em: 11 de janeiro de 2024.

BRASIL. *Plano nacional de fertilizantes 2050:* uma estratégia para os fertilizantes no Brasil. 2021.

BROMAN, Bianca L. *Sargassum Bloom Dynamics in the Caribbean, Gulf of Mexico, and Tropical North Atlantic*. 2019. Tese de Doutorado. Texas A&M University.

BRUNER, Aaron G. et al. *Effectiveness of parks in protecting tropical biodiversity.* Science, v. 291, n. 5501, p. 125-128, 2001.

CAMARGO, Flávia. *Os rumos do Cadastro Ambiental Rural (CAR) precisam mudar.* 2013. Instituto Socioambiental - ISA. Disponível em: <https://site-antigo.socioambiental.org/pt-br/blog/blog-do-ppds/os-rumos-do-cadastro-ambiental-rural-car-precisam-mudar>. Acesso em 16 de janeiro de 2024.

CASTELO, Thiago Bandeira. *Legislação florestal brasileira e políticas do governo de combate ao desmatamento na Amazônia Legal.* Ambiente & Sociedade, v. 18, p. 221-242, 2015

CASTRO, Alejandro. *Sargaço:* a maré marrom que ameaça o Caribe. Infoamazônia, 2021. Disponível em: <https://infoamazonia.org/2021/03/23/sargaco-a-mare-marrom-que-ameaca-o-caribe/>. Acesso em 17 de março de 2023.

CERQUEIRA, Tiago. *Levantamento do uso de agrotóxicos nas cabeceiras do rio Xingu e monitoramento das águas do Parque Indígena do Xingu*. Dissertação de Mestrado. UNIFESP: 2018.

COPERTINO, Margareth et al. *Desmatamento, fogo e clima estão intimamente conectados na Amazônia.* Ciência e Cultura, v. 71, n. 4, p. 04-05, 2019.

CORTE INTERAMERICANA DE DIREITOS HUMANOS. *OPINIÃO CONSULTIVA OC- 23/17 - DE 15 DE NOVEMBRO DE 2017.* Meio ambiente e direitos humanos. Obrigações estatais em relação ao meio ambiente no marco da proteção e garantia dos direitos à vida e à integridade pessoal. Disponível em:

<https://www.corteidh.or.cr/docs/opiniones/seriea_23_esp.pdf>. Acesso em 04 de junho de 2023.

COSTANZA, Robert et al.. *Changes in the global value of ecosystem services.* Elsevier. Global Environmental Change. Volume 26, 2014. Disponível em <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0959378014000685>. Acesso em 11 de janeiro de 2024.

CRIADO, Miguel Ángel. *Um imenso mar de Sargaços floresce no Oceano dopado por fertilizantes:* O banco de macroalgas, que não existia há 10 anos, agora une a África ao Caribe ao longo de milhares de quilômetros. El País: 2019. Disponível em: <https://brasil.elpais.com/brasil/2019/07/04/ciencia/1562219478_533571.html>. Acesso em: 17 de junho de 2023.

DA CRUZ GUEDES, Gisela Sampaio; PEREIRA, Márcio Silva. *Responsabilidade civil do poluidor indireto e Política Nacional de Meio Ambiente*. civilistica. com, v. 11, n. 3, p. 1-30, 2022.

DA SILVA, Solange Teles. *Direito fundamental ao meio ambiente ecologicamente equilibrado avanços e desafios.* Cadernos do Programa de Pós-Graduação em Direito–PPGDir./UFRGS, n. 6, 2006

DA SILVA, Solange Teles; DOS SANTOS, Maurício Duarte; DUTRA, Carolina. *Meio Ambiente Costeiro-Marinho em face da crise do Sargaço*. Revista de direito ambiental. Vol. 113/2024. P. 101- 123. Jan-Mar, 2024.

DANIEL, Justin. *VIII Semana de cooperação científica internacional Amazônia-Caribe.* Meio ambiente costeiro face a crise do *Sargassum*: 2021. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=9_DAoNQiXrE>. Acesso em: 10 de março de 2023.

