

PROTOCOLO PARA JULGAMENTO DE AÇÕES AMBIENTAIS

PARÂMETROS PARA MENSURAÇÃO DO IMPACTO DO DANO NA MUDANÇA GLOBAL DO
CLIMA (ART. 14 DA RESOLUÇÃO CNJ N. 433/2021)

Diretrizes para ações judiciais sobre danos à flora: desmatamento e incêndio florestal

SEGUNDO ESCOPO

PROTOCOLO PARA JULGAMENTO DE AÇÕES AMBIENTAIS

PARÂMETROS PARA MENSURAÇÃO DO IMPACTO DO DANO NA MUDANÇA GLOBAL DO
CLIMA (ART. 14 DA RESOLUÇÃO CNJ N. 433/2021)

Diretrizes para ações judiciais sobre danos à flora: desmatamento e incêndio florestal

SEGUNDO ESCOPO

Brasília/DF
2024



CONSELHO NACIONAL DE JUSTIÇA

Presidente

Ministro Luís Roberto Barroso

Corregedor Nacional de Justiça

Ministro Mauro Campbell

Conselheiros

Ministro Guilherme Caputo Bastos
José Edivaldo Rocha Rotondano
Renata Gil de Alcantara Videira
Mônica Autran Machado Nobre
Daniela Pereira Madeira
Alexandre Teixeira de Freitas Bastos Cunha
Guilherme Guimarães Feliciano
Pablo Coutinho Barreto
João Paulo Santos Schoucair
Daiane Nogueira de Lira
Luiz Fernando Bandeira de Mello Filho

Secretário-Geral

Adriana Alves dos Santos Cruz

Secretário de Estratégia e Projetos

Gabriel da Silveira Matos

Diretor-Geral

Johaness Eck

SECRETARIA DE COMUNICAÇÃO SOCIAL

Secretária de Comunicação Social

Taciana Giesel

Chefe da Seção de Comunicação Institucional

Gabriel Reis

Revisão

Equipe de revisão

Capa e diagramação

Marcelo Gomes

2024

CONSELHO NACIONAL DE JUSTIÇA

SAF SUL Quadra 2 Lotes 5/6 - CEP: 70070-600

Endereço eletrônico: www.cnj.jus.br

Elaboração: Grupo de Trabalho instituído pela Portaria CNJ n. 176, de 3/7/2023, alterada pela Portaria Presidência CNJ n. 284, de 27/10/2023.

Revisão gramatical e de padronização: Lucinda Siqueira Chaves - Diretora do Centro de Revisão de Documentos e Publicações – CERVI do Conselho da Justiça Federal.

Referências bibliográficas: Biblioteca do Conselho da Justiça Federal com apoio da Biblioteca do Tribunal Regional Federal da 4ª Região e da Escola Nacional de Formação e Aperfeiçoamento de Magistrados.

**Grupo de Trabalho – Portaria Presidência CNJ n. 176/2023, alterada pela
Portaria Presidência CNJ n. 284/2023**

- Ana Carolina Haliuc Bragança, procuradora da República da Procuradoria da República do Estado do Amazonas;
- Ana Carolina Vieira de Carvalho, juíza federal da 1.ª Vara Federal de Magé, Seção Judiciária do Rio de Janeiro, Tribunal Regional Federal da 2.ª Região;
- Annelise Monteiro Steigleder, promotora de justiça da Promotoria do Estado do Rio Grande do Sul;
- Fernando Reverendo Vidal Akaoui, desembargador do Tribunal de Justiça do Estado de São Paulo;
- Jaiza Maria Pinto Fraxe, juíza federal da 1.ª Vara Federal do Amazonas, Seção Judiciária do Amazonas, Tribunal Regional Federal da 1.ª Região;
- Leonardo Resende Martins, desembargador federal do Tribunal Regional Federal da 5.ª Região;
- Lívia Cristina Marques Peres, juíza auxiliar da Presidência do Conselho Nacional de Justiça;
- Mariana Cirne, procuradora-chefe da Procuradoria Nacional de Defesa do Clima e do Meio Ambiente da Advocacia Geral da União;
- Marina Gadelha, presidente da Comissão Especial de Mudanças Climáticas e Desastres Ambientais do Conselho Federal da Ordem dos Advogados do Brasil;
- Miguel Mônico Neto, desembargador do Tribunal de Justiça do Estado de Rondônia;
- Patrícia Laydner, juíza de Direito do Tribunal de Justiça do Estado do Rio Grande do Sul;
- Patryck de Araújo Ayala, pós-doutor em Direito, professor na Universidade Federal de Mato Grosso;
- Paulo Moutinho, pesquisador sênior, doutor em Ecologia, do Instituto de Pesquisa Ambiental da Amazônia (IPAM) (pesquisador externo e membro colaborador);
- Rafaela Santos Martins da Rosa, juíza federal substituta da 12.ª Vara Federal de Porto Alegre/RS, Seção Judiciária do Rio Grande do Sul, colaboradora da Comissão Permanente dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável e da Agenda 2030, conforme Portaria CNJ n. 104/2023 (subcoordenadora);
- Ramiro de Avila Peres, pesquisador investigador em pós-doutoramento na Universidade Nova de Lisboa (pesquisador externo e membro colaborador);
- Ronaldo Serôa da Motta, professor doutor da Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ) (pesquisador externo e membro colaborador);
- Salise Monteiro Sanhotene, conselheira presidente da Comissão Permanente de Acompanhamento dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável e da Agenda 2030 (coordenadora); e
- Wilfredo Enrique Pires Pacheco, pesquisador do Departamento de Pesquisas Judiciárias do Conselho Nacional de Justiça.

A servidora Marina Albuquerque de Andrade Fleury, do Conselho da Justiça Federal, colaboradora do Laboratório de Inovação, Inteligência e dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável do Conselho Nacional de Justiça - Liods/CNJ (Portaria CNJ n. 409/2022), também foi designada para auxiliar o Grupo de Trabalho.

Esta publicação foi produzida apenas em português – com apoio do Superior Tribunal de Justiça e do Conselho da Justiça Federal – e de acordo com a política de sustentabilidade e está disponível apenas em versão eletrônica. Para reduzir o impacto do consumo de papel, impressão e transporte, não foram produzidas cópias impressas.

O protocolo pode ser baixado gratuitamente na página do CNJ www.cnj.jus.br Publicações

FICHA CATALOGRÁFICA

C755p

Conselho Nacional de Justiça.

Protocolo para julgamento de ações ambientais : parâmetros para mensuração do impacto do dano na mudança global do clima : art. 14 da Resolução CNJ N. 433 de 2021 : diretrizes para ações judiciais sobre danos à flora : desmatamento e incêndio floresta : segundo escopo / Conselho Nacional de Justiça. – Brasília: CNJ, 2024.

86 p. : il.

ISBN: 978-65-5972-157-3

1. Meio ambiente 2. Política Nacional do Poder Judiciário para o Meio Ambiente 3. Mudança climática 4. Dano ambiental I. Título

CDD: 340

SUMÁRIO

PREFÁCIO	9
APRESENTAÇÃO	11
INTRODUÇÃO AO SEGUNDO ESCOPO	12
DIVISÃO DOS CONTEÚDOS E ESTRUTURA DO DOCUMENTO	16
PARTE I - CONCEITOS BÁSICOS	17
GLOSSÁRIO DE CONCEITOS	17
PARTE II - DIRETRIZES JURÍDICAS SOBRE O ART. 14 DA RESOLUÇÃO CNJ N. 433/2021	22
AMPLITUDE DA APLICABILIDADE DO DISPOSITIVO	22
APLICABILIDADE DO DISPOSITIVO EM DECISÕES DE CUNHO PROVISÓRIO	22
PREMISSA: COMPREENSÃO DO CONTEÚDO JURÍDICO DO DISPOSTO NO ART. 14	24
IMPACTO DO DANO NA MUDANÇA GLOBAL DO CLIMA: DANO CLIMÁTICO DIRETO	28
DISTINÇÃO ENTRE O DANO CLIMÁTICO DIRETO E OS DANOS CLIMÁTICOS INDIRETOS OU PERDAS E DANOS ASSOCIADOS ÀS MUDANÇAS CLIMÁTICAS	34
LIMITES DAS DIRETRIZES DE MENSURAÇÃO NO SEGUNDO ESCOPO: CONDUTAS ATENTATÓRIAS À FLORA DOS BIOMAS BRASILEIROS	35
INCIDÊNCIA DO CONTEÚDO DO ART. 14: APLICAÇÃO EM CASOS CONCRETOS QUE ENVOLVEM CONDUTAS DELETÉRIAS À FLORA DOS BIOMAS BRASILEIROS	37
REVISÃO SOBRE ABORDAGENS PARA INDENIZAÇÃO PECUNIÁRIA PELO DANO CLIMÁTICO	40
ABORDAGENS DO CUSTO DE RESTAURAÇÃO/REPOSIÇÃO PREVISTA NA NBR 14653-6 DA ABNT	43
VALORAÇÃO ECONÔMICA DO DANO CLIMÁTICO: DANO CLIMÁTICO ASSOCIADO À DESTRUIÇÃO DA VEGETAÇÃO	46
ABORDAGEM QUE CONSIDERA O SERVIÇO ECOSISTÊMICO DE REGULAÇÃO	47
EXEMPLO DE APLICAÇÃO DO MÉTODO COM INCORPORAÇÃO DAS EMISSÕES NOS SERVIÇOS DE REGULAÇÃO EM CASO DE QUEIMADAS CAMPOS SULINOS	51

PARTE III - DIRETRIZES PARA A MENSURAÇÃO DO DANO CLIMÁTICO DIRETAMENTE RESULTANTE DE CONDUTAS ATENTATÓRIAS À FLORA DOS BIOMAS BRASILEIROS: DESMATAMENTO E INCÊNDIO FLORESTAL	55
ESTIMANDO AS EMISSÕES DE CARBONO POR DESMATAMENTO	56
ESTIMANDO AS EMISSÕES DE CARBONO POR INCÊNDIOS	60
COMPARANDO AS EMISSÕES DE CO2 POR DESMATAMENTO E INCÊNDIO ENTRE OS BIOMAS BRASILEIROS	61
DA METODOLOGIA DE PRECIFICAÇÃO DAS EMISSÕES PARA FINS DE DEFINIÇÃO DO VALOR DA CONDENAÇÃO	62
APLICAÇÃO DO ART. 14 DA RESOLUÇÃO CNJ N. 433/2021 EM AÇÕES SOBRE CRIMES CONTRA A FLORA (LEI N. 9.605/1998, SEÇÃO II)	67
PARTE IV - SUGESTÕES FINAIS	70
REFERÊNCIAS	71

PREFÁCIO

Esta publicação é fruto das atividades desenvolvidas pelo Grupo de Trabalho instituído pela Portaria da Presidência do Conselho Nacional de Justiça n. 176 de 3 de julho de 2023,¹ alterada pela Portaria n. 284 de 27 de outubro de 2023, para colaborar com a implementação da Política Nacional do Poder Judiciário para o Meio Ambiente, estabelecida pela Resolução CNJ n. 433, de 27 de outubro de 2021.

