

## NOTA TÉCNICA SOBRE QUANTIFICAÇÃO DA DIMENSÃO CLIMÁTICA DO DANO AMBIENTAL

Danielle de Andrade Moreira<sup>1</sup>  
Victoria Lourenço de Carvalho e Gonçalves<sup>2</sup>  
Fernanda Leite Barbosa<sup>3</sup>

### Apresentação

Este trabalho apresenta uma análise preliminar e parcial sobre a quantificação da dimensão climática de danos ambientais no Brasil. Pretende-se realizar, inicialmente, um diagnóstico de litígios climáticos brasileiros relacionados à responsabilidade civil ambiental, nos quais se requer que a reparação dos danos ambientais contemple seus efeitos na mudança climática global. A grande maioria dos litígios brasileiros analisados neste documento trata de danos associados ao desmatamento ilegal na região amazônica e mobilizam metodologias disponíveis para a quantificação e precificação das correspondentes emissões de Gases de Efeito Estufa (GEE) e/ou do decréscimo de sumidouros naturais decorrentes do desmatamento. Serão identificados os métodos utilizados para a quantificação dos danos ambientais-climáticos<sup>4</sup> nesses casos e sua relevância para

<sup>1</sup> Fundadora e coordenadora do Grupo de Pesquisa Direito, Ambiente e Justiça no Antropoceno (JUMA), vinculado à Coordenação de Direito Ambiental do NIMA/PUC-Rio (NIMA-Jur). Doutora e Mestre em Direito pela Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ). Professora da Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, com atuação junto ao Programa de Pós-Graduação em Direito e ao Núcleo Interdisciplinar de Meio Ambiente (NIMA/PUC-Rio). Membro do Conselho Consultivo do NIMA/PUC-Rio. Coordenadora Acadêmica do Curso de Pós-Graduação Lato Sensu (nível especialização) em Direito Ambiental da PUC-Rio. Coordenadora Acadêmica da Associação dos Professores de Direito Ambiental do Brasil (APRODAB). Vice-Presidente da Região Sudeste do Instituto “O Direito por um Planeta Verde”. Vice-Presidente do Conselho Deliberativo do Fundo Brasileiro para a Biodiversidade (FUNBIO). Foi assessora jurídica do FUNBIO, da Fundação Estado de Engenharia do Meio Ambiente (FEEMA, atual INEA) e da Fundação Instituto Estadual de Florestas (IEF/RJ, atual INEA). Mãe de Bruna, Tiago e Flora. E-mail: [daniamoreira@puc-rio.br](mailto:daniamoreira@puc-rio.br)

<sup>2</sup> Pesquisadora do Grupo de Pesquisa Direito, Ambiente e Justiça no Antropoceno (JUMA/NIMA/PUC-Rio). Doutoranda em Teoria do Estado e Direito Constitucional pela Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro (PUC-Rio). Mestre em Direito Constitucional pela Universidade Federal Fluminense (UFF). Bacharel em Direito pela UFF. Advogada com atuação na área de Recursos Hídricos. Professora do curso de graduação em Direito na Universidade Estácio de Sá. Membro da Comissão de Meio Ambiente da OAB Volta Redonda/RJ. Integrou o Grupo de Estudos em Meio Ambiente e Direito (GEMADI/UFF-VR) de 2014 a 2019.

<sup>3</sup> Pesquisadora do Grupo de Pesquisa Direito, Ambiente e Justiça no Antropoceno (JUMA/NIMA/PUC-Rio). Advogada, Especialista em Meio Ambiente (MBE-COPPE/UFRJ) e Direito Ambiental (PUC-RJ), Mestre em Planejamento Ambiental (PPE-COPPE/UFRJ) e Doutoranda em Planejamento Ambiental (PPE-COPPE/UFRJ), com experiência profissional em pesquisa, projetos ambientais e licenciamento, incluindo coordenação de equipes, consultoria jurídica ambiental, estudos de impacto ambiental (coordenação), identificação e análise de impacto ambiental e *due diligences*. Consultora em licenciamento ambiental e sustentabilidade. Foi Gerente de Operações e coordenou o núcleo de petróleo e Gerente da Área de Negócios de energia de empresa de consultoria multinacional.

<sup>4</sup> A expressão danos ambientais-climáticos utilizada neste documento refere-se à dimensão climática da danosidade ambiental, em atenção ao artigo 14 da Resolução 433/2021 do Conselho Nacional de Justiça, que impõe a consideração dos impactos dos danos ambientais na mudança climática global.

o processo de construção de critérios e parâmetros norteadores da tomada de decisão judicial. Ao final, serão apresentados exemplos de litígios climáticos estrangeiros sobre a mesma temática e que tenham o potencial de contribuir para mensuração das emissões de GEE.

## 1. Análise preliminar das ações judiciais de reparação por danos ambientais-climáticos no Brasil

Em pesquisa não exaustiva de ações ajuizadas perante o Poder Judiciário brasileiro e que demandam a reparação dos danos ambientais-climáticos, foram identificados 32 casos,<sup>5</sup> todos relacionados a desmatamento ilegal. Todas as ações mapeadas são ações civis públicas (ACP) propostas pelo Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e Recursos Naturais Renováveis (IBAMA) ou pelo Ministério Público Federal (MPF). O polo passivo dessas ações é ocupado por pessoas físicas ou jurídicas de direito privado às quais se imputa a responsabilidade pelo dano ambiental-climático, de forma direta ou indireta. Assim, são demandados nessas ações tanto quem executou diretamente a atividade da qual decorre o dano ambiental, quanto quem é responsável indiretamente pela atividade degradadora do meio ambiente (cf. art. 3º, IV, da Lei 6.938/1981).