DANTAS, Juliana Jota. *Ao estado de direito ambiental*: caminhos para superação da crise de efetividade no direito constitucional do meio ambiente brasileiro. Veredas do Direito, v. 20, p. e202515, 2023.

DAVID, Victor. *VIII Semana de cooperação científica internacional Amazônia-Caribe.* O regime jurídico do *Sargassum*: 2021. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=9_DAoNQiXrE>. Acesso em: 10 de março de 2023.

DAVIS, Doleasha et al**.** *Biomass composition of the golden tide pelagic seaweeds Sargassum fluitans and S. natans (morphotypes I and VIII) to inform valorisation pathways.* Elsevier. Science of the total environment 762, 2021.

DE ABREU MARIANI, Antonio. *Inclusão das áreas de preservação permanente (app) no computo da área da reserva legal florestal (RL):* retrocesso ou progresso ecológico?. Revista JurisFIB, v. 8, n. 8, 2017.

DE ALCÂNTARA LAUDARES, Sarita Soraia; DA SILVA, Kmila Gomes; BORGES, Luís Antônio Coimbra. *Cadastro Ambiental Rural:* uma análise da nova ferramenta para regularização ambiental no Brasil. Desenvolvimento e Meio Ambiente, v. 31, 2014.

DE ALIMENTOS, Programa Mundial et al. *Panorama regional de la seguridad alimentaria y nutricional-América Latina y el Caribe 2022*: hacia una mejor asequibilidad de las dietas saludables. OPS, 2023.

DE ARAÚJO, Esmeralda Pereira; SILVA, Kellen Lagares Ferreira. *Conservação e/ou proteção da flora nativa de áreas rurais protegidas e expostas à deriva de agrotóxicos*: estudo de legislação. Revista Direito Ambiental e Sociedade, v. 10, n. 1, 2020.

DE OLIVEIRA, Athila Leandro et al. *A Reserva Legal no âmbito do Cadastro Ambiental Rural*: breve análise do sistema de regularização ambiental do imóvel rural. Floresta, v. 48, n. 1, p. 27-36, 2018.

DAVID, Carine; DAVID, Victor. *Les sargasses, d'objet juridique non identifié à catalyseur de droits* 1. Revue Juridique de l'Environnement, n. 3, p. 585-605, 2023.

DEVAULT, Damien et al. *The silent spring of Sargassum.* In Environmental Science and Pollution Research, 2020.

DJAKOURÉ, S., Araujo, M., Hounsou-Gbo, A., Noriega, C., and Bourlès, B.: *On the potential causes of the recent Pelagic Sargassum blooms events in the tropical North Atlantic Ocean, Biogeosciences Discuss*. [preprint], https://doi.org/10.5194/bg-2017-346, in review, 2017.

DOS SANTOS, Adelcio Machado. *Teoria da Complexidade e Teoria do Caos-definições necessárias*. RECIMA21-Revista Científica Multidisciplinar-ISSN 2675-6218, v. 4, n. 3, p. e432872-e432872, 2023.

DRUMM, Estevan Fabiano; SCHAEDLER, Peterson Fernando. *Adequação jurídico-ambiental das áreas de preservação permanente à luz do princípio da função social da propriedade:* uma análise a partir das áreas urbanas. Unoesc & Ciência-ACSA, v. 7, n. 2, 2016.

FAO; FIDA; OPS; PMA; UNICEF. *Panorama regional de la seguridad alimentaria y nutricional - América Latina y el Caribe 2022*: hacia una mejor asequibilidad de las dietas saludables. Santiago de Chile: 2023.

FAROULT, Emilie; DAVID, Victor. *Quels sont les blocages dans la gestion des échouages de sargasses en Martinique et quelles améliorations peut-on proposer ?.* Memoire de stage. AgroParisTech, 2021.

FEARNSIDE, Philip M. *Desmatamento na Amazônia brasileira:* história, índices e consequências. Destruição e Conservação da Floresta Amazônica, v. 1, p. 7-19, 2005.