Este instrumento contém considerações técnicas e operacionais, além de diretrizes, para que os julgamentos (cíveis e criminais) proferidos por magistradas e magistrados brasileiros possam garantir a efetividade do direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado para as presentes e futuras gerações (art. 225, caput, da Constituição Federal de 1988).

Cumprê sublinhar que este protocolo é mais uma ferramenta de alcance dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODSs) da Agenda 2030 da ONU, com a qual se comprometeram o Supremo Tribunal Federal (STF), o Conselho Nacional de Justiça (CNJ) e a Corregedoria Nacional de Justiça (Provimento n. 85/2019).

A entrega deste protocolo pelo CNJ, atendendo a um segundo escopo, sobre parâmetros para mensuração do impacto do dano na mudança global do clima, somado ao protocolo em seu primeiro escopo, sobre uso de provas produzidas exclusivamente por sensoriamento remoto ou obtidas por satélite, entregue em setembro de 2023, materializa mais um passo em diversas ações que são desenvolvidas no âmbito da implementação da Política Nacional do Poder Judiciário para o Meio Ambiente. Nesse sentido, este documento será periodicamente revisado e estendido, de modo a contemplar a definição de parâmetros de atuação sobre os demais dispositivos previstos na mencionada Resolução CNJ n. 433/2021, que igualmente demandam a atuação do Conselho Nacional de Justiça e do respectivo Grupo de Trabalho na elaboração de orientações à atuação da magistratura brasileira no trato da matéria.

Conselheira Salise Sanchotene

¹ As atividades do Grupo de Trabalho foram prorrogadas por 180 dias pela Portaria Presidência CNJ n. 276/2023.

APRESENTAÇÃO

Na composição do Grupo de Trabalho, buscou-se a necessária representatividade interinstitucional de profissionais que atuam nas demandas ambientais e na pesquisa acadêmica correlata, em conformidade com o disposto no art. 1.º, inciso VI, da Resolução CNJ n. 433/2021, que fixa a atuação integrada e interinstitucional entre as diretrizes da Política Nacional do Poder Judiciário para o Meio Ambiente, a fim de compartilhar informações de inteligência e de dados estratégicos entre as instituições públicas e privadas que atuam na tutela do meio ambiente no país.

O Grupo de Trabalho é formado por representantes da magistratura de primeiro e segundo grau da Justiça Federal e Estadual de todas as regiões do Brasil, por membros do Ministério Público Estadual e Federal, pela Advocacia Pública, pelo Conselho Federal da OAB e pela Academia – a Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT), bem como por pesquisadores externos, com desenvolvimento de pesquisas sobre o tema, que atuaram como membros colaboradores.

Em acréscimo, o Conselho Nacional de Justiça realizou consulta pública, nos meses de novembro e dezembro de 2022, e audiência pública, no mês de julho de 2023, oportunidades em que foi ouvida a sociedade civil, notadamente representantes de instituições públicas e privadas com atuação na matéria, obtendo-se subsídios técnicos fundamentais à elaboração deste instrumento.

Desde a criação do Grupo de Trabalho, seus integrantes, inclusive membros colaboradores, reuniram-se semanalmente para a elaboração deste documento, agradecendo a confiança depositada pelo CNJ para a concepção do protocolo, conscientes da responsabilidade e da missão de fornecer subsídios adequados a nortear o exercício da prestação jurisdicional.

Este protocolo é uma contribuição às ações desenvolvidas pelo Poder Judiciário que almejam aprimorar a atuação estratégica dos órgãos do sistema de justiça para a proteção dos direitos intergeracionais ao meio ambiente.

Ana Carolina Haliuc Bragança, Ana Carolina Vieira de Carvalho, Annelise Monteiro Steigleder, Fernando Reverendo Vidal Akaoui, Jaiza Maria Pinto Fraxe, Leonardo Resende Martins, Lívia Cristina Marques Peres, Mariana Cirne, Marina Gadelha, Miguel Mônico Neto, Patrícia Laydner, Patryck de Araújo Ayala, Paulo Moutinho, Rafaela Santos Martins da Rosa, Ramiro de Avila Peres, Ronaldo Serôa da Motta, Wilfredo Enrique Pires Pacheco.

INTRODUÇÃO AO SEGUNDO ESCOPO

O Segundo Escopo do Protocolo para Julgamento de Ações Ambientais, elaborado pelo Grupo de Trabalho instituído pela Portaria Presidência CNJ n. 176/2023, visa subsidiar tecnicamente o controle de cumprimento do art. 14 da Resolução CNJ n. 433/2021, sob o ponto de vista da definição de diretrizes de âmbito nacional para auxiliar tribunais, magistrados(as) e servidores(as) que atuam em ações ambientais.

Haja vista que o teor do art. 14 da Resolução CNJ n. 433/2021 introduziu, como diretriz aplicável às demandas ambientais, o dever de consideração, pelas decisões judiciais respectivas, da temática afeta ao enfrentamento das mudanças climáticas antropogênicas, cumpre inicialmente delinear o contexto amplo de atuação do Conselho Nacional de Justiça que precede e subsidia a redação deste instrumento.

Nesse sentido, em 10 de novembro de 2020, foi editada a Portaria CNJ n. 241/2020, que, originalmente, instituiu Grupo de Trabalho interinstitucional no âmbito do Conselho, intitulado “Observatório do Meio Ambiente no Poder Judiciário” e que também consignou a necessidade de acompanhamento específico, no âmbito do Poder Judiciário, de questões estratégicas envolvendo a temática do Direito Ambiental.

Em 27 de outubro de 2021, sobreveio a Resolução CNJ n. 433/2021, a qual instituiu a Política Nacional do Poder Judiciário para o Meio Ambiente. Estabeleceu, no art. 1.º, que a Política Nacional do Poder Judiciário para o Meio Ambiente consiste em uma atuação estratégica dos órgãos do sistema de Justiça para a proteção dos direitos intergeracionais ao meio ambiente.

A Resolução CNJ n. 433/2021 acolheu, como parte desta atuação estratégica, a temática de enfrentamento às mudanças climáticas. Nesse contexto, o art. 3.º, § 4.º, da resolução determinou a criação, nas Tabelas Processuais Unificadas, no assunto sobre Direito Ambiental, do subassunto “litigância climática”, e o parágrafo único do art. 12 possibilitou a aplicação de recursos oriundos de prestações vinculadas aos crimes ambientais em projetos de mitigação das mudanças climáticas. O art. 14, por sua vez, objeto de atenção neste documento, estabeleceu o dever de consideração, nas condenações ambientais, do impacto do dano ambiental na mudança climática global.

A sobrevinda da Resolução CNJ n. 433/2021 modificou, cumpre consignar, substancialmente o enfoque dado pelo CNJ ao tema “mudanças climáticas”. Em 16 de dezembro de 2021, foi editada a Portaria CNJ n. 326, alterando o teor da Portaria CNJ n. 241 de 2020.

O art. 1.º da Portaria CNJ n. 241/2020 passou a incluir, em suas considerações de abertura, referências expressas ao regime jurídico vigente em matéria de mudanças climáticas (a Política Nacional sobre Mudança do Clima, instituída pela Lei n. 12.187/2009, as disposições da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima, assinada em Nova Iorque, em 9 de maio de 1992, com texto promulgado pelo Decreto n. 2.652, de 1.º de julho de 1998, e o Acordo de Paris sob a Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima, celebrado em Paris, em 12 de dezembro de 2015, e firmado em Nova Iorque, em 22 de abril de 2016, promulgado pelo Decreto n. 9.073/2017). O art. 2.º, por sua vez, alterou

a própria denominação do observatório, passando a designá-lo como “Observatório do Meio Ambiente e das Mudanças Climáticas do Poder Judiciário”.

A previsão de elaboração de diretrizes e de estudos sobre a mitigação “dos danos climáticos” e dos “danos ambientais decorrentes do aquecimento global” passou a ser referida de modo expresso como umas das finalidades do observatório (art. 1.º, inciso II) e também como um dos objetivos do observatório (art. 3.º, incisos VIII e X). O art. 7.º, por sua vez, facultou ao CNJ o desenvolvimento de parcerias e a criação de grupos de estudos nas temáticas fixadas pelo observatório.

No curso do ano de 2022, como forma de colher subsídios técnicos para quantificação de danos ambientais, o Conselho Nacional de Justiça formulou Consulta Pública. No edital de convocação da aludida consulta, o CNJ registrou que, no concernente à mensuração e fixação de valores e de outras medidas em consequência de decisões condenatórias, o Poder Judiciário brasileiro há de se pautar em critérios científicos adequados, de forma a assegurar a esmerada reparação ambiental. A ciência de atribuição na litigância climática e ambiental foi expressamente referida, sendo exemplificada a gama variada de metodologias e de propostas técnicas para a mensuração de danos decorrentes de ações de desmatamento.

Para a fixação de parâmetros adequados, referiu o edital de convocação da consulta a necessidade de se considerarem critérios que contemplem as especificidades de todos os biomas brasileiros (Amazônia, Cerrado, Caatinga, Pantanal, Mata Atlântica e Pampa), nos quais há o incremento de condutas lesivas aos recursos naturais, que ocasionam emissões de gases de efeito estufa e/ou decréscimo de sumidouros.

A Consulta Pública foi prorrogada por 60 dias em outubro de 2022, finalizando o prazo para o recebimento das contribuições em 7 de dezembro de 2022. Todas as contribuições recebidas no âmbito da Consulta Pública ficaram armazenadas no portal do CNJ (Conselho Nacional de Justiça, 2022).

Considerando a necessidade de análise e debate sobre as contribuições recebidas no âmbito da aludida Consulta Pública, a fim de se subsidiar a elaboração de normativo para auxiliar tribunais e magistrados(as) na tomada de decisões judiciais que poderão se basear em critérios científicos adequados, bem como considerando a sugestão de aperfeiçoamento dos mecanismos de quantificação do dano ambiental constante do Sumário Executivo da série Justiça Pesquisa, 5.ª edição, “Estudos empíricos sobre a efetividade da jurisdição ambiental na Amazônia Legal” (Conselho Nacional de Justiça, 2023), foi publicada, em julho de 2023, a Portaria n. 176 da presidência do Conselho Nacional de Justiça.

A mencionada Portaria determinou a criação de Grupo de Trabalho interinstitucional para subsidiar tecnicamente o controle de cumprimento da Resolução CNJ n. 433/2021. Como primeira entrega do Grupo de Trabalho, ocorrida em setembro de 2023, priorizou-se o estabelecimento de diretrizes sobre o teor do art. 11 da Resolução CNJ n. 433/2021, devido à necessidade de reconhecimento da confiabilidade do uso de provas obtidas por sensoriamento remoto como premissa da base probatória para o desenvolvimento de parâmetros relacionadas às condenações ambientais.