Uma dessas ações foi a ajuizada pelo IBAMA em face de Siderúrgica São Luiz Ltda. e Geraldo Magela Martins, em razão da utilização de carvão vegetal sem origem regular – associada, portanto, ao desmatamento ilegal – e, logo, responsável indiretamente por danos ambientais-climáticos climáticos.<sup>6</sup>

Outras nove ações<sup>7</sup> foram propostas também pelo IBAMA, todas com os mesmos fundamentos, mas em face de diferentes réus, buscando a reparação de danos ambientais-climáticos por depósito de madeira em toras sem licença ambiental. De acordo com o órgão ambiental, o armazenamento de madeira sem origem comprovada estaria associado (a) ao desmatamento ilegal e à exploração predatória no bioma amazônico; e (b) à liberação de GEE na atmosfera e à redução de

---

<sup>5</sup> Cf. tabela em anexo disponível nesse [link](#).

Os 32 casos em questão foram identificados no processo de atualização da Plataforma de Litigância Climática no Brasil (<https://www.juma.nima.puc-rio.br/base-dados-litigancia-climatica-no-brasil>), que reúne informações sobre litígios climáticos nos tribunais brasileiros, conforme metodologia própria para seleção e classificação dos casos (cf. <https://www.juma.nima.puc-rio.br/metodologia>).

<sup>6</sup> TRF-1. 15ª Vara Federal Cível da SJMG. ACP 1010603-35.2019.4.01.3800. Distribuição 02/07/2019. Disponível em: <https://www.litiganciaticlimatica.juma.nima.puc-rio.br/visualizacao/YH7C4HwQV3BoNyBKuKuQ:data=noEdit>. Acesso em: 21 jul. 2023.

<sup>7</sup> (1) TRF-1. Vara Federal Cível e Criminal da SSJ de Altamira-PA. ACP 1000469-62.2018.4.01.3903. Distribuição 19/12/2018; (2) TRF-1. Vara Federal Cível e Criminal da SSJ de Itaituba-PA. ACP 1000083-80.2019.4.01.3908. Distribuição 04/02/2019; (3) TRF-1. Vara Federal Cível e Criminal da SSJ de Juína-MT. ACP 1000200-41.2018.4.01.3606. Distribuição 20/12/2018; (4) TRF-1. Vara Federal Cível e Criminal da SSJ de Tucuruí-PA. ACP 1000185-42.2018.4.01.3907. Distribuição 19/12/2018; (5) TRF-1. 7ª Vara Federal Ambiental e Agrária da SJAM. ACP 1000364-26.2019.4.01.3200. Distribuição 28/01/2019; (6) TRF-1. 1ª Vara Federal Cível da SJRR. ACP 1001659-42.2018.4.01.4200. Distribuição 20/12/2018; (7) TRF-1. 2ª Vara Federal Cível e Criminal da SSJ de Santarém-PA. ACP 1000656-73.2018.4.01.3902. Distribuição 20/12/2018; (8) TRF-1. 6ª Vara Federal Cível da SJAP. ACP 1003478-16.2018.4.01.3100. Distribuição 19/12/2018; (9) TRF-1. 2ª Vara Federal Cível e Criminal da SSJ de Santarém-PA. ACP 1000275-31.2019.4.01.3902. Distribuição 28/01/2019.

sumidouros naturais. Cada ação tem por base um auto de infração específico e encontra-se em fase processual distinta.

As demais 22 ações<sup>8</sup> são de autoria do MPF e foram propostas em face de diferentes pessoas físicas. De acordo com as respectivas petições iniciais, todas têm por base a apuração realizada em um mesmo inquérito civil,<sup>9</sup> que constatou a ocorrência de desmatamentos ilegais entre os anos de 2011 e 2018 para o desenvolvimento de atividade pecuária, todos realizados no interior do Projeto de Assentamento Agroextrativista (PAE) Antimary. As ações buscam a responsabilização pelos danos ambientais e climáticos decorrentes do desmatamento.

Dentro do universo das 32 ações analisadas, não houve a identificação de uma unidade metodológica para a quantificação do dano ambiental-climático. Diferentes metodologias foram mobilizadas nas várias ações. Também não há uniformidade nas decisões judiciais, quando existentes, quanto à aceitação de tais metodologias. O que se observa nessas ações é que a quantificação do dano climático se dá em dois momentos distintos.

Inicialmente, estima-se a quantidade de carbono lançada na atmosfera em virtude do evento poluidor. O tipo de bioma desmatado interfere na estimativa da quantidade de carbono emitido. Assim, um hectare de desmatamento na Amazônia gera a emissão de quantidade distinta de carbono daquela decorrente de desmatamento da mesma área no Cerrado.