FERREIRA, Leandro Valle; VENTICINQUE, Eduardo; ALMEIDA, Samuel. *O desmatamento na Amazônia e a importância das áreas protegidas.* Estudos avançados, v. 19, p. 157-166, 2005. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ea/a/FmmfG3MTN5ZHkGYdpCfFNtk/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em 18 de janeiro de 2024.

FARRIER, David; HARVEY, Melissa; DA SILVA, Solange Teles; LEUZINGER, Márcia Diegues et al. *The Legal Aspects of Connectivity Conservation*: Case Studies, IUCN, Gland, Switzerland: 2013.

FISHER, Luly Rodrigues da Cunha. *Manual de direito agrário.* Belém: UFPA, 2018. E-book (336 p.). Disponível em: https://livroaberto.ufpa.br/jspui/handle/prefix/643. Acesso em: 10 de janeiro de 2024.

FONSECA, Mônica; LAMAS, Ivana; KASECKER, Thais. *O papel das unidades de conservação*. Scientific American Brasil, v. 39, p. 18-23, 2010.

FREESTONE, David; BULGER, Faith. *The Sargasso Sea commission:* an innovative approach to the conservation of areas beyond national jurisdiction. Ocean Yearb, v. 30, p. 80-90, 2016.

FUNBIO. *Programa ARPA:* o que é. Programas e projetos. Disponível em: <https://www.funbio.org.br/programas_e_projetos/programa-arpa-funbio/>. Acesso em 10 de março de 2024.

GALY, Karine. *La coopération régionale en matière de gestion des afflux massifs de sargasses dans la Caraïbe:* les défis de la solidarité. Programme ANR CESAR, 2022.

GOÇALO, Cássia; MARTINELLI-FILHO, José Eduardo. *Um mar de algas.* Bate papo com Netuno. Disponível em: <https://www.batepapocomnetuno.com/post/um-mar-de-algas>. Acesso em 27 de maio de 2023.

GOMES, Marco Antonio Ferreira; BARIZON, Robson Rolland Monticelli. *Panorama da contaminação ambiental por agrotóxicos e nitrato de origem agrícola no Brasil:* cenário 1992/2011. 2014.

GONÇALVES, Thamyres Sabrina. *A teoria do caos na ecologia.* Diversitas Journal, v. 5, n. 4, p. 2571-2585, 2020.

GROS-DESORMEAUX, Jean-Raphael. *VIII Semana de cooperação científica internacional Amazônia-Caribe.* Conflitos socioambientais sobre os territórios na Amazônia e no Caribe: 2021. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=psanACilEuc>. Acesso em: 10 de março de 2023.

GROS-DESORMEAUX, Jean-Raphael; PRIAM, Jonathan; TUPIASSU, Lise. *La contribution agricole du Brésil à l'intensification des épisodes de blooms de sargasses dans l'Atlantique tropical Éléments de problématisation*. Note de recherche, 2021.

GUEDES, Emerson Almeida et al. *A responsabilidade civil pelo dano ambiental e a teoria do risco integral*. Caderno de Graduação-Ciências Humanas e Sociais-UNIT-SERGIPE, v. 3, n. 3, p. 13-13, 2016.

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS. *Perguntas frequentes.* Ministério da ciência, tecnologia e informação. Disponível em: <http://www.inpe.br/faq/index.php?pai=6>. Acesso em 18 de janeiro de 2024.

JOHNS, Elizabeth M. et al. *The establishment of a pelagic Sargassum population in the tropical Atlantic:* Biological consequences of a basin-scale long distance dispersal event. Progress in Oceanography, v. 182, 2020.

JOUANNO, Julien et al. *Evolution of the riverine nutrient export to the Tropical Atlantic over the last 15 years:* is there a link with Sargassum proliferation?. Environmental Research Letters, v. 16, n. 3, p. 034042, 2021.

LAFFOLEY, D. et al. *The protection and management of the Sargasso Sea:* The golden floating rainforest of the Atlantic Ocean. Summary Science and Supporting Evidence Case. Sargasso Sea Alliance, 2011.