Passo seguinte, e objeto de atenção deste segundo escopo, volta-se de modo direto à elucidação de parâmetros para a aplicação do art. 14 da Resolução CNJ n. 433/2021.

O teor do dispositivo, como se detalha neste documento, introduziu o dever de consideração, pelas magistradas e pelos magistrados brasileiros, nas condenações envolvendo a temática ambiental, do impacto do dano na mudança global do clima, normatizando o dispositivo o reconhecimento pelo sistema de justiça da categoria jurídica do dano climático.

O art. 14, nesse sentido, reverbera o compromisso do Poder Judiciário brasileiro em contribuir com o enfrentamento das mudanças climáticas no âmbito de sua atuação finalística.

No curso do ano de 2022, o Plenário do Supremo Tribunal Federal (STF), ao julgar em definitivo a ADPF n. 708, consagrou o dever de todas as instituições do Estado brasileiro em buscar cumprir o mandamento constitucional de proteção climática, considerada como parte indelével da proteção ao meio ambiente,² assim como os compromissos internacionais assumidos pelo país na matéria. Não há, como reforçou o voto condutor da ação, opção juridicamente válida de simplesmente omitir-se no dever de combater as mudanças climáticas.

O STF, nesse julgado, consignou que a Constituição Federal de 1988 reconhece o caráter supralegal dos tratados internacionais sobre direitos humanos de que o Brasil faz parte, nos termos do seu art. 5.º, § 2.º, e que a matéria ambiental se enquadra na hipótese. Afirmou-se que os tratados em matéria ambiental são espécie do gênero tratados em direitos humanos, com status supranacional.

Por conseguinte, as decisões judiciais em matéria ambiental devem ser consistentes com o dever, igualmente imposto ao Poder Judiciário, de atuar com vistas ao cumprimento dos objetivos climáticos definidos pelo Acordo de Paris. Não mais subsiste, nesse contexto, a possibilidade de desconsideração pelo Poder Judiciário da repercussão que as condutas ambientalmente lesivas impactam na mudança global do clima.

Assim, a manifestação do ministro Edson Fachin em seu voto vogal lançado no ensejo da ADPF 708:

É imperioso repisar que a ação humana é hoje cientificamente reconhecida como a responsável pelo aumento da temperatura do planeta e que tal aumento se deve, em grande parte, às emissões de carbono resultantes da queima de combustíveis fósseis. Reconhecer a atividade humana como causadora de danos ambientais tem importantes consequências jurídicas. Ao reconhecer o direito ao meio ambiente equilibrado como direito fundamental das presentes e futuras gerações, o legislador constituinte conclamou os Poderes Públicos e a coletividade a cumprirem o dever de defendê-lo e preservá-lo. Esse dever de defesa e de proteção logicamente também se estende à necessária proteção em face das ações humanas que degradam o planeta. Não existe possibilidade de interpretação do art. 225, CRFB, que autorize os Poderes Público – Legislativo, Executivo, Judiciário – a ignorarem este dever.

Referiu o ministro Fachin também a imposição de controle de convencionalidade a ser exercido pelas decisões judiciais brasileiras,³ em consonância com os termos da Recomendação CNJ n. 123/2022. Mencionou o voto vogal a Opinião Consultiva 23/2017, na qual a Corte Interamericana conferiu novo status e autonomia ao direito humano ao meio ambiente⁴

2 Destacou o ministro relator, Luís Roberto Barroso, que a questão pertinente às mudanças climáticas constitui matéria constitucional. Nessa linha, referiu diretamente o art. 225, *caput* e parágrafos, da Constituição, que estabelece, de forma expressa, o direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, impondo ao Poder Público o poder-dever de defendê-lo, preservá-lo e restaurá-lo, para presentes e futuras gerações.

3 O Controle de Convencionalidade garante controle sobre a eficácia das legislações internacionais e permite dirimir conflitos entre direito interno e normas de Direito Internacional, haja vista que os Estados que ratificam e reconhecem a jurisdição internacional, a exemplo do Estado brasileiro (art. 5.º, § 2.º e § 3.º, CF) no Sistema Interamericano de proteção dos direitos humanos, não estão submetidos apenas às normas de direito interno e, por consequência, aos tribunais nacionais, mas também ao sistema regional e internacional.

4 Pertinente referir-se o Protocolo adicional à Convenção Americana sobre Direitos Humanos em matéria de direitos econômicos, sociais e culturais, "Protocolo de São Salvador", adotado durante à XVIII Assembleia Geral da Organização dos Estados Americanos, em São Salvador, em 17 de novembro de 1988, no qual o Estado brasileiro aderiu, consoante Decreto n. 3.321, de 30/12/1999, estabeleceu expressamente (art. 11) o direito a meio ambiente sadio, dispondo que toda pessoa tem direito a viver em meio ambiente sadio e a dispor dos serviços públicos básicos.

e destacou que a Corte IDH decidiu que os Estados têm obrigação de prevenir danos ambientais significativos, dentro ou fora de seus territórios.

Reforçou, ademais, o papel do Poder Judiciário no enfrentamento à emergência climática:

Também o Poder Judiciário deve responder à emergência climática. É uma questão crucial, diante da qual todas as outras perdem importância, porque sem mitigar os danos ambientais produto do aquecimento global provocado pela emissão de combustíveis fósseis, não há possibilidade de vida humana no planeta. O respeito aos deveres estatais de proteção climática é imperioso.

No julgamento da ADO 59 pelo STF, ação de relatoria da ministra Rosa Weber, novamente se enalteceu que os deveres constitucionais de tutela de direitos fundamentais direcionam-se a todos os Poderes, incluindo o Poder Judiciário. Segundo a decisão proferida, os princípios da prevenção, da precaução e da proibição do retrocesso ambiental, como vetores interpretativos, exigem do Poder Judiciário a aplicação dos deveres de proteção adequada e efetiva do meio ambiente.

A decisão proferida na ADO 59 destacou, ainda, que os deveres constitucionais de tutela assumidos pelo Estado Constitucional brasileiro estão expressamente desenhados no artigo 225 da Constituição Federal e na arquitetura legislativa infraconstitucional, reportando-se à Política Nacional de Meio Ambiente (Lei n. 6.938/1981) e à Política Nacional sobre Mudanças Climáticas (Lei n. 12.187/2009 – PNMC). A decisão da ADO 59 frisou que a edição da PNMC fora uma resposta do legislador brasileiro em matéria climática, salientando que o campo normativo nacional reconheceu, desde então, a proteção climática como objeto particular de proteção, como núcleo necessário do desenvolvimento das variáveis que formam a constelação do direito ao ambiente expresso no art. 225 da Constituição Federal.

Com similar compreensão, no curso do ano de 2023, durante a I Jornada de Direito do Patrimônio Cultural, realizada pelo Centro de Estudos Judiciários do Conselho da Justiça Federal (CFJ) no Superior Tribunal de Justiça (STJ), e congregando magistrados federais de todas as regiões brasileiras, foram aprovados 46 enunciados. Os enunciados são vocacionados a servirem como referência ou inspiração para a elaboração de soluções judiciais ou extrajudiciais, peças processuais, pesquisas e publicações sobre a matéria.

No teor do Enunciado n. 1, expressa-se o reconhecimento do direito fundamental ao ambiente saudável e ao sistema climático:⁵ “ENUNCIADO 1 – O direito fundamental ao ambiente saudável e ao sistema climático, de que são titulares as presentes e futuras gerações, é condição sine qua non para gozo dos direitos culturais e para acesso aos bens que os compõem.”

Dessa forma, a previsão inserta no art. 14 da Resolução CNJ n. 433/2021, doravante pormenorizada por este protocolo, vocaciona-se, sobretudo, ao cumprimento, pelo Poder Judiciário, do dever convencional, constitucional e legal de proteção ao sistema climático, compreendido como parte que integra o direito ao meio ambiente equilibrado para as presentes e futuras gerações.

⁵ A aprovação dos 46 Enunciados integrou a programação do I Simpósio Internacional de Direito do Patrimônio Cultural e Natural, com o objetivo de comemorar os 50 anos da Convenção para a Proteção do Patrimônio Mundial, Cultural e Natural (Unesco, 1972). O evento foi realizado de 15 a 17 de março pelo STJ, em conjunto com o Centro de Estudos Judiciários (CEJ) do Conselho da Justiça Federal (CJF) e a Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura (Unesco) (Jornada de Direito do Patrimônio Cultural e Natural, 2023).

Por evidente, ao tratar o dispositivo da responsabilização em juízo pelo impacto do dano na mudança global do clima, reforça a previsão normativa do Conselho Nacional de Justiça de que a responsabilização definida em sede judicial, com as devidas atribuições individuais de deveres reparatórios e compensatórios, é parcela fundamental e indispensável nos esforços que se somam ao enfrentamento das mudanças climáticas antropogênicas. Esse dever, ademais, é expresso pelo art. 3.º, inciso III, da Lei n. 12.187/2009, que estabelece, entre as medidas adotadas para a execução da política nacional sobre mudança do clima, o sopesamento das responsabilidades individuais quanto à origem das fontes emissoras e dos efeitos ocasionados sobre o clima.

Divisão dos conteúdos e estrutura do documento

O protocolo disponibiliza ferramentas conceituais e um guia passo a passo para auxiliar magistradas e magistrados e respectivos tribunais na aplicação do art. 14 da Resolução CNJ n. 433/2021. A redação deste protocolo pauta-se, sobretudo, na busca da máxima simplicidade possível ao trabalho a ser apresentado, cientes seus redatores das complexidades ínsitas à temática trabalhada.⁶

O documento se desenvolve da seguinte maneira: na Parte I, são apresentados, em formato de glossário, os conceitos básicos relevantes para compreensão do segundo escopo priorizado para elaboração do conteúdo deste protocolo.

Na Parte II, formulam-se diretrizes jurídicas para aplicação do protocolo pelas magistradas e magistrados, sendo pormenorizadas as limitações do recorte de condutas abordadas pelo documento.

Na Parte III, detalham-se sugestões simuladas de etapas a serem seguidas no contexto decisório de ações (cíveis e/ou criminais) que impliquem a mensuração da repercussão da conduta julgada na mudança global do clima. Nesse segundo escopo, com os subsídios técnicos à disposição do Grupo de Trabalho, são entabuladas diretrizes de aplicação em condutas (omissivas ou comissivas) atentatórias à flora dos biomas brasileiros. Os exemplos trabalhados pelo documento referem-se a práticas de desmatamento e de incêndios florestais.

Na Parte IV, elaboram-se sugestões finais para a continuidade dos trabalhos.

⁶ Consoante consignou a conclusão da nota técnica apresentada pelo Grupo de Pesquisa da PUC-Rio (JUMA) no ensejo da audiência pública: 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. Íntegra da Audiência Pública pode ser acessada no canal do CNJ no YouTube.