<sup>8</sup> (1) TRF-1. 7ª Vara Federal Ambiental e Agrária da SJAM. ACP 1005885-78.2021.4.01.3200. Distribuição 07/04/2021; (2) TRF-1. 7ª Vara Federal Ambiental e Agrária da SJAM. ACP 1022371-41.2021.4.01.3200. Distribuição 09/09/2021; (3) TRF-1. 7ª Vara Federal Ambiental e Agrária da SJAM. ACP 1015025-39.2021.4.01.3200. Distribuição 29/06/2021; (4) TRF-1. 7ª Vara Federal Ambiental e Agrária da SJAM. ACP 1015022-84.2021.4.01.3200. Distribuição 29/06/2021; (5) TRF-1. 7ª Vara Federal Ambiental e Agrária da SJAM. ACP 1015021-02.2021.4.01.3200. Distribuição 29/06/2021; (6) TRF-1. 7ª Vara Federal Ambiental e Agrária da SJAM. ACP 1015023-69.2021.4.01.3200. Distribuição 29/06/2021; (7) TRF-1. 7ª Vara Federal Ambiental e Agrária da SJAM. ACP 1022373-11.2021.4.01.3200. Distribuição 09/09/2021; (8) TRF-1. 7ª Vara Federal Ambiental e Agrária da SJAM. ACP 1022372-26.2021.4.01.3200. Distribuição 09/09/2021; (9) TRF-1. 7ª Vara Federal Ambiental e Agrária da SJAM. ACP 1022423-37.2021.4.01.3200. Distribuição 10/09/2021; (10) TRF-1. 7ª Vara Federal Ambiental e Agrária da SJAM. ACP 1022424-22.2021.4.01.3200. Distribuição 09/09/2021; (11) TRF-1. 7ª Vara Federal Ambiental e Agrária da SJAM. ACP 1015049-67.2021.4.01.3200. Distribuição 29/06/2021; (12) TRF-1. 7ª Vara Federal Ambiental e Agrária da SJAM. ACP 1022425-07.2021.4.01.3200. Distribuição 10/09/2021; (13) TRF-1. 7ª Vara Federal Ambiental e Agrária da SJAM. ACP 1022623-44.2021.4.01.3200. Distribuição 13/09/2021; (14) TRF-1. 7ª Vara Federal Ambiental e Agrária da SJAM. ACP 1022626-96.2021.4.01.3200. Distribuição 13/09/2021; (15) TRF-1. 7ª Vara Federal Ambiental e Agrária da SJAM. ACP 1022629-51.2021.4.01.3200. Distribuição 13/09/2021; (16) TRF-1. 7ª Vara Federal Ambiental e Agrária da SJAM. ACP 1022781-02.2021.4.01.3200. Distribuição 14/09/2021; (17) TRF-1. 7ª Vara Federal Ambiental e Agrária da SJAM. ACP 1022783-69.2021.4.01.3200. Distribuição 14/09/2021; (18) TRF-1. 7ª Vara Federal Ambiental e Agrária da SJAM. ACP 1022784-54.2021.4.01.3200. Distribuição 14/09/2021; (19) TRF-1. 7ª Vara Federal Ambiental e Agrária da SJAM. ACP 1022785-39.2021.4.01.3200. Distribuição 14/09/2021; (20) TRF-1. 7ª Vara Federal Ambiental e Agrária da SJAM. ACP 1022843-42.2021.4.01.3200. Distribuição 15/09/2021; (21) TRF-1. 7ª Vara Federal Ambiental e Agrária da SJAM. ACP 1022845-12.2021.4.01.3200. Distribuição 15/09/2021; (22) TRF-1. 7ª Vara Federal Ambiental e Agrária da SJAM. ACP 1022844-27.2021.4.01.3200. Distribuição 15/09/2021.

<sup>9</sup> Inquérito civil 1.13.000.001719/2015-49.

Para esse primeiro momento, verificou-se, por exemplo, que, nos processos movidos por desmatamentos realizados no interior do PAE Antimary no bioma amazônico,<sup>10</sup> o autor da ação – no caso, o MPF, – pautou-se em Nota Técnica do Instituto de Pesquisa Ambiental da Amazônia (IPAM).<sup>11</sup> De acordo com esse documento, o desmatamento de um hectare de Floresta Amazônica equivale à emissão de 179,25 toneladas de carbono. Por outro lado, as ações sobre danos climáticos por depósito de madeira em toras sem origem comprovada, propostas pelo IBAMA,<sup>12</sup> pretenderam aplicar a estimativa do Fundo Amazônia. Criado pelo Decreto 6.527/2008, o Fundo conta com um Comitê Técnico a quem cabe avaliar a metodologia de cálculo da área de desmatamento e a quantidade de carbono por hectare utilizada no cálculo das emissões. Assim, utiliza-se o valor de 100 tC/ha (toneladas de carbono por cada hectare) de biomassa, o que equivale a 367 tCO<sub>2</sub>e/ha (toneladas de dióxido de carbono equivalente por hectare).<sup>13</sup>

Em um segundo momento, depois de estabelecida a quantidade de carbono emitida, precifica-se a tonelada de dióxido de carbono em um ano, de modo que seja possível a definição do *quantum* indenizatório. É nesse ponto que se considera a questão relativa ao custo social do carbono (CSC).

O cálculo baseado no CSC – utilizado em diversos países, como EUA, Canadá, México, Reino Unido, dentre outros – estima o impacto econômico produzido pelo lançamento de uma unidade de GEE na atmosfera por certa fonte emissora, considerando inclusive o tempo em que ela permanece na atmosfera. Em outros termos, o CSC é o custo imposto à sociedade pela emissão de GEE ou o custo dos impactos gerados pelo dano ambiental-climático no ambiente.<sup>14</sup> “Tais impactos podem estar relacionados à produtividade agrícola, saúde humana, danos a infraestruturas públicas ou privadas etc.”.<sup>15</sup> A Informação Técnica 10/2019-COREC/CGBIO/DBFLO do IBAMA (IF IBAMA 10/2019) intitulada “Compilação - Levantamento sobre custo social do carbono (CSC)”, demonstra que o método não é isento de críticas:

Geralmente o método utilizado para cálculo do custo social do carbono se baseia em modelos computacionais. Tais ferramentas são simplificações, e levam em consideração hipóteses incertas. Um dos elementos centrais dos modelos – a fórmula que associa danos econômicos ao aumento da temperatura média global –

<sup>10</sup> TRF-1. 7ª Vara Federal Ambiental e Agrária da SJAM. ACP 1005885-78.2021.4.01.3200. Distribuição 07/04/2021. Disponível em: <https://www.litiganciaticlimatica.juma.nima.puc-rio.br/visualizacao/i3U9P7d46Yf8Q4QTDnEe;data=noEdit>. Acesso em 21 jul. 2023.

<sup>11</sup> BRASIL. Instituto de Pesquisa Ambiental da Amazônia – IPAM. **Relatório Técnico**: Estimativas das emissões de carbono (CO<sub>2</sub>) oriundas de desmatamento ilegal no PAE Antimary, Estado do Amazonas, para o período de 2011 e 2018. O relatório técnico está anexado às petições iniciais dos processos.

<sup>12</sup> Cf., por exemplo, a seguinte: TRF-1. Vara Federal Cível e Criminal da SSJ de Altamira-PA. ACP 1000469-62.2018.4.01.3903. Distribuição 19/12/2018.