LAPOINTE, B. E. et al. *Nutrient content and stoichiometry of pelagic Sargassum reflects increasing nitrogen availability in the Atlantic Basin*. Nature Communications, v. 12, n. 1, p. 3060, 2021.

LAURINDO, Victor Hugo; GAIO, Daniel. *As áreas de preservação permanente do Novo Código Florestal e o princípio da proibição de retrocesso ambiental.* Anais do XVII ENA, v. 26, 2017. Disponível em: <https://anpur.org.br/app-urbana-2014/anais/ARQUIVOS/GT3-172-31-20140518123512.pdf>. Acesso em 12 de janeiro de 2024.

LEUZINGER, Marcia Dieguez; DA SILVA, Solange Teles. *O princípio da participação e a criação e gestão das áreas protegidas na perspectiva do direito ambiental global.* Revista de Direito Internacional, v. 14, n. 3, 2017.

LEUZINGER, Marcia Dieguez; DA SILVA, Solange Teles. *Sargassum:* para além de danos, uma questão de prevenção e oportunidades. Revista de direito ambiental. v. 108/2022, p. 163-164, 2022.

LOPEZ, Ileana C. et al. *Sargassum White Paper:* Turning the Crisis into an Opportunity. United Nations Environment Programme- Caribbean Environment Programme, 2021.

LOUIME, Clifford; FORTUNE, Jodany; GERVAIS, Gary. *Sargassum invasion of coastal environments:* a growing concern. American Journal of Environmental Sciences, v. 13, n. 1, p. 58-64, 2017.

MACHADO, Alexandre Ricardo; SALEME, Edson Ricardo. *Cadastro Ambiental Rural, Sustentabilidade E O Programa de Regularização Ambiental.* Revista de Direito e Sustentabilidade, Maranhão, v. 3, n. 2, p. 125-140, 2017.

MARSH, Robert et al. *Climate-sargassum interactions across scales in the tropical Atlantic.* PLOS Climate, v. 2, n. 7, p. e0000253, 2023.

MARTIN, Paul et al. *Governance and metagovernance systems for the Amazon*. Review of European, Comparative & International Environmental Law, v. 31, n. 1, p. 126-139, 2022.

MARTINELLI-FILHO, José Eduardo. *First record of golden seaweed tides at the Brazilian amazon coast*. 5 Congresso brasileiro de biologia marinha. Ipojuca, Pernambuco, volume 1, 2015.

MARTINI, Denise Zanatta et al. *Unidades de conservação como estratégia para a redução do desmatamento na Amazônia:* o caso do Parque Estadual Monte Alegre Protected Areas as a strategy to reduce deforestation in the Amazon: the case of Monte Alegre State Park. Ambiência, v. 8, n. 2, p. 333-343, 2012.

MAZZUOLI, Valério de Oliveira. *A proteção internacional dos direitos humanos e o direito internacional do meio ambiente.* Revista Amazônia Legal de estudos sociojurídico-ambientais. Cuiabá, ano 1, n. 1, p. 169-196, 2007.

MENEZES, Ronei Sant'Ana de, et al. *A importância da reserva legal na geração de renda dos pequenos produtores rurais:* estudo de caso do Estado do Acre, Amazônia. Revista Floresta: 2005. Disponível em: <https://revistas.ufpr.br/floresta/article/view/2426/2028>. Acesso em 12 de janeiro de 2024.

METZGER, Jean Paul et al. *Por que o Brasil precisa de suas reservas legais*. Elsevier. Perspectives in ecology and conservation. Volume 17, 2019. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2530064419301750>. Acesso em 11 de janeiro de 2024.

MIGUEL, L.A., ZANONI, M.M. *Práticas agroflorestais, políticas públicas e meio ambiente:* o caso do litoral norte do Paraná. Revista de Extensão Rural, Santa Maria, v.V, n.5, p.9-23, 1998.