PARTE I – CONCEITOS BÁSICOS

Glossário de conceitos⁷

Antropogênico*: resultante de ou produzido por atividades humanas.

Adaptação às mudanças climáticas*: adaptação, nos sistemas humanos, é o processo de ajuste ao clima real ou esperado e seus efeitos, a fim de moderar os danos ou explorar oportunidades benéficas. Em sistemas naturais, é o processo de adaptação ao clima atual e seus efeitos. A intervenção humana pode facilitar o ajuste ao clima esperado e seus efeitos.

Adicionalidade: característica dos projetos sobre os quais se pode ter certeza de que as reduções de emissões são realmente “adicionais” ao que teria acontecido sem o projeto. Caso contrário, os respectivos offsets ou créditos de carbono podem ser considerados sem valor (Dunne; Gabbatiss, 2023).

Ciência de atribuição de mudança climática: no primeiro capítulo do AR6 do Grupo de Trabalho I, o IPCC refere que a nomenclatura “atribuição de mudança climática” se vincula à atribuição das mudanças na concentração de gases de efeito estufa na atmosfera em razão da ação antrópica, e as observações quanto aos efeitos verificados nos componentes do sistema climático que se distinguem do que poderia ser considerado como resultado de uma variabilidade climática natural. A expressão “ciência de atribuição de mudança climática”, portanto, volta-se ao estudo científico de como as atividades humanas emissoras e supressoras de sumidouros estão afetando o sistema climático global.

Ciência de atribuição de fonte emissora: estudos e pesquisas científicas relacionados ao detalhamento específico sobre fontes emissoras, as quais são usualmente denominadas “ciência de atribuição de fonte”. Esses estudos visam individualizar quanto uma fonte emissora de gases de efeito estufa em específico contribuiu no passado, contribui no presente ou mesmo pretende contribuir no somatório global de emissões que impactam a funcionalidade do sistema climático. No capítulo 1 do Relatório do Grupo de Trabalho I do AR6, refere o IPCC que a atribuição das fontes de emissões de gases de efeito estufa é usada para poder informar a atribuição das mudanças climáticas antropogênicas a países ou a atores específicos, que, por sua vez, informam e auxiliam as discussões respectivas sobre justiça e divisão de encargos em termos de redução de emissões.

Crédito de carbono: ativo negociável, que representa a redução efetiva de emissões ou a remoção de uma tonelada de dióxido de carbono equivalente da atmosfera, obtido a partir de projetos ou programas de redução ou remoção de gases de efeito estufa (Brasil, [2022a]).

Custo social do carbono: valor presente líquido do prejuízo climático esperado, expresso em unidades monetárias, em relação a uma tonelada adicional de dióxido de carbono equivalente (\$/tCO_{2e}), condicionado a uma trajetória de

7 Todos os conceitos marcados com asterisco (*) foram extraídos, em parte ou integralmente, do glossário de conceitos do Sexto Relatório do Grupo de Trabalho I (AR6) do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC). Glossário, Anexo VII (Matthews et al., 2021).

emissões globais ao longo do tempo (IPCC, 2018). Como o ciclo do carbono costuma ser longo, a maior parte dos efeitos deletérios ocorrerá daqui a décadas, o que exige a escolha de uma taxa de desconto que permita a comparabilidade de valores referentes a diferentes períodos.

Dano climático: conduta (comissiva ou omissiva) deletéria à funcionalidade do sistema climático em sua totalidade considerado. O dano climático é, portanto, espécie ou dimensão especificamente climática da danosidade ao macrobem ambiental, que lesa, de modo direto, o bem jurídico sistema climático e, de modo difuso, a coletividade.

Desmatamento*: consoante o glossário do AR6 do IPCC, trata-se da conversão de floresta em não floresta. Na normatização brasileira, por sua vez, “desmatar” foi definido pelo Decreto n. 1.282, de 19 de outubro de 1994 – cap. II, art. 7.º, parágrafo único e pela Portaria Ibama 48, de 10 de julho de 1995 – Seção II, art. 21, § 1.º, da seguinte forma: “É a operação que objetiva a supressão total da vegetação nativa de determinada área para o uso alternativo do solo. Considera-se nativa toda vegetação original, remanescente ou regenerada, caracterizada pelas florestas, capoeiras, cerradões, cerrados, campos, campos limpos, vegetações rasteiras etc. Qualquer descaracterização que venha a suprimir toda vegetação nativa de determinado área deve ser interpretada como desmatamento”.

Dióxido de carbono (CO2)*: gás natural, o CO2 também é um subproduto da queima de combustíveis fósseis (como petróleo, gás natural e carvão mineral), de queima de biomassa, de mudança de uso da terra (land use change ou LUC) e de processos industriais (por exemplo, a produção de cimento). É o principal gás de efeito estufa antrópico (GEE) que afeta o equilíbrio radiativo da Terra. Em razão disso, é o gás de referência pelo qual outros gases de efeito estufa são medidos e, portanto, tem um potencial de aquecimento global (GWP) equivalente a 1.

Dupla contagem: utilização do mesmo certificado de redução ou remoção de emissões para cumprir múltiplos compromissos de mitigação de emissões de gases de efeito estufa (Brasil, [2022a]).

Emissões antropogênicas*: emissões de gases de efeito estufa (GHGs), precursores de GEEs e aerossóis causados por atividades humanas. Essas atividades incluem a queima de combustíveis fósseis, desmatamento, uso e mudança do uso da terra (LULUC), produção pecuária, fertilização, gestão de resíduos e processos industriais.

Gases de Efeito Estufa (GEE)*: constituintes gasosos da atmosfera, naturais e antropogênicos, que absorvem e emitem radiação em comprimentos de onda específicos dentro do espectro de radiação emitidos pela superfície da Terra, pela própria atmosfera e por nuvens. Essa propriedade causa o efeito estufa. Vapor d'água (H2O), dióxido de carbono (CO2), óxido nitroso (N2O), metano (CH4) e ozônio (O3) são os principais GEEs na atmosfera da Terra. Os GEEs produzidos pelo homem incluem hexafluoreto de enxofre (SF6), hidrofluorcarbonos (HFCs), clorofluorcarbonos (CFCs) e perfluorcarbonos (PFCs). Vários deles também esgotam o O3 (e são regulados pelo Protocolo de Montreal).

Hexafluoreto de enxofre (SF6)*: gás de efeito estufa (GEE), é usado principalmente na indústria pesada para isolar equipamentos de alta tensão e auxiliar na fabricação de sistemas de resfriamento de cabos e de semicondutores.

Hidrofluorcarbonetos (HFCs)*: gás de efeito estufa (GEE), HFCs são compostos orgânicos que contêm flúor, carbono e átomos de hidrogênio e são produzidos comercialmente como um substituto para clorofluorcarbonetos (CFCs). Usados, principalmente, em refrigeração e fabricação de semicondutores.

Influência humana no sistema climático*: atividade impulsionada pelo homem que leva a mudanças no sistema climático devido a perturbações do balanço de energia da Terra (também chamado de forçamento antropogênico). Resulta das emissões de gases de efeito estufa, aerossóis, substâncias que destroem a camada de ozônio (SDOs) e mudanças no uso da terra.

Metano (CH₄)*: gás de efeito estufa, é o principal componente do gás natural e associado a todos os combustíveis de hidrocarbonetos. Emissões antropogênicas significativas de metano também ocorrem como resultado da pecuária e da produção de arroz em casca. O metano também é produzido naturalmente onde a matéria orgânica decai sob condições anaeróbicas, como em zonas úmidas. Sob o futuro aquecimento global, há potencial para o aumento das emissões de metano pelo degelo do permafrost, zonas úmidas e hidratos de gás submarino.

Mitigação (das mudanças climáticas)*: intervenção humana para reduzir as emissões de gases de efeito estufa ou aumentar os sumidouros de gases de efeito estufa.

Mudanças climáticas: a Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima (UNFCCC), no art. 1.º, define mudança climática como: “uma mudança no clima que é atribuída direta ou indiretamente à atividade humana, que altera a composição da atmosfera global e que é além da variabilidade climática natural observada em períodos comparáveis de tempo”. A UNFCCC, portanto, faz distinção entre a mudança climática atribuível a atividades humanas que alteram a composição do ambiente e a variabilidade climática atribuível a causas naturais.

Sistema climático*: segundo conceitua o Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC), em todos os seus seis ciclos de avaliação científica já publicados, o sistema climático é uma unidade planetária composta pela junção interativa da atmosfera, criosfera, oceanos, superfície terrestre e biosfera. O sistema climático muda no tempo sob a influência de sua própria dinâmica interna e por causa de forças externas, como erupções vulcânicas, variações solares, forças orbitais e forçantes antropogênicas, como a mudança na composição da atmosfera e as mudanças de uso da terra.

Óxido nitroso (N₂O)*: a principal fonte antropogênica de N₂O, um gás de efeito estufa (GEE), é a agricultura (o solo e a gestão do esterco animal), mas contribuições importantes também vêm do tratamento de esgoto, da combustão de combustíveis fósseis e de processos industriais químicos. O N₂O também é produzido naturalmente a partir de uma ampla variedade de fontes no solo e na água, particularmente a ação microbiana em florestas tropicais.

Sumidouro (sink)*: qualquer processo, atividade ou mecanismo que remove um gás de efeito estufa, um aerossol ou um precursor de um gás de efeito estufa da atmosfera (art. 1.8 da UNFCCC).

Ponto de inflexão ou não retorno (Tipping Point)*: limite crítico além do qual um sistema se reorganiza, muitas vezes de forma abrupta e/ou irreversível.

Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC): órgão das Nações Unidas para avaliar a ciência relacionada às mudanças climáticas. O IPCC prepara relatórios de avaliação abrangentes sobre o estado do conhecimento científico, técnico e socioeconômico sobre as mudanças climáticas, seus impactos e riscos futuros, além de opções para reduzir a taxa em que as mudanças climáticas estão ocorrendo. Também produz relatórios especiais sobre temas acordados por seus governos membros, bem como relatórios de metodologia que fornecem diretrizes para a elaboração de inventários de gases de efeito estufa.

Mercado de carbono regulado: instrumento de mercado que visa a atingir um objetivo de mitigação, por meio da definição de um limite máximo para as emissões de GEE de determinada economia. A partir de sua institucionalização, são alocadas permissões (cotas) de emissão negociáveis mediante uma combinação de leilões e distribuição de licenças gratuitas a entidades da respectiva jurisdição. Assim, uma entidade que reduz suas emissões pode vender suas permissões excedentes a outras empresas (Matthews et al., 2018).

Mercado de carbono voluntário: ambiente caracterizado por transações voluntárias de créditos de carbono, com o objetivo de compensar voluntariamente as emissões de gases de efeito estufa (Brasil, [2022a]).