<sup>13</sup> BRASIL. Ministério do Meio Ambiente e do Clima. Serviço Florestal Brasileiro. **Fundo Amazônia**. Disponível em: <https://www.terrabrasil.org.br/ecotecadigital/pdf/fundo-amazonia.pdf>. Acesso em: 21 jul. 2023.

<sup>14</sup> KOTCHEN, Matthew J. **Which Social Cost of Carbon?** A Theoretical Perspective. National Bureau of Economic Research. 2016.

<sup>15</sup> TRF-1. 15ª Vara Federal Cível. ACP 1010603-35.2019.4.01.3800. Petição inicial. Distribuição 02/07/2019. Disponível em: <https://www.litiganciaticlimatica.juma.nima.puc-rio.br/visualizacao/YH7C4HwQV3BoNyBKuKuQ;data=noEdit>. Acesso em: 21 jul. 2023. p. 4.

tem sido alvo de severas críticas na literatura. Entre outras, contestam-se as fórmulas adotadas, as premissas e os parâmetros aplicados, ou os tipos de impactos levados ou não em consideração. [...] Outro motivo também contribuiria para a incerteza: não há uma estimativa científica dos danos econômicos dos cenários de altas emissões de gases de efeito estufa.<sup>16</sup>

Outro desafio diz respeito à identificação de um valor monetário, já que não existe um preço único atribuído à tonelada de carbono emitida. O CSC sofre variações entre os países e também ao longo do tempo, dependendo das variáveis relativas aos custos dos impactos que serão suportados em virtude das mudanças do clima. Da mesma forma, as ações mapeadas divergem quanto à precificação do carbono, e as discrepâncias são significativas. Existem ações que adotam o preço definido pela Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE) (EUR 60/t CO<sub>2</sub>)<sup>17</sup>, ao passo que outras tomam por base o preço praticado no âmbito do Fundo Amazônia (USD 5,00/t CO<sub>2</sub>) para precificação do carbono.<sup>18</sup>

No caso da ação proposta pelo IBAMA em face da Siderúrgica São Luiz Ltda. e de Geraldo Magela Martins,<sup>19</sup> sobre uso de carvão de origem irregular, a Instrução Normativa (IN) IBAMA 2/2016<sup>20</sup> foi trazida como base para determinar a quantidade de madeira necessária para produção do carvão utilizado pela empresa ré e, bem assim, estimar a quantidade de hectares desmatados para extração da correspondente quantidade de madeira. Identifica-se o quanto de madeira foi consumido para produzir carvão e, após, quantos hectares foram afetados pela supressão ilegal daquele produto florestal. O auto de infração foi lavrado em região cujo bioma predominante é o Cerrado, para o qual se estima um hectare de área a ser recuperada para cada 40m<sup>3</sup> de produto florestal bruto constatado ou calculado (art. 4º, II, IN IBAMA 2/2016). Em seguida, a ação indicou de forma explícita a aplicação da metodologia do CSC. Ou seja, estimada a área desmatada com base na IN IBAMA 2/2016, projeta-se a quantidade de carbono lançado na atmosfera pela retirada da cobertura do solo, multiplicando-a pelo preço estabelecido para uma tonelada do gás. No caso, adotou-se o preço do carbono estipulado pela OCDE, equivalente a 60 euros por uma tonelada do gás. No entanto, a ação não indicou a estimativa da quantidade de GEE projetada na atmosfera em razão do desmatamento. Assim, a petição inicial deixou de determinar a extensão do dano climático, embora

<sup>16</sup> BRASIL. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis – IBAMA. **Informação Técnica 10/2019-COREC/CGBIO/DBFLO**. Compilação - Levantamento sobre custo social do carbono (CSC). Brasília, 2019. p. 3-4.

<sup>17</sup> Cf. petição inicial do processo 1010603-35.2019.4.01.3800 movido pelo IBAMA em face da Siderúrgica São Luiz por uso de carvão de origem irregular, disponível em: <https://www.litiganciaticlimatica.juma.nima.puc-rio.br/visualizacao/YH7C4HwQV3BoNyBKuKuQ:data=noEdit>. Acesso em 21 jul. 2023.

<sup>18</sup> Cf. petição inicial do processo 1005885-78.2021.4.01.3200, MPF vs. Dauro Parreira de Rezende, por desmatamento ilegal em área inserida em Projeto de Assentamento Agroextrativista, disponível em: <https://www.litiganciaticlimatica.juma.nima.puc-rio.br/visualizacao/i3U9P7d46Yf8Q4QTDnEe:data=noEdit>. Acesso em 21 ju. 2023.

<sup>19</sup> TRF-1. 15ª Vara Federal Cível da SJMG. ACP 1010603-35.2019.4.01.3800. Distribuição 02/07/2019.

<sup>20</sup> BRASIL. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis – IBAMA. **Instrução Normativa 2/2016**. Estabelece procedimentos que visem a conversão de produto florestal processado em produto florestal bruto e a comutação de volume de produto florestal bruto em área para reparação de dano ambiental indireto constatado em autos de infração lavrados pelo Ibama. Disponível em: <https://www.in.gov.br/web/dou/-/instrucao-normativa-n-2-de-9-de-maio-de-2016-22801117>. Acesso em: 21 jul. 2023.

afirme sua ocorrência e indique parâmetros para a sua quantificação. O conjunto das nove ações relacionadas ao depósito de madeira ilegal e propostas pelo IBAMA observou a mesma dinâmica empregada na ação anterior. Inicialmente, a IN IBAMA 2/2016 é usada para o estabelecimento dos parâmetros para a quantificação dos hectares equivalentes à quantidade de produto florestal apreendida. Nesses casos, todos os autos foram lavrados no bioma da Amazônia; estimando-se 1 hectare de área a ser recuperada para cada 100 m<sup>3</sup> de produto florestal bruto constatado ou calculado (art. 4º, I, IN IBAMA 2/2016).