MILARÉ, Edis. *Direito do Ambiente:* doutrina - jurisprudência - glossário. 4 ed. São Paulo: Revista dos Tribunais, 2005.

MILARÉ, Lucas Tamer, MILARÉ, Édis. *Área de preservação permanente*. Enciclopédia jurídica da PUC-SP. Celso Fernandes Campilongo, Alvaro de Azevedo Gonzaga e André Luiz Freire (coords.). Tomo: Direitos Difusos e Coletivos. Nelson Nery Jr., Georges Abboud, André Luiz Freire (coord. de tomo). 1. ed. São Paulo: Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, 2017. Disponível em: <https://enciclopediajuridica.pucsp.br/verbete/317/edicao-1/area-de-preservacao-permanente>. Acesso em: 12 de janeiro de 2024.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. *Áreas de preservação permanente urbanas.* Disponível em: <https://antigo.mma.gov.br/cidades-sustentaveis/areas-verdes-urbanas/%C3%A1reas-de-prote%C3%A7%C3%A3o-permanente.html#startOfPageId8050>. Acesso em: 12 de janeiro de 2024.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. *Programa ARPA.* MMA em números. Disponível em: <https://antigo.mma.gov.br/mma-em-numeros/programa-arpa.html>. Acesso em: 10 de março de 2024.

MOREIRA, Eliane Cristina Pinto. *Justiça Socioambiental e Direitos Humanos: uma análise a partir dos direitos territoriais dos povos e comunidades tradicionais.* Rio de janeiro: Editora Lumen Juris, 2017.

MOREIRA, Eliane Cristina Pinto. *O cadastro ambiental rural:* a nova face da grilagem na Amazônia?. Abrampa. Disponível em: <https://abrampa.org.br/en/o-cadastro-ambiental-rural-a-nova-face-da-grilagem-na-amazonia/> . Acesso em: 19 de janeiro de 2024.

NEUMANN, Pedro Selvino; LOCH, Carlos. *Legislação ambiental, desenvolvimento rural e práticas agrícolas.* Ciência Rural, v. 32, p. 243-249, 2002.

NUNES, Flavio Souza Brasil. *Criação e gestão de unidades de conservação:* orientações básicas. Gestão e governança local para a Amazônia sustentável: notas técnicas – 2 / Orgs. Maria Cristina Soares de Almeida e Peter H. May. - Rio de Janeiro: IBAM, 2016.

OVIATT, Candace A. et al. *What nutrient sources support anomalous growth and the recent Sargassum mass stranding on Caribbean beaches?* A review. Marine Pollution Bulletin, v. 145, p. 517-525, 2019.

PANTOJA RAMOS, Carlos Augusto; ANTELO, Fernanda do Socorro Ferreira Senra; DA SILVA, Eymmy Gabrielly Rodrigues. *Nota técnica sobre a implementação do CAR na Mesorregião do Marajó, no Estado do Pará.* Recanto das Letras: 2023. Disponível em: <https://rl.art.br/arquivos/7798121.pdf?1685138739>. Acesso em: 09 de junho de 2023.

PARRA, Andrea. *VIII Semana de cooperação científica internacional Amazônia-Caribe:* A problemática do Sargassum vista do Caribe, 2021. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=6X2BHPGGbmA>. Acesso em: 10 de março de 2023.

PARRA-LEYLAVERGNE, Andrea. *The Social Construction of International Environmental Policies in the Caribbean:* The Case of Sargassum. In: The Palgrave Handbook of Environmental Politics and Theory. Cham: Springer International Publishing, 2023. p. 539-566.

PALANY, Phillipe. *VIII Semana de cooperação científica internacional Amazônia-Caribe.* Meio ambiente costeiro face à crise do *Sargassum*: 2021. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=9_DAoNQiXrE>. Acesso em: 10 de março de 2023.

PARÁ. *Decreto estadual nº 1.148 de 17 de julho de 2018.* Disponível em: <https://www.semas.pa.gov.br/legislacao/files/pdf/586.pdf>. Acesso em 16 de janeiro de 2024.