Offsets (compensação): certificados representando a compensação de uma tonelada de CO₂ equivalente, que podem ser negociados entre uma entidade que continua emitindo GEE e outra entidade que reduz as próprias emissões (emissões evitadas) ou remove dióxido de carbono (CO₂) da atmosfera. O termo é, por vezes, usado como sinônimo de “créditos de carbono”, embora haja diferenças entre os dois conceitos – p. ex., nem todo offset é um ativo negociável (United Nations Framework Convention on Climate Change, [202-]).

Preços de carbono: o preço aplicado a emissões de dióxido de carbono (CO₂) ou CO₂ equivalente (CO₂e). Pode referir-se a instrumentos compulsórios: ao valor de um tributo sobre o carbono (carbon tax) ou ao preço das permissões de emissão – também chamados de “preços compulsórios”. Em muitos modelos usados para avaliar os custos econômicos da mitigação, os preços de carbono são usados como proxy para representar o nível de esforço nas políticas de mitigação (IPCC, 2018) – nesse caso, trata-se do preço sombra do carbono. Não se confunde com o preço de mercados voluntários (i.e., o preço médio dos créditos de carbono), ou com o preço de offsets (i.e., o custo de projetos de redução ou remoção de emissões).

Redução das emissões de GEE: redução mensurável da quantidade de gases com efeito de estufa libertados na atmosfera pelas atividades durante determinado período, em comparação com um nível de referência (baseline), mediante intervenções relacionadas a eficiência energética, a energias renováveis e a sistemas agrícolas e pecuários mais eficientes (Brasil, 2023). Projetos de emissões evitadas (avoided emissions), usados para criar offsets ou créditos de carbono, envolvem uma redução de emissões em comparação com um nível de referência hipotético; p. ex., projetos de desmatamento evitado protegem florestas que seriam desmatadas e produzem créditos de carbono com base no desmatamento esperado.

Remoção de GEE: absorção ou sequestro de gases de efeito estufa da atmosfera por meio da recuperação de vegetação nativa, restauração ecológica, reflorestamento, aumento dos estoques de carbono em solos agrícolas e pastagens ou captura e armazenamento direto de gases de efeito estufa, entre outras atividades e tecnologias, conforme às metodologias aplicáveis (Brasil, [2022a]).

Reparação integral: considera-se, no Direito brasileiro, que todas as consequências da ação humana, lícita ou ilícita, que produzam perdas ou decréscimo da qualidade do meio ambiente compreendido como bem de interesse difuso (macrobem), perda ou redução da função ecológica de seus atributos, devem ser reparadas por meio das medidas, instrumentos e ações previstas nos sistemas normativos de responsabilidade civil, penal e administrativa, alcançando-se os danos diretos e indiretos, materiais e morais, patrimoniais e não patrimoniais, atuais e futuros.

Reversão de remoções: liberação na atmosfera de gases de efeito estufa previamente eliminados ou capturados, anulando, pois o efeito benéfico da redução ou remoção (Brasil, 2023). Projetos de redução ou remoção que previnem reversões por longos períodos cumprem o requisito de permanência (Dunne; Gabbatiss, 2023).

Serviços ecossistêmicos: os serviços ecossistêmicos reconhecidos pela Lei n. 14.119/2021, em seu art. 2.º, inciso II, são os seguintes:

a) de provisão: fornecem bens ou produtos ambientais utilizados pelo ser humano para consumo ou comercialização, tais como água, alimentos, madeira, fibras, extratos, entre outros;

b) de suporte: mantêm a perenidade da vida na Terra, tais como a ciclagem de nutrientes, a decomposição de resíduos, a produção, a manutenção ou a renovação da fertilidade do solo, a polinização, a dispersão de sementes, o controle de populações de potenciais pragas e de vetores potenciais de doenças humanas, a proteção contra a radiação solar ultravioleta e a manutenção da biodiversidade e do patrimônio genético;

c) de regulação: concorrem para a manutenção da estabilidade dos processos ecossistêmicos, tais como o sequestro de carbono, a purificação do ar, a moderação de eventos climáticos extremos, a manutenção do equilíbrio do ciclo hidrológico, a minimização de enchentes e secas e o controle dos processos críticos de erosão e de deslizamento de encostas;

d) culturais: constituem benefícios não materiais providos pelos ecossistemas, por meio da recreação, do turismo, da identidade cultural, de experiências espirituais e estéticas, do desenvolvimento intelectual, entre outros.

Taxa (social) de desconto: parâmetro matemático que visa a tornar comparáveis valores monetários relativos a diferentes períodos (anos) – trazendo-os a um valor presente. Uma taxa de desconto positiva implica que determinado bem ou valor vale menos se for recebido no futuro do que se recebido no presente. A escolha da taxa de desconto é objeto de ampla discussão entre economistas e filósofos, pois se fundamenta em valores e premissas que não são empiricamente testáveis (Matthews et al., 2018).

Tonelada equivalente de dióxido de carbono (tCO₂e): medida de conversão métrica de emissões ou remoções de todos os gases de efeito estufa em termos de equivalência de potencial de aquecimento global, expressa como dióxido de carbono e medida de acordo com os relatórios do Grupo de Especialistas Intergovernamentais sobre Mudanças Climáticas (IPCC) (Brasil, 2023). Em outras palavras, é a quantidade de emissões de dióxido de carbono (CO₂) que causaria o mesmo impacto na temperatura, em determinado horizonte de tempo, de determinada quantidade de gases de efeito estufa. Normalmente, a medida de CO₂ equivalente é obtida multiplicando-se a emissão de um GEE pelo seu potencial de aquecimento global para um horizonte de tempo de 100 anos (Matthews et al., 2018).

PARTE II – DIRETRIZES JURÍDICAS SOBRE O ART. 14 DA RESOLUÇÃO CNJ N. 433/2021

Eis o teor do dispositivo: “Art. 14. Na condenação por dano ambiental, o(a) magistrado(a) deverá considerar, entre outros parâmetros, o impacto desse dano na mudança climática global, os danos difusos a povos e comunidades atingidos e o efeito dissuasório às externalidades ambientais causadas pela atividade poluidora.”

Amplitude da aplicabilidade do dispositivo

Muito embora o texto do art. 14 da Resolução CNJ n. 433/2021 se refira à consideração da repercussão climática por ocasião da valoração dos danos na fixação de condenações, não se pode restringir seu âmbito de aplicação às ações coletivas de responsabilização civil por danos ambientais e nem tampouco a condenações criminais em que também se requeira a composição do dano.

Em todas as hipóteses em que se identificarem danos ambientais com impactos em emissões ou perda de sumidouros, exigir-se-á valoração, especialmente quando se tem em consideração o princípio de reparação integral, o qual será desenvolvido adiante neste protocolo. A observação é importante especialmente diante do fato de que os litígios de interesse público de natureza complexa e que exponham conteúdos estruturais necessariamente exigiriam, em tese, no âmbito da especificação das medidas de reorganização ou de reforma estrutural, a valoração de tais danos.

Por outro lado, apesar de não ser o objetivo dos litígios estruturais obterem-se, ao final, condenações, não se deve ignorar que, em última análise, o insucesso das medidas consensuais destinadas a obter as reformas estruturais resultará, ao final, em responsabilização.⁸

Aplicabilidade do dispositivo em decisões de cunho provisório

A demanda de uma gestão mitigatória do risco de danos ao meio ambiente é uma exigência de ordem constitucional no Brasil, sob a qual igualmente se compromete o Poder Judiciário. A Constituição Federal de 1988, ao estabelecer a responsabilidade intergeracional de preservação do meio ambiente, na qual se integra a proteção ao sistema climático, igualmente prescreveu incumbir, para fins de assegurar o direito retratado no art. 225 do texto, o dever de se controlar a produção, a comercialização e o emprego de técnicas, métodos e substâncias que comportem risco para a vida, a qualidade

8 Viorelli explica que o percurso de um processo estrutural apresenta pelo menos seis fases, iniciando com a apresentação das características do litígio, elaboração de um plano de reforma estrutural que busque o estado desejável de ações, a implementação do plano, a avaliação de seus resultados, a reelaboração do plano, e a implantação do novo plano, como reinício do ciclo até que o conflito encontre uma solução (Vitorelli, 2020, p. 60). Portanto, é possível argumentar, nesse caso específico, se por alguma razão não se consiga encontrar a solução negociada, ou os planos não conseguem ser implementados, a frustração dos objetivos de sua execução demandaria o prosseguimento da ação e uma transição de um modelo estrutural para uma solução tradicional, baseada na liquidação dos prejuízos que fossem identificados.

de vida e o meio ambiente. A Constituição Federal foi além, exigindo a perenidade ao deduzir a necessidade de preservação dos processos ecológicos essenciais e vedando as práticas que colocassem em risco a função ecológica.

Por evidente, a gestão do risco desempenha papel central nas ações ambientais. Ao lidar com casos que envolvem danos, o juiz se depara com a complexa tarefa de avaliar não apenas as evidências presentes, mas também antecipar os possíveis desdobramentos futuros. Isso implica verdadeira operação de gerenciamento dos riscos inerentes ao procedimento, uma vez que qualquer decisão tomada com urgência acarreta, do ponto de vista do juiz, um risco. Essa gestão de riscos torna-se ainda mais desafiadora quando a demonstração dos danos, ou do risco de dano, depende de ampla produção de provas envolvendo questões altamente técnicas. A complexidade científica e técnica envolvida em muitos casos ambientais requer do juiz uma compreensão aprofundada dos impactos potenciais das atividades em questão. Nesse contexto, o juiz não pode se limitar a ser um mero aplicador da norma, mas deve se envolver em uma análise minuciosa das futuras consequências ambientais, além de ponderar os elementos ecológicos, sociais e econômicos envolvidos.

A necessidade de uma intervenção rápida do juiz, possibilitada pela flexibilização dos métodos e regras procedimentais tradicionais, é crucial para a efetividade da justiça ambiental. Diante da irreversibilidade e da universalidade dos bens ambientais, além do risco crescente que representam as mudanças climáticas, as medidas antecipadas se tornam essenciais para evitar a concretização e agravamento de danos que não podem ser reparados de forma efetiva ou cuja reparação se revela extremamente complexa. A aceitação reduzida de riscos ambientais na sociedade contemporânea reforça a importância dessas medidas como um meio de prevenir impactos prejudiciais ao meio ambiente.

É por isso que a normativa que estipula que o juiz deve levar em conta o impacto das mudanças climáticas por ocasião da condenação também tem implicações relevantes por ocasião de decisões liminares, posto que envolvem medidas de urgência voltadas à cessação imediata do dano, dos mecanismos que facilitam o dano e sua permanência, bem como das medidas que o auxiliem a antecipar os processos de reparação natural desejáveis.