Posteriormente, com base na IF IBAMA 10/2019,<sup>21</sup> adotou-se a metodologia do CSC para precificar o carbono emitido. Assim, estimou-se a quantidade de carbono projetado na atmosfera a partir do tamanho da área desmatada, multiplicando-se pela precificação de uma tonelada do gás.

Nesse conjunto de nove ações, adotou-se também o preço do carbono estipulado pela OCDE. Diferentemente da primeira ação mencionada,<sup>22</sup> aqui houve a indicação da extensão do dano climático. Como já assinalado, o Fundo Amazônia estima os impactos de emissões dos GEE em áreas de intervenção e supressão no Bioma Amazônia. Segundo o definido pelo Fundo, 100 toneladas de carbono são liberadas por hectare desmatado na Amazônia. Uma vez que o local do dano foi este bioma, as ações serviram-se desse valor.

Finalmente, o último grupo de ações adotou a metodologia apresentada no Relatório Técnico do IPAM para estimar a quantidade de carbono emitida.<sup>23</sup> As 22 ações desse grupo versam sobre o desmatamento ocorrido em área inserida dentro do PAE Antimary. Com base em análise do Projeto de Monitoramento do Desmatamento na Amazônia Legal por Satélite (PRODES), determinou-se o tamanho da área desmatada entre os anos de 2011 e 2018. Não foi necessário, pois, estimar a quantidade de hectares afetados porque essa informação era certa e previamente conhecida. De acordo com o Relatório Técnico do IPAM, o desmatamento de um hectare de Floresta Amazônica – onde se situa o PAE Antimary – equivale à emissão de 179,25 toneladas de carbono.<sup>24</sup> Importante destacar que a estimativa da quantidade de carbono projetado para a atmosfera difere das nove ações acima citadas, sendo um pouco superior. Por sua vez, o preço pela tonelada de carbono foi definido conforme o que se praticava com o Fundo Amazônia: USD 5,00 por tonelada de gás.<sup>25</sup> O resultado final é o produto da multiplicação da precificação do carbono pelo total de toneladas de carbono emitidas a partir do tamanho da área desmatada.

---

<sup>21</sup> BRASIL. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis – IBAMA. **Informação Técnica 10/2019-COREC/CGBIO/DBFLO**. Compilação - Levantamento sobre custo social do carbono (CSC). Brasília, 2019.

<sup>22</sup> TRF-1. 15ª Vara Federal Cível da SJMG. ACP 1010603-35.2019.4.01.3800. Distribuição 02/07/2019.

<sup>23</sup> BRASIL. Instituto de Pesquisa Ambiental da Amazônia – IPAM. **Relatório Técnico: Estimativas das emissões de carbono (CO<sub>2</sub>) oriundas de desmatamento ilegal no PAE Antimary, Estado do Amazonas, para o período de 2011 e 2018**. O relatório técnico está anexado às petições iniciais dos processos.

<sup>24</sup> *Idem*.

<sup>25</sup> BRASIL. Ministério do Meio Ambiente e do Clima. Serviço Florestal Brasileiro. **Fundo Amazônia**. Disponível em: <https://www.terrabrasil.org.br/ecotecadigital/pdf/fundo-amazonia.pdf>. Acesso em: 21 jul. 2023

Destaque-se que algumas ações quantificam o dano para indenização do dano climático em si.<sup>26</sup> Outras vão além; consideram também os danos interinos e residuais<sup>27</sup> e o dano moral climático,<sup>28</sup> além da necessidade de restituição do lucro obtido ilicitamente (“mais-valia ecológica” ou *disgorgement*). Todas as indenizações, em algum momento, tomam por base a estimativa da quantidade de carbono emitida multiplicado pelo preço adotado para uma tonelada do gás (que, como se viu, apresenta variações irrazoáveis, para dizer o mínimo [de EUR 60 até USD 5]). Cabe dizer que na quantificação do dano climático residual há ainda a utilização de outra metodologia. A ação em face da Siderúrgica São Luiz<sup>29</sup> requer o pagamento de indenização por danos interinos e residuais mediante a aplicação da NBR 14.653-6,<sup>30</sup> que fixa diretrizes para valoração de recursos ambientais.

Interessa, ainda, identificar como os magistrados têm se posicionado a respeito das metodologias de cálculo do dano ambiental-climático nesses 32 casos analisados.

As 22 ações que versam sobre o desmatamento no PAE Antimary, propostas pelo MPF, ainda não têm decisões que abordem a questão da quantificação do dano climático.

No bojo de dois<sup>31</sup> dos nove casos relativos a depósito ilegal de madeira e dano climático, propostos pelo IBAMA, houve decisões interlocutórias que excluam o uso do método do CSC para fins de decretação de indisponibilidade de bens da parte ré como medida de urgência. Nessas decisões, foram considerados ausentes subsídios técnicos que fundamentassem o valor requerido, considerado, à primeira vista, desproporcional.

Três ações mapeadas já possuem sentença e enfrentaram o tema do dano climático e de sua quantificação. Um dos casos relativos aos danos climáticos por depósito de madeira em toras sem origem comprovada<sup>32</sup> teve sentença de procedência parcial dos pedidos autorais, negando-se justamente o pedido de condenação por dano climático. Entendeu-se faltar prova pericial que permita quantificar os danos dessa forma. Já em outros dois casos do mesmo grupo,<sup>33</sup> a sentença condenou os réus ao pagamento de indenização por dano climático com base na metodologia do

<sup>26</sup> TRF-1. Vara Federal Cível e Criminal da SSJ de Altamira-PA. ACP 1000469-62.2018.4.01.3903. Distribuição 19/12/2018; TRF-1. Vara Federal Cível e Criminal da SSJ de Juína-MT. ACP 1000200-41.2018.4.01.3606. Distribuição 20/12/2018; TRF-1. 7ª Vara Federal Ambiental e Agrária da SJAM. ACP 1000364-26.2019.4.01.3200. Distribuição 28/01/2019; TRF-1. Vara Federal Cível e Criminal da SSJ de Tucuruí-PA. ACP 1000185-42.2018.4.01.3907. Distribuição 19/12/2018; TRF-1. 1ª Vara Federal Cível da SJRR. ACP 1001659-42.2018.4.01.4200. Distribuição 20/12/2018.