PARÁ. *Decreto estadual nº 1.696 de 7 de fevereiro de 2017.* Disponível em: <https://www.semas.pa.gov.br/legislacao/files/pdf/507.pdf>. Acesso em 18 de janeiro de 2024.

PEREIRA, Viviane Camejo. *O novo código florestal brasileiro:* dilemas da consciência ecológica em torno da proteção ambiental. Ambiente & Educação: Revista de Educação Ambiental, v. 18, n. 1, p. 211-228, 2013.

RAJÃO, Raoni et al. *Dicotomia da impunidade do desmatamento ilegal.* Policy Brief, p. 1-12, 2021.

REDE AMAZÔNICA DE CLÍNICAS DE DIREITOS HUMANOS. *Observações escritas:* solicitação de opinião consultiva realizada pelo Estado da Colômbia para a interpretação dos artigos 1.1, 4 e 5 da Convenção Americana de Direitos Humanos, referente aos impactos de grandes projetos no meio ambiente marinho, especificamente na Região do Grande Caribe. Universidade de Brasília, Universidade do Estado do Amazonas, Universidade Federal do Pará: 2017. Disponível em: <https://onedrive.live.com/?authkey=%21ANngd33XihHkmEw&cid=17C5F1EF2948A55B&id=17C5F1EF2948A55B%2118992&parId=17C5F1EF2948A55B%2118863&o=OneUp> . Acesso em: 17 de junho de 2023.

REICHARDT, Fernanda Viegas; SANTOS, Mayara Regina Araújo dos. *(In) eficácia do Princípio de Precaução no Brasil*. Estudos avançados, v. 33, p. 259-270, 2019.

REYDON, Bastiaan Philip. *O desmatamento da floresta amazônica:* causas e soluções. Política Ambiental, v. 8, p. 143-155, 2011.

ROCHA, Ibraim; TRECCANI, Girolamo Domenico; BENATTI, José Heder; HABER, Lilian Mendes; CHAVES, Rogério Arthur Friza. *Manual de direito agrário constitucional:* lições de direito agroambiental. 3ed. Belo Horizonte: Fórum, 2019.

RODRÍGUEZ-MARTÍNEZ, R.E. et al. *Faunal mortality associated with massive beaching and decomposition of pelagic Sargassum.* Elsevier, 2019.

RORIZ, Pedro Augusto Costa; FEARNSIDE, Philip Martin. *A construção do Código Florestal Brasileiro e as diferentes perspectivas para a proteção das florestas.* Novos Cadernos NAEA, v. 18, n. 2, 2015.

ROSSIGNOLO, João Adriano et al. *Algae application in civil construction:* A review with focus on the potential uses of the pelagic Sargassum spp. biomass. Journal of Environmental Management, v. 303, p. 114258, 2022.

SANTIAGO, T. M. O.; REZENDE, J. L. P.; BORGES, L. A. C. *The legal reserve:* historical basis for the understanding and analysis of this instrument. Ciência Rural, v. 47, n. 2, 2017. Disponível em: < http://www.scielo.br/pdf/cr/v47n2/1678-4596-cr-47-02-20141349.pdf>. Acesso em: 16 de janeiro de 2024.

SANTILLI, Juliana. *Socioambientalismo e novos direitos:* proteção jurídica à diversidade biológica e ambiental. São Paulo Peirópolis, 2005.

SANTILLI, Juliana. *Agrobiodiversidade, florestas e sustentabilidade socioambiental.* In: Silva, S.T., da, Cureau, S., Leuzinger, M.D. (Eds.), Código Florestal: Desafios e Perspectivas. Fiuza, São Paulo, 2010.

SANTOS, Thiago Oliveira et al. *Os impactos do desmatamento e queimadas de origem antrópica sobre o clima da Amazônia brasileira:* um estudo de revisão. Revista Geográfica Acadêmica, v. 11, n. 2, p. 157-181, 2017.