Nesse contexto, processos judiciais envolvendo máculas à flora brasileira possuem alta potencialidade deletéria, tanto pelas emissões geradas por condutas como desmatamentos e incêndios, quanto pelo papel exercido pela cobertura vegetal na regulação do clima. Assim, os riscos envolvendo esses impactos também precisam ser integrados ao processo decisório das medidas antecipatórias. Portanto, ao decidir sobre medidas de urgência em casos ambientais, aqui exemplificadas aquelas que envolvem ameaças à flora, as juízas e os juízes devem considerar não apenas os riscos imediatos, mas também aqueles potencializados pelas mudanças climáticas.

Medidas urgentes que podem demandar apreciação judicial envolvem, à guisa de se exemplificar, pleitos de adoção imediata de medidas de reparação in natura, iniciando-se o quanto antes o processo de recomposição de sumidouros, requerimentos de suspensão ou negativa de financiamento para o desenvolvimento de atividades produtivas na área objeto da conduta (Lei n. 6.938/1981, art. 14, incisos II e III); bloqueio de maquinário ou ferramental utilizado, e/ou proibição de empréstimo, venda ou locação de utensílios que possam ser manejados para a permanência da conduta lesiva, bloqueio de valores como meio de garantia do adimplemento da quantia indenizatória futura, entre outros. Sopesar o impacto do dano na mudança global do clima, por conseguinte, é dever a ser observado no curso de toda a demanda ambiental, seja ela cível ou criminal.

Premissa: compreensão do conteúdo jurídico do disposto no art. 14

Para se compreender o conteúdo do art. 14 da Resolução CNJ n. 433/2021, deve-se, primeiramente, registrar que ele materializa, antes de tudo, mais uma manifestação de um princípio de reparação integral, por meio do qual se tem, em matéria ambiental, que a reparação dos danos deve ser não a mais completa quanto possível, senão aquela que alcance de forma integral todas as externalidades negativas que tenham comprometido a funcionalidade dos sistemas socioecológicos e a integridade de processos ecológicos que os sustentem.

No Direito Civil a reparação integral é contemplada por uma fórmula pela qual todos os prejuízos suportados pelo patrimônio, e as vantagens cuja fruição foram frustradas devem ser objeto de reparação. Nesse conceito se busca, por meio da figura do *compensatio lucri cum damno*, propor-se uma relação de equivalência entre o dano experimentado e o lucro auferido a partir do dano (Visintini, 2015. p. 291-292).

Uma segunda forma de compreender, no Direito privado, a reparação integral, passa pela necessidade de se garantir a exata equivalência entre os danos e os prejuízos sofridos pelas vítimas (Jourdain, 2010. p. 146). A fiel e justa compensação das perdas e danos definiria o conteúdo da reparação integral no Direito privado, desde uma perspectiva patrimonial.

Se essa mesma fórmula fosse transposta para que tivesse lugar na definição de seu conteúdo ambiental, seria possível argumentar que as perdas ou a redução da função ecológica de ecossistemas, espécies e de espaços naturais – para fazer-se o uso da definição normativa de diversidade biológica da Convenção sobre a Diversidade Biológica, contida no art. 2.º (CONVENÇÃO sobre Diversidade Biológica e Legislação Correlata, 2008, p. 13) – poder-se-ia argumentar que a reparação integral visa assegurar uma resposta de reparação equivalente aos danos, que, de forma distinta das soluções privatísticas, normalmente reconduzidas à conversão do dano em seu equivalente econômico-financeiro (indenização), passam prioritariamente pela busca por uma solução que reflita seu equivalente ecológico.

A partir dessa característica distintiva do regime especial de reparação dos danos ao macrobem ambiental (Leite; Ayala, 2020, p. 65-67), dos danos ecológicos puros (Gueye, 2016, p. 43-45), ou simplesmente dos danos ecológicos (Meynier, 2020, p. 21-269), tem-se que a definição de um conteúdo jurídico para a ideia de reparação integral que seja coerente com as tarefas constitucionais designadas pelo art. 225, § 1.º, da CF de 1988, especialmente nos incisos I e VII, é aquela que assegure prioridade para a restauração de processos ecológicos, de sistemas socioecológicos, e das funções ecológicas associadas à fauna e flora que tenham sido afetados pela ação danosa do agente poluidor, quem é, por sua vez, todo aquele que, com sua conduta omissiva ou comissiva, tenha concorrido, de forma direta ou indireta, para o dano (art. 3.º, inciso IV, da Lei n. 6.938/1981).

Em semelhante regime jurídico de responsabilização, é relevante considerar que a restauração dos atributos do bem tem precedência na reparação dos danos justamente por se considerar um princípio de reparação integral, por meio do qual se propõe, até mesmo em uma abordagem de Direito Privado, que a vítima, ou o bem lesado, devem ser reconduzidos ao estado anterior a que se encontravam antes do dano.⁹

⁹ Sobre esse sentido para a reparação integral, que estaria associada ao próprio objeto da responsabilidade civil, cf. Jourdain (2010, p. 146).

De outra maneira, poder-se-ia também argumentar que a reparação integral se apresenta como uma resposta concretizadora de uma proibição de abuso do direito que pode ser colhida no âmbito do próprio art. 187, caput, do Código Civil brasileiro, e que, transposto para uma dimensão ecológica, não permitiria admitir danos sem reparação.

Embora não tenha, no Direito brasileiro, regra expressa que proponha a prioridade para a solução *in natura*, tal como presente no texto do Código Civil francês (art. 1249), essa solução tem construção jurisprudencial consolidada no STJ, que acolhe a reparação por meio de restauração do bem como solução prioritária, cumulativamente com a imposição do dever de indenizar, exigível tão somente de forma subsidiária.¹⁰ Essa orientação encontra-se, atualmente, consolidada pelo enunciado da Súmula n. 629, publicada no DJe de 17/12/2018, que prevê: “Quanto ao dano ambiental, é admitida a condenação do réu à obrigação de fazer ou à de não fazer cumulada com a de indenizar.”

Partindo dessa premissa, e de forma coerente com os pressupostos constitucionais e normativos que regulam o tema em matéria ambiental, a reparação dos danos em questão se dá sempre que permitido for no contexto do estado da arte da técnica e da ciência, mediante sua restauração, comportando-se a solução ressarcitória exclusivamente como alternativa subsidiária, na impossibilidade de recuperação do dano ambiental (AgInt no REsp 1.633.715/SC, relator ministro Benedito Gonçalves, Primeira Turma, DJe 11/5/2017).

Muito embora a reparação dos danos ambientais acolha, tal como no modelo tradicionalmente associado ao Direito Privado, duas fórmulas, uma *in natura* (ou específica), e outra pelo equivalente (pecuniário) (Jourdain, 2010, p. 143-146), não se deve ignorar que a distinção introduzida para o seu uso pelo regime especial ambiental reside no fato de que, no Direito Privado, seu uso é frequente pela fungibilidade da solução indenizatória e pela liberdade que a vítima possui para fazer o uso da compensação de acordo com seu juízo (Jourdain, 2010, p. 144).

Não há, sob o contexto dos princípios e deveres estatais de proteção designados à ação de reparação dos danos pela CF de 1988, liberdade para que se escolha a solução indenizatória em detrimento do imperativo de restauração e de proteção da integridade de processos e de sistemas socioecológicos. Sendo assim, a reparação *in natura*, que “reconduz o bem ao estado que se encontrava antes do dano” (Jourdain, 2010, p. 143), é, em matéria ambiental, no Direito brasileiro, uma solução de reparação prioritária e imperativa, que precede e prefere o ressarcimento, embora com ele não seja incompatível, conforme já se ressaltou.

Portanto, compreendidos os danos ambientais em sua dimensão difusa, de danos ecológicos puros, de danos ao macrobem ambiental, ou simplesmente de danos ecológicos, todos os distúrbios que afetem a integridade do macrobem que se manifestam por meio de distintas formas de ação ou de omissão que representam a perda de qualidade de qualquer um dos serviços ecossistêmicos (art. 2.º, inciso II, da Lei n. 14.119/2021) sejam eles culturais, ambientais, de suporte e de regulação, estando entre estes últimos os serviços que regulam a estabilidade climática, devem ser alcançados pelas medidas destinadas à sua reparação, a qual deve ser total e completa.

¹⁰ A solução que tem sua construção consolidada na jurisprudência do STJ é semelhante à solução contida textualmente na regra do art. 1249, alínea 1, do Código Civil Francês, que prevê que a reparação dos danos ecológicos se dará, sempre e preferencialmente, na forma *in natura*, somente sendo possível o uso da reparação pecuniária no caso de sua impossibilidade. Cf. no original: “Article 1249. La réparation du préjudice écologique s’effectue par priorité en nature.” (France, 1804). Sobre o tema também cf. Hautereau-boutonet (2020, p. 124-125).

Para o efeito de aplicação deste protocolo e no âmbito da restrição aqui realizada sobre seu objeto, visando alcançar os danos que tenham como fonte as transformações de uso do solo com origem em desmatamento e/ou incêndios, com impactos sobre a flora, os efeitos diretos aos serviços de regulação do sistema climático constituem tão somente mais uma das manifestações de danos ao macrobem, sujeitas ao mesmo regime jurídico de responsabilização (objetivo) regulado pelo art. 14, § 1.º, da Lei n. 6.938/1981, concretizando um dever estatal de preservar e restaurar processos ecológicos essenciais (art. 225, § 1.º, inciso I, CF/1988) e assegurar a integridade da função ecológica de fauna e flora (art. 225, § 1.º, inciso VII, CF/1988), inclusive por meio dos instrumentos de responsabilidade civil, penal e administrativa (art. 225, § 3.º, CF/1988).

A regulação do clima depende de se assegurar a integridade de processos ecológicos associados ao ciclo do carbono, estando os distúrbios à estabilidade do sistema climático diretamente associados ao aumento na concentração de emissões de gases de efeito estufa na atmosfera, realidade que ganha destaque no caso brasileiro pelo fato de que as emissões com origem em desmatamento (supressão de sumidouros) e incêndios têm o Brasil com um de seus principais contribuintes (Evans, 2021).

Se, por um lado, não se ignora que os danos ambientais também estendem suas consequências para uma dimensão pessoal – compreendidos como danos ricochetes que decorrem da perda da qualidade do meio ambiente – por outro lado, são suas consequências coletivas de distintas naturezas, alcançando, v.g., dimensões espirituais-culturais (quando se tem em foco os povos indígenas ou quilombolas), sociais e socioecológicas, entre as quais se inserem as perdas infligidas ao sistema climático a ensejar a aplicação do art. 14 da Resolução CNJ n. 433/2021, de momento nos limites do escopo proposto por este protocolo.