<sup>27</sup> TRF-1. 15ª Vara Federal Cível da SJMG. ACP 1010603-35.2019.4.01.3800. Distribuição 02/07/2019.

<sup>28</sup> TRF-1. 7ª Vara Federal Ambiental e Agrária da SJAM. ACP 1005885-78.2021.4.01.3200. Distribuição 07/04/2021.

<sup>29</sup> TRF-1. 15ª Vara Federal Cível da SJMG. ACP 1010603-35.2019.4.01.3800. Distribuição 02/07/2019.

<sup>30</sup> BRASIL. **ABNT NBR 14653-6**. Avaliação de bens. Parte 6: Recursos naturais e ambientais. 2008.

<sup>31</sup> TRF-1. 2ª Vara Federal Cível e Criminal da SSJ de Santarém-PA. ACP 1000656-73.2018.4.01.3902. Distribuição 20/12/2018 e TRF-1. 2ª Vara Federal Cível e Criminal da SSJ de Santarém-PA. ACP 1000275-31.2019.4.01.3902. Distribuição 28/01/2019.

<sup>32</sup> TRF-1. Vara Federal Cível e Criminal da SSJ de Altamira-PA. ACP 1000469-62.2018.4.01.3903. Distribuição 19/12/2018.

<sup>33</sup> TRF-1. Vara Federal Cível e Criminal da SSJ de Itaituba-PA. ACP 1000083-80.2019.4.01.3908. Distribuição 04/02/2019 e TRF-1. 6ª Vara Federal Cível da SJAP. ACP 1003478-16.2018.4.01.3100. Distribuição 19/12/2018.

CSC. Estas ações integram o conjunto de nove ações propostas pelo IBAMA em face de réus com depósito de madeira ilegal e combinaram o preço da tonelada do carbono estipulado pela OCDE e a estimativa da quantidade das emissões de GEE pelo Fundo Amazônia por hectare para o bioma Amazônia.

Por fim, verificou-se que um dos casos sobre depósito ilegal de madeira<sup>34</sup> teve sentença de improcedência por motivo de ordem processual (o juízo entendeu que o IBAMA não tinha legitimidade ativa para o ajuizamento da demanda).

Do estudo dos casos mapeados, infere-se que as diferenças entre as ações ocorrem principalmente em razão do bioma afetado, da projeção da quantidade de carbono emitido e do preço assumido para cada tonelada de gás lançado na atmosfera.

Quanto à estimativa da quantidade de GEE emitido com base em cálculos distintos, observou-se que o dano ambiental-climático por desmatamento de um hectare no bioma amazônico representou a liberação de 100 toneladas de carbono quando adotada a estimativa do Fundo Amazônia, ao passo que, de acordo com o Relatório Técnico do IPAM, o desmatamento de um hectare de Floresta Amazônica equivale à emissão de 179,25 toneladas do gás. Da mesma forma, constatou-se divergência entre as ações na precificação do carbono para quantificação do dano, tendo sido utilizado tanto o valor definido pela OCDE quanto o do Fundo Amazônia, diferentes entre si – e por ampla margem (EUR 60 vs. USD 5).

## 2. Análise preliminar de alguns casos estrangeiros

A análise comparada teve como premissa a identificação de litígios estrangeiros que exploraram a questão do dano climático (ou do risco de dano climático) por meio de pesquisa não exaustiva no banco de dados *Climate Change Litigation*.<sup>35</sup>

As 12 ações mapeadas<sup>36</sup> são de diversos tipos, em função das características dos ordenamentos jurídicos de seus países de origem, e tratam de diferentes temas, todos relacionados à – ou com possíveis impactos na – responsabilidade civil ambiental e climática.

Assim como nos casos brasileiros, o polo passivo dessas ações é, em sua quase totalidade, ocupado por pessoas físicas ou jurídicas de direito privado às quais se imputa a responsabilidade pelo dano ambiental-climático, de forma direta ou indireta.

Os casos estrangeiros foram, em sua maioria, propostos contra empresas emissoras de GEE (duas empresas de energia,<sup>37</sup> sete produtoras de combustíveis fósseis<sup>38</sup> e uma empresa de material

<sup>34</sup> TRF-1. 1ª Vara Federal Cível da SJRR. ACP 1001659-42.2018.4.01.4200. Distribuição 20/12/2018.

<sup>35</sup> Base de dados mantida pelo *Sabin Center for Climate Change Law*, da *Columbia University*, com o apoio de parceiros institucionais, incluindo o *Grantham Research Institute on Climate Change and the Environment*, da *London School of Economics and Political Science (LSE)*. Cf. <http://climatecasechart.com/>

<sup>36</sup> Cf. tabela em anexo disponível nesse [link](#).

<sup>37</sup> Luciano Lliuya v. RWE AG (<http://climatecasechart.com/non-us-case/liuya-v-rwe-ag/>) e Greenpeace v. PGE GIEK (<http://climatecasechart.com/non-us-case/greenpeace-v-pge-giek/>).

<sup>38</sup> (1) Amis de la Terre and Sherpa v. Perenco (<http://climatecasechart.com/non-us-case/amis-de-la-terre-and-sherpa-v-perenco/>); (2) Greenpeace Italy v. ENI (<http://climatecasechart.com/non-us-case/greenpeace-italy-et-al-v-eni-spa-the-italian-ministry-of-economy-and-finance-and-cassa-depositi-e-prestiti-spa/>); (3) Milieudefensie et al v. Shell



de construção<sup>39</sup>) em função de sua responsabilidade por danos climáticos.. Uma das ações foi proposta contra o Governo da França por omissão ao não implementar medidas efetivas de combate às mudanças climáticas;<sup>40</sup> outra ação foi apresentada contra empresa por danos causados por incêndios florestais e consequente emissão de carbono na atmosfera.<sup>41</sup> De maneira geral, as ações pedem a adoção de medidas para diminuição das emissões e algum tipo de compensação pelos danos causados ou para a adoção de medidas de adaptação.