SAVIAN, Moisés; MILHOMENS, Allan; VELESE, Marilúcia; CABRAL, Paulo Guilherme. *Cadastro ambiental rural:* experiências e potencialidades para a gestão agroambiental. Políticas agroambientales y sostenibilidad: desafíos, oportunidades y lecciones aprendidas. Brasília: IPEA, p. 105-124, 2014.

SCHMITT, Jair. *Crime sem castigo:* a efetividade da fiscalização ambiental para o controle do desmatamento ilegal na Amazônia. 2016.

SISSINI, Marina Nasri et al. *The floating Sargassum (Phaeophyceae) of the South Atlantic Ocean* - likely scenarios. Phycologia (Oxford), v. 56, p. 321-328, 2017.

SKLIRIS, Nikolaos et al. *Physical drivers of pelagic Sargassum bloom interannual variability in the Central West Atlantic over 2010–2020*. Ocean Dynamics, v. 72, n. 6, p. 383-404, 2022.

SMETECK, Victor, ZONGONE, Adriana. *Marés de algas verdes e douradas em ascensão*. *Natureza* 504, 84-88, 2013.

SOUZA FILHO, Carlos Frederico Marés de. *De como a natureza foi expulsa da modernidade.* Revista de direitos difusos, v. 68, 2017.

SPAROVEK, Gerd et al. *Brazilian agriculture and environmental legislation:* status and future challenges. 2010.

SPAROVEK, Gerd et al. *A revisão do Código Florestal brasileiro.* Novos estudos CEBRAP, p. 111-135, 2011.

STRAND, Jon et al. *Spatially explicit valuation of the Brazilian Amazon Forest's Ecosystem Services.* Nature Sustainability, 1, 2018. Disponível em: <https://www.nature.com/articles/s41893-018-0175-0>. Acesso em 11 de janeiro de 2024.

TELES DA SILVA, Solange. *Direito fundamental ao meio ambiente ecologicamente equilibrado.* Revista de Direito Ambiental, v. 48, p. 225-245, 2007.

TELES DA SILVA. *VIII Semana de cooperação científica internacional Amazônia-Caribe.* Meio ambiente costeiro face à crise do *Sargassum*: 2021. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=9_DAoNQiXrE>. Acesso em: 10 de março de 2023.

TRECCANI, Girolamo Domenico. *O Título de Posse e a Legitimação de Posse como formas de aquisição da propriedade.* Revista da Procuradoria Geral do Pará, v. 20, p. 121-158, 2009. Disponível em: http://www.pge.pa.gov.br/files/u13/ARTIGO%206%20-%20DR.%20GIROLAMO%20OKK.pdf. Acesso em: 10 de janeiro de 2024.

TUPIASSU, L.; GROS-DESORMEAUX, J.-R. ; GRUZ, G. *Regularização Fundiária e Política Ambiental:* Incongruências do Cadastro Ambiental Rural no Estado do Pará. Revista Brasileira de Políticas Públicas, v. 7, p. 188-202, 2017.

TUPIASSU-MERLIN, Lise. *O meio ambiente na dinâmica histórico-econômica dos direitos humanos.* In: DIAS, Jean Carlos; FONSECA, Luciana Costa da. (Org.). Sustentabilidade - Ensaios sobre Direito Ambiental. São Paulo: Método, 2010, v. , p. 127-145

TUPIASSU-MERLIN, Lise. *Recherche sur le droit à l'environnement:* contribution de la fiscalité à sa réalisation- le cas brésilien. 2009. Tese (Doutorado em direito) - Université Toulouse 1 Capitole, Toulouse 1, França, 2009.

VERÍSSIMO, Adalberto et al. *Áreas Protegidas na Amazônia Brasileira:* avanços e desafios. 2011.

VIEIRA, Ima Célia Guimarães; BECKER, Bertha Koiffmann. *A revisão do Código Florestal e o desenvolvimento do país.* Ciência Hoje, v. 46, n. 274, p. 64-67, 2010.

WANG, Mengqiu et al. *The great Atlantic sargassum belt.* Science, v. 365, n. 6448, p. 83-87, 2019.