No âmbito do objeto selecionado para o exercício de sua aplicação (ações que tenham por objeto danos associados a atividades que envolvam supressão ou destruição de vegetação), é importante enfatizar que a afetação da dimensão difusa do bem ambiental por tais iniciativas veicula, a um só tempo, danos materiais e danos morais, cuja identidade se encontra caracterizada na jurisprudência do STJ, a partir de uma perspectiva objetiva, sendo danos *in re ipsa*. Em consonância com sua jurisprudência, “[...] o dano moral coletivo surge diretamente da ofensa ao direito ao meio ambiente equilibrado. Em determinadas hipóteses, reconhece-se que o dano moral decorre da simples violação do bem jurídico tutelado, sendo configurado pela ofensa aos valores da pessoa humana. Prescinde-se, no caso, da dor ou padecimento (que são consequência ou resultado da violação)” (STJ, REsp 1.410.698/MG, Rel. Ministro Humberto Martins, Segunda Turma, DJe de 30/6/2015). E ainda: “Confirma-se a existência do ‘dano moral coletivo’ em razão de ofensa a direitos coletivos ou difusos de caráter extrapatrimonial – consumidor, ambiental, ordem urbanística, entre outros, podendo-se afirmar que o caso em comento é de dano moral *in re ipsa*, ou seja, deriva do fato por si só” (Brasil, 2019b). Na mesma direção: Brasil (2020c), Brasil (2021f).

Especificamente em relação ao desmatamento, o STJ confirmou em recente acórdão proferido nos autos do RESP n. 1989778/MT, relatado pela ministra Assusete Magalhães (Brasil, 2023e) que: “[...] há precedentes no STJ reconhecendo que a prática do desmatamento, em situações como a dos autos, pode ensejar dano moral: “Quem ilegalmente desmata, ou deixa que desmatem, floresta ou vegetação nativa responde objetivamente pela completa recuperação da área degradada, sem prejuízo do pagamento de indenização pelos danos, inclusive morais, que tenha causado” (Brasil, 2011). Adotando a mesma orientação: Brasil (2013). Consigne-se, ainda, a existência das seguintes decisões monocráticas, transitadas em julgado, que resultaram no provimento de Recurso Especial contra acórdão, também do Tribunal de Justiça do Estado do Mato Grosso, que adotou a mesma fundamentação sob exame: Brasil (2023f), Brasil (2023d).

A inclusão da variável climática na consideração do dano ambiental, em atenção ao conteúdo do art. 14 da Resolução CNJ n. 433/2021, implica, nesse contexto, que favorece uma ampla valorização de um princípio de reparação integral, admitir que exigir-se a implantação das medidas de restauração não é suficiente para neutralizar as emissões ou reconstituir os sumidouros perdidos. Por essa razão, na valoração do dano em sua dimensão difusa, para o efeito de viabilizar sua reparação, para além da imposição da obrigação de restaurar sumidouros e de recuperar a cobertura florestal, deve ser acrescentada a valoração dos impactos compreendidos entre a restauração de sumidouros e/ou a completa restauração da cobertura florestal. Essa evidência: a) encontra-se refletida como realidade das Ciências do Sistema Terrestre¹¹; b) encontra-se acolhida pelos modelos econômicos de valoração que tomam como referência os serviços ecossistêmicos de regulação (examinados na seção 2.6.3 deste protocolo); e c) encontram-se traduzidos pela jurisprudência do STJ por meio dos danos interinos, intermediários, intersticiais, residuais, transitórios ou temporários.

Enquanto não restaurados os sumidouros ou recuperada a cobertura florestal desmatada ou destruída, remanesce um estado de danosidade direta com consequências climáticas que devem ser incluídas na fórmula reparatória do dano, sendo esta realidade próxima da identidade dos já supracitados danos. Conforme explica o ministro Og Fernandes, nos autos do REsp n. 1845200/SC (DJe 6/9/2022):

4. O dano residual compensa a natureza pela impossibilidade de retorná-la ao estado anterior à lesão. O dano intercorrente compensa a natureza pelos prejuízos causados entre o ato degradante e sua reparação.
5. O poluidor deve não só devolver a natureza a seu estado anterior, mas reparar os prejuízos experimentados no interregno, pela indisponibilidade dos serviços e recursos ambientais nesse período.

Assim, considerar-se o art. 14 da Resolução CNJ n. 433/2021 implica que as soluções reparatórias considerem, de forma cumulativa, a necessidade de restauração das perdas já demonstradas para o meio ambiente, no que toca a função ecológica de seus atributos, além da mais valia ambiental, que identifica o período em que a restauração do dano ou sua compensação ainda não se consolidaram, produzindo-se como realidade, tempo em que a fruição de seus atributos pela coletividade foi frustrada pela ação lícita ou ilícita do poluidor, com incidência climática.

¹¹ A literatura científica salienta que as soluções baseadas na natureza são instrumentos importantes para mitigação dos efeitos das mudanças climáticas, estando entre as mais promissoras medidas a restauração das florestas tropicais e a recuperação da função de sumidouros de carbono. Cf. Koch; Kaplan (2022). Por outro lado, também se deve registrar que a literatura econômica igualmente alerta para a necessidade de que os serviços ecossistêmicos (e a regulação do clima é um deles, conforme a definição constante do art. 2.º, inciso II, "c", da Lei n. 12.119/2019) sejam melhor acomodados pelos modelos de avaliação econômica dos riscos associados às mudanças climáticas. Rising et al. (2022, p. 1-13) observam que: "Os modelos geralmente não acomodam bens e serviços ambientais não mercantis ou, no máximo, presumem que uma redução nos serviços ambientais ou no capital natural pode ser substituída por maior produtividade econômica ou aumento do capital financeiro e/ou físico (Stern e Persson, 2008, Weitzman, 2009, Barbier e Markandya, 2013). A incorporação correta desses custos ambientais e dos riscos de irreversibilidade nos modelos justifica caminhos mais ambiciosos para a mitigação das mudanças climáticas (ou seja, estimativas mais altas dos custos sociais do carbono) por motivos econômicos, sem exigir taxas de desconto mais baixas, tão debatidas após o Relatório Stern (Stern e Persson, 2008)". Lê-se no original: "Models often fail to accommodate non-market environmental goods and services, or at most assume that a reduction in environmental services or natural capital can be substituted for by greater economic productivity or increased financial and/or physical capital (Stern and Persson, 2008, Weitzman, 2009, Barbier and Markandya, 2013). Correctly incorporating in models such environmental costs, and risks of irreversibility justify more ambitious climate change mitigation pathways (i.e., higher social costs of carbon estimates) on economic grounds, without requiring the lower discount rates so hotly debated following the Stern Review (Stern and Persson, 2008)."

Impacto do dano na mudança global do clima: dano climático direto

O art. 14 da Resolução CNJ n. 433/2021, por conseguinte, refletindo o amadurecimento da percepção do sistema de justiça sobre a relevância de inclusão, nas análises voltadas à quantificação da danosidade ambiental pelas magistradas e pelos magistrados, da temática afeta às mudanças climáticas, inseriu o recorte sobre a danosidade especificamente climática ao panorama normativo do Poder Judiciário brasileiro, cumprindo-se a base principiológica supra detalhada da reparação integral.

Não descuidou o dispositivo, contudo, de reverberar o regime jurídico consolidado no cenário pátrio em matéria de tipologias da danosidade ambiental. O destaque dado pelo art. 14, nesse sentido, incorpora-se a todo o arcabouço normativo já vigente em matéria de dano ambiental no país, assim como ao regime constitucional que consagra a tripla responsabilidade em matéria de lesão aos bens ambientais (art. 225, § 3.º da Constituição Federal de 1988).

Nesse sentido, as normas brasileiras reconhecem, em consonância com a previsão constitucional e infraconstitucional (Lei n. 6.938/1981), o conteúdo multifacetário do dano ambiental, que compreende tanto a lesão ao meio ambiente como macrobem ambiental (essencialmente difuso e titularizado pelas presentes e futuras gerações), quanto danos a bens e interesses individuais ou individuais homogêneos próprios e reflexos no meio ambiente.

O art. 14, por sua vez, conferiu o urgente e necessário relevo, no âmbito do macrobem ambiental, ao sistema climático, como conteúdo que integra a noção jurídica de meio ambiente no Brasil, e impôs o dever de análise, pelas condenações ambientais proferidas, do impacto do dano ambiental na mudança global do clima. O dispositivo reverberou, por conseguinte, a compreensão indicada em julgados do STF e do STJ, bem como no enunciado supra referido, no sentido de que o direito fundamental intergeracional ao ambiente saudável pressupõe a proteção do sistema climático.

Nesse contexto, consoante apostado no glossário deste protocolo, observa-se que o sistema climático é descrito, pela comunidade científica e pelo regime jurídico internacional sobre o tema, como uma unidade planetária composta pela junção interativa dos elementos naturais descritos (atmosfera, criosfera, oceanos, superfície terrestre e biosfera). O conceito científico do termo é reprisado pela Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre mudança do clima em suas definições constantes no art. 1.º. O sistema climático, portanto, é o somatório dos elementos naturais acima referidos e das interações entre eles.

No arcabouço normativo brasileiro, por sua vez, o conceito de meio ambiente é expresso no art. 3.º, inciso I, da Lei n. 6.938/1981. Como é cediço, acolheu-se normativamente no Brasil um conceito globalizante para a expressão meio ambiente, a abranger todos os recursos naturais, os elementos que o integram e suas interações, bem como, em acréscimo, os bens culturais correlatos, compreendendo elementos como patrimônio histórico, artístico, turístico, paisagístico e arquitetônico, os quais propiciam o desenvolvimento equilibrado da vida em todas as suas formas (Silva, 1994, p. 6). O conceito e os elementos que integram a noção jurídica de sistema climático, por conseguinte, estão inseridos na noção ampla, e mais abrangente, de meio ambiente no regime jurídico brasileiro.

Ao apartar, em sua primeira referência de parâmetro a ser considerado pelas decisões judiciais, o dever de consideração sobre o impacto do dano na mudança global do clima, o dispositivo da Resolução CNJ n. 433/2021 reforçou, por sua vez, entendimento já consagrado pela doutrina e jurisprudência brasileiras quanto à autonomia da danosidade ao macrobem ambiental (Brasil, 2006) e à consequente autonomia de avaliação de sua afetação nos casos concretos. O

dispositivo reverbera, nesse sentido, o reconhecimento da proteção, convencional, constitucional e legal, ao bem de uso comum do povo, cuja danosidade independe de vinculação a lesões por ventura incidentes a pessoas específicas, sejam jurídicas ou físicas, públicas ou privadas.

Especificamente na linguagem utilizada pelo art. 14 da Resolução CNJ n. 433/2021, deu-se, todavia, o necessário relevo à exigência de mensuração da lesão sofrida pelo sistema climático em si mesmo, invocando-se o dever de sopesamento da repercussão da conduta deletéria na mudança global do clima.

Ressaltou-se, portanto, a fundamental atenção da magistratura para a necessária observação quanto à danosidade climática, como espécie ou dimensão de dano ambiental diretamente decorrente de condutas humanas hábeis a macular a funcionalidade do sistema climático. Essas condutas, descritas pela comunidade científica e acolhidas pelo regime normativo vigente, são as emissões antrópicas de gases de efeito estufa ou perdas de sumidouros, as quais impactam a integridade do sistema climático, cuja proteção como bem jurídico é igualmente reconhecida pela Lei n. 12.187/2009, art. 3.º, inciso I, assim como pela Lei n. 12.651/2012, art. 1.º-A, inciso I), e pela jurisprudência pátria (Brasil 2020d, Brasil 2021g).