Dentre os 12 casos selecionados, há aqueles considerados emblemáticos e que lidam com questões climáticas hipercomplexas, todas presentes na responsabilidade civil ambiental-climática, tais como: (a) Luciano Lliuya vs RWE AG<sup>42</sup>; (b) Milieudefensie *et al* vs Shell;<sup>43</sup> e (c) County of San Mateo vs Chevron Corp.<sup>44</sup>

---

(<http://climatecasechart.com/non-us-case/milieudefensie-et-al-v-royal-dutch-shell-plc/>); (4) County of San Mateo v. Chevron Corp. (<http://climatecasechart.com/case/county-san-mateo-v-chevron-corp/>); (5) Pacific Coast Federation of Fishermen's Associations, Inc. v. Chevron Corp. (<http://climatecasechart.com/case/pacific-coast-federation-of-fishermens-associations-inc-v-chevron-corp/>); (6) City of Oakland v. BP et al. (<http://climatecasechart.com/case/people-state-california-v-bp-plc-oakland/>); e (7) City & County of Honolulu v. Sunoco (<http://climatecasechart.com/case/city-county-of-honolulu-v-sunoco-lp/>).

<sup>39</sup> Asmania et al. V. Holcim (<http://climatecasechart.com/non-us-case/four-islanders-of-pari-v-holcim/>).

<sup>40</sup> Notre Affaire à Tous and Others v. França (<http://climatecasechart.com/non-us-case/notre-affaire-a-tous-and-others-v-france/>).

<sup>41</sup> Ministry of Environment and Forestry v. PT Bumi Mekar Hijau (<http://climatecasechart.com/non-us-case/ministry-of-environment-and-forestry-v-pt-bumi-mekar-hijau/>).

<sup>42</sup> Trata-se de ação movida por agricultor peruano contra empresa produtora de eletricidade, perante Tribunal Alemão. O autor requer indenização pelo dano caracterizado pelo degelo dos glaciares de montanha perto da sua cidade, ameaçando-a de inundação, com base na alegação de que a empresa ré contribuiu para as alterações climáticas em razão da emissão de volumes substanciais de GEE. O pedido foi para que tribunal ordenasse à RWE o pagamento de parte dos custos necessários para a criação de proteções contra as inundações. Inicialmente, o tribunal indeferiu os pedidos, observando que uma reparação não alteraria a situação em concreto, além de não ser possível discernir uma “cadeia causal linear” entre emissões específicas e alterações climáticas. Em 2017, o tribunal recursal reconheceu a queixa permitindo a fase probatória sobre as emissões de CO<sup>2</sup> da RWE, a contribuição dessas emissões para as alterações climáticas, o impacto resultante no glaciário e a quota-parte de responsabilidade da RWE na causa dos efeitos resultantes. Embora ainda em julgamento, o reconhecimento de que uma empresa privada pode ser responsabilizada pelos danos causados pelas suas emissões relacionadas com as alterações climáticas marca uma evolução significativa na litigância climática.

<sup>43</sup> Nesta ação, proposta contra empresa produtora de combustíveis fósseis, alega-se que suas contribuições para a mudança climática violam seu dever de cuidado e as obrigações de direitos humanos e requer-se a redução de suas emissões de CO<sup>2</sup> por parte da empresa em 45% até 2030, em comparação com os níveis de 2010, e a zero até 2050, em linha com o Acordo de Paris. Esse caso se baseia na decisão histórica *Urgenda*, que considerou que a ação inadequada do governo holandês em relação à mudança climática violou o dever de cuidado com seus cidadãos. Contra a Shell, os autores estendem esse argumento a empresas privadas, afirmando que, dadas as metas do Acordo de Paris e as evidências científicas sobre os perigos das mudanças climáticas, a Shell tem o dever de tomar medidas para reduzir suas emissões de GEE. Em maio de 2021, o Tribunal de Haia ordenou que a Shell reduzisse suas emissões em 45% até 2030, em relação a 2010, em todas as atividades, tanto das emissões de suas próprias operações (emissões diretas) quanto das emissões do uso do petróleo que produz (emissões indiretas). O Tribunal tornou sua decisão provisoriamente executável, o que significa que a Shell será obrigada a cumprir suas obrigações de redução mesmo que o caso seja objeto de recurso. Além disso, a Corte rejeitou a alegação de que uma obrigação de redução não teria efeito porque tais emissões acabariam sendo substituídas por emissões de outras empresas. A Corte entendeu que ainda não se sabe se outras empresas substituirão a produção da Shell em face das obrigações do Acordo de Paris e observou a relação causal entre a limitação da produção e a redução de emissões.

<sup>44</sup> Neste caso, três governos locais da Califórnia (Condado de San Mateo, Condado de Marin e a Cidade de Imperial Beach) ajuizaram ações judiciais no Tribunal Superior da Califórnia alegando que a “produção, promoção, marketing e

Em relação à valoração do dano climático, assim como nos casos nacionais, não se verificou uma unidade metodológica. Foi identificada uma variedade de métodos para valoração, dentre os quais os que consideram:

- a) a determinação do percentual de emissões históricas das empresas<sup>45</sup> e correspondente percentual em dinheiro da sua participação nas medidas de mitigação (“*market-share liability*”);
- b) o entendimento de que o dano ecológico decorrente de emissões de GEE é de natureza contínua e cumulativa, e que, por isso, as medidas ordenadas pelo juiz devem ser executadas com rapidez suficiente para reparar o dano e evitar que ele se agrave no futuro;
- c) a determinação de redução proporcional de emissões;<sup>46</sup>
- d) o reconhecimento de que o custo social de cada tonelada de CO<sub>2</sub> emitida na atmosfera aumenta à medida que aumentam as emissões globais totais<sup>47</sup>;
- e) a criação de fundo para prover infraestrutura necessária para adaptação aos impactos do aquecimento global, como o aumento do nível do mar; e
- f) a identificação de custos devidos em razão da liberação de carbono decorrente de desmatamento, no valor de US\$ 10 para cada tonelada de carbono liberada.<sup>48</sup>

Ponto comum nas ações é o que parece ser uma robusta demonstração do nexo de causalidade, com extenso embasamento técnico na demonstração dos fatos, apontando as emissões de GEE como causadoras de mudanças climáticas, e estas como diretamente responsáveis pelos danos ecológicos. As ações procuram quantificar a poluição por emissão de GEE atribuível direta e indiretamente aos réus e as consequências ambientais daí resultantes (como o aumento da temperatura do oceano e do nível do mar, derretimento de geleiras etc.) de forma que sejam calculáveis e possam ser atribuídas tanto individual quanto coletivamente aos réus, dependendo da ação.

---

uso de produtos de combustíveis fósseis pelas empresas de combustíveis fósseis, a ocultação simultânea dos perigos conhecidos desses produtos e a defesa de campanhas antirregulamentação e anticientíficas causaram, de fato e de imediato”, danos aos autores, incluindo inundações mais frequentes e mais graves e o aumento do nível do mar, colocando em risco as comunidades. A reparação solicitada pelos governos locais inclui danos compensatórios, redução do suposto incômodo, danos punitivos e restituição de lucros. O caso ainda não foi julgado em definitivo, mas a manutenção do foro estadual abriu uma série de precedentes nos julgamentos das ações contra empresas de combustíveis fósseis.

<sup>45</sup> Emissões industriais globais de GEE desde o início da industrialização, a partir de 1751.

<sup>46</sup> Cf. *Milieudefensie et al v. Shell* (<http://climatecasechart.com/non-us-case/milieudefensie-et-al-v-royal-dutch-shell-plc/>), onde o Tribunal Distrital de Haia ordenou que a Shell reduzisse suas emissões em 45% até 2030, em relação a 2019, em todas as atividades, incluindo suas próprias emissões (emissões diretas) e emissões de uso final (emissões indiretas). Uma consequência dessa obrigação significativa pode ser que a RDS renuncie a novos investimentos na extração de combustíveis fósseis e/ou limite sua produção de recursos fósseis.

<sup>47</sup> A análise cumulativa de carbono permite um cálculo preciso das emissões líquidas anuais de CO<sub>2</sub> e metano atribuíveis a cada réu, estabelecendo a quantidade e o tipo de produtos de combustíveis fósseis que cada réu extraiu e comercializou e multiplicando essas quantidades pelo fator de carbono de cada produto de combustível fóssil. Assim, os danos e benefícios da conduta dos réus podem ser equilibrados em parte sopesando o benefício social de extrair e queimar uma unidade de combustível fóssil em relação aos custos que uma unidade de combustível impõe à sociedade (*i.e.*, custo social do carbono”).

<sup>48</sup> Conforme estipulado em Permen Lingkungan Hidup 7 de 2014 (Regulamento do Ministro do Meio Ambiente da República da Indonésia, relativo à perda ambiental devido à poluição e/ou danos ambientais).

## Considerações finais

O desafio é singular e, de tempos para cá, bem conhecido: os danos ambientais-climáticos constituem um fato cientificamente comprovado. Tais danos são de extensão e gravidade crescentemente dramáticos, o que é incontroverso.

Métodos de larga base científica são aptos a identificar, com grau suficiente de precisão, aqueles que, de modo direto ou indireto, deram e dão causa a tais danos (= poluidores). Reconhecidos o dano e quem lhe deu e vem dando causa, cabe ao Direito, valendo-se do regime de responsabilidade civil, cobrar sua reparação integral, o que depende de sua adequada mensuração.

Ao longo de toda a sua existência, o Direito enfrentou desafios em alguma medida assemelhados. O Direito Ambiental, de modo específico, tem sido pródigo nesse escrutínio e nessa busca. Foi nesse contexto que, em adição aos clássicos “restituição do bem lesado ao *status quo ante*”, acrescido, conforme o caso, de indenização, surgiram obrigações correlatas e complementares, relacionadas ao dano ambiental extrapatrimonial (ou dano moral ambiental), aos danos interino e residual e à restituição, pelo poluidor, da “mais-valia ecológica”. Trata-se de resposta ao reconhecimento do caráter multifacetário do dano ambiental.

É do manejo concertado dos métodos de que tem se valido o Direito para lidar com o dano ambiental que surgirão respostas para o premente e hipercomplexo desafio da quantificação do dano ambiental-climático.

Mas se – mesmo que imperfeitamente, como não pode deixar de ser – o Direito tem dado resposta, por exemplo, a quanto vale o dano moral tradicional, ele encontrará meios de calcular quanto vale o dano ambiental-climático. Esse cálculo, evidentemente, depende da construção (ou identificação) e uniformização de metodologia que, com fundamento na melhor ciência disponível, e levando em conta as peculiaridades regionais brasileiras, ofereça subsídios concretos, padronizados e simples para a quantificação desses danos.

Para além dessa quantificação, entende-se que a reparação integral do dano ambiental-climático girará em torno também da consideração (a) dos custos relacionados à recuperação *in natura* desses danos (*v.g.*, aqueles envolvendo a recomposição dos sumidouros de carbono, como as florestas); (b) da provisão de fundos que viabilizem a adaptação aos impactos climáticos; (c) dos danos interinos e residuais; (d) da devolução da mais-valia ecológica; e (e) dos danos ambientais extrapatrimoniais (ou danos morais ambientais), inclusive em seu viés punitivo, considerando especialmente os impactos sofridos por grupos populacionais desfavorecidos, com vistas à promoção da justiça climática.