As condutas (de pessoas físicas ou jurídicas, públicas ou privadas), à guisa de se exemplificar, que comprometem os estoques de carbono florestais no Brasil, são ações antrópicas que contribuem individualmente para o agravamento do aquecimento do sistema climático. Devem, portanto, ser responsabilizadas na exata dimensão de seus contributos individuais, consoante dispõe o artigo 3.º, inciso III, da Lei n. 12.187/2009.

No teor do art. 14 da Resolução CNJ n. 433/2021, o CNJ ainda demandou de magistradas e magistrados brasileiros a atenção e observação sobre a repercussão deletéria que a danosidade climática direta implica, de modo difuso, povos e comunidades. O dispositivo assentou a consciência de que existe uma externalidade deletéria conecta às emissões e perdas de sumidouros sendo suportada de modo difuso pela coletividade. A danosidade climática, ao afetar o mecanismo de funcionalidade do sistema climático, desencadeia efeitos danosos, sabidamente cumulativos e sinérgicos, os quais impactam – e impactarão cada vez mais – pessoas e suas comunidades de vida.

Por ocasião da audiência pública realizada pelo CNJ em julho de 2023, foram recebidas contribuições teóricas fundamentais sobre a caracterização e especificidades da danosidade climática direta.

Nesse sentido, a pesquisadora Ana Nusdeo, da Universidade de São Paulo, destacou que o dano climático sempre decorre de um dano ambiental, por ela nominado como dano ambiental “de origem” e, por isso, a sua preferência teórica pela consideração do dano climático como uma dimensão do dano ambiental.

A pesquisadora exemplificou esse fato com as ocorrências de desmatamento, em que um lançamento de poluentes na atmosfera ocasiona danos que vão afetar diversos bens (referindo, entre eles, flora, fauna e saúde humana). Nesse contexto, consoante pontuou a especialista, se a conduta resulta no acúmulo de gases de efeito estufa na atmosfera, se fará presente, de modo concomitante, o dano climático.

Sumarizou, por conseguinte, que se há de entender dano climático, então, como dano sempre dependente da ocorrência de dano ambiental de origem, ao passo que nem todo dano ambiental também causará dano climático. Reforçou a pesquisadora, ao assim afirmar, a compreensão fundamental de que o sistema climático é parte integrante da

noção mais ampla de meio ambiente vigente no Brasil e que danos ambientais podem ocorrer mesmo sem repercussão deletéria no sistema climático.

De fato, condutas lesivas ao meio ambiente cultural, por exemplo, embora possam configurar dano ambiental (e até mesmo crime ambiental, como sucede com o delito previsto no art. 65 da Lei n. 9.605/1998), por não serem condutas geradoras de emissões de gases de efeito estufa ou supressoras de sumidouros, não maculam, de modo adverso, a funcionalidade do sistema climático. É considerada fonte emissora, segundo expressa previsão do art. 2.º, inciso IV, da PNMC, o processo ou atividade que libere na atmosfera gás de efeito estufa, aerossol ou precursor de gás de efeito estufa.

O sistema climático, consoante reporta a informação científica sumarizada pelo IPCC, está se aquecendo de modo inequívoco e deletério à sua funcionalidade em razão diretamente das emissões antrópicas de gases de efeito estufa, sendo essa a fonte e força motriz causal, portanto, para o dano nele diretamente observado.¹²

Como segundo pressuposto ainda conceitual, a professora Ana Nusdeo reforçou a necessidade de serem considerados elementos distintos na composição e totalidade de apreciação valorativa, por ocasião das condenações judiciais indenizatórias, do dano climático: 1) primeiramente, o que nominou como “dano climático material” (o próprio acúmulo perceptível sob o ponto de vista físico de carbono na atmosfera, acrescido do prejuízo ao serviço prestado à coletividade na regulação do clima (consoante previsão da Lei n. 14.119/2021); 2) e o que nominou como dano climático “social”, de matriz difusa, que se materializa no comprovado agravamento de riscos climáticos gerados pelo aquecimento no curso do tempo, afetando de modo difuso a coletividade. Como exemplares concretos de tais agravamentos, referiu a proximidade do alcance do ponto de inflexão ou não retorno no bioma amazônico (*tipping point*), bem como maior intensidade, frequência e magnitude dos eventos climáticos extremos.

Segundo reforçou Ana Nusdeo, enquanto as duas primeiras composições são dimensões do dano ambiental material, a terceira se insere na categoria de danosidade social, dentro da perspectiva de que esse dano afeta a fruição de direitos fundamentais ou mesmo de danos morais coletivos. Segundo ela, as duas categoriais parecem viáveis para expressar essa dimensão do agravamento de riscos.

Em sua contribuição escrita entregue aos membros do Grupo de Trabalho por ocasião da audiência pública no CNJ, a pesquisadora sumarizou representativamente a integralidade dos danos ambientais, para então particularizar sobre o dano climático:

Poderíamos representá-los assim:

$I = dma + dmo + dso$

Onde:

I é a integralidade dos danos ambientais.

¹² A influência humana no sistema climático agora é um fato estabelecido: A Quarta Avaliação Relatório (AR4) afirmou em 2007 que “o aquecimento do sistema climático é inequívoco”, e o AR5 afirmou em 2013 que “a influência humana no sistema climático é clara”. Evidência combinada de todo o sistema climático reforça essa constatação. É inequívoco que o aumento de CO₂, metano (CH₄) e óxido nitroso (N₂O) na atmosfera durante a era industrial é o resultado de atividades humanas e que a influência humana é o principal impulsionador de muitas mudanças observadas em toda a atmosfera, oceanos, criosfera e biosfera. (Arias et al., 2021. p. 51).

Enquanto isso, dma, dmo e dso são os danos ambientais materiais, morais e sociais, respectivamente.

A integralidade dos danos ambientais é a soma dos danos ambientais materiais + danos ambientais morais +/- danos sociais.

Os danos ambientais, por sua vez, como incluem os danos climáticos, podem ser representados assim:

Danos ambientais = danos sobre diversos bens ambientais + danos climáticos

Os danos climáticos, especificamente podem ser entendidos como:

$D = ddiv + Dclim$

Onde D são os danos ambientais, ddiv representa os danos ambientais diversos e dclim os danos climáticos.

Dano climático= Danos climáticos materiais + danos climáticos sociais +/- danos climáticos morais. Esses últimos são categorias próximas e por isso, o risco climático agravado pode ser identificado por uma ou outra categoria (ou). Mas, eventualmente, poderão ser identificados separadamente (+).

De fato, como sintetizou a pesquisadora Ana Nusdeo, inclusive identificada a possibilidade de uma mensuração valorativa em apartado, a danosidade social climática difusa não se iguala completamente ao reconhecimento do dano moral coletivo em matéria ambiental, na forma em que já consagrado pela doutrina e jurisprudência brasileiras.

A danosidade climática difusa vai além do sopesamento de ofensa a valores fundamentais da dignidade humana maculados in re ipsa pela ofensa ao macrobem ambiental, à consideração do prejuízo socialmente imposto à coletividade, em avaliação prospectiva de valores que possuem apreciação econômica. Busca-se definir, com essa consideração, o quanto cada tonelada a mais de gases de efeito estufa, justamente por agravar o aquecimento do sistema climático global, esgotando o orçamento de carbono compatível com as metas climáticas demandadas, causará o agravamento da ocorrência, magnitude e severidade dos eventos climáticos extremos.¹³ As emissões de gases de efeito estufa e perdas de sumidouros, portanto, promovem um dano climático material direto, acumulam-se na atmosfera e afetam o serviço de regulação climática, mas promovem, concomitantemente, um dano social difuso porque, sabidamente, agravam as consequências danosas prospectivas ao exacerbarem o aquecimento do sistema climático.

A danosidade moral coletiva em matéria ambiental, por sua vez, consoante recentemente ponderou a Ministra Assusete Magalhães ao relatar o já referido Recurso Especial 1.989.778/MT (Brasil, 2023e), baseia-se na ideia de que a finalidade do instituto é viabilizar a tutela de direitos insuscetíveis de apreciação econômica, cuja violação não se pode deixar sem resposta judicial, ainda quando não produzam desdobramentos de ordem material ou psíquica. O dano moral coletivo surge diretamente da ofensa ao direito ao meio ambiente equilibrado. Em determinadas hipóteses, a jurisprudên-

¹³ Afirmou o Painel Intergovernamental – como fato estabelecido – em agosto de 2021, especificamente no Capítulo 11 do Relatório do Grupo de Trabalho I, que a exacerbção das mudanças climáticas antrópicas é responsável pelo aumento da intensidade, ocorrência e severidade dos eventos climáticos extremos. *It is an established fact that human-induced greenhouse gas emissions have led to an increased frequency and/or intensity of some weather and climate extremes since pre-industrial time, in particular for temperature extremes* (Conselho Nacional de Justiça, 2023, p. 1517).

cia brasileira reconhece que o dano moral decorre da simples violação do bem jurídico tutelado, sendo configurado pela ofensa aos valores da pessoa humana:

O dano moral extrapatrimonial atinge direitos de personalidade do grupo ou coletividade como realidade massificada, que a cada dia reclama mais soluções jurídicas para sua proteção. Isso não importa exigir da coletividade dor, repulsa, indignação tal qual fosse um indivíduo isolado, pois a avaliação que se faz é simplesmente objetiva, e não personalizada, tal qual no manuseio judicial da boa-fé objetiva. Na noção inclui-se tanto o dano moral coletivo indivisível (por ofensa a interesses difusos e coletivos de uma comunidade) como o divisível (por afronta a interesses individuais homogêneos) (Brasil, 2019c).

No contexto de condutas lesivas ao sistema climático, como desmatamentos e incêndios florestais, pormenorizados nas seções seguintes, há condutas que geram emissões de gases de efeito estufa ou perdas de sumidouros, compreendendo-se que a ofensa difusa possui transcendência espacial e temporal, sendo violadora de direito fundamental cuja integridade é de interesse comum e indispensável ao respeito da própria dignidade humana. Há, além da ofensa a direitos de caráter difuso extrapatrimonial (dano moral coletivo), também o agravamento dos riscos de danos patrimoniais, dada a certeza científica de que o aquecimento do sistema climático está tornando os eventos climáticos extremos mais frequentes e intensos.

Aliás, a permanência dos gases de efeito estufa na atmosfera, notadamente o dióxido de carbono, é sabidamente dilatada. Em estudo de 1999, cientistas da American Geophysical Union (Ledley et al. 1999, Latin 2014) concluíam que uma fração substancial do excesso antrópico de CO₂ emitido permanece na atmosfera por décadas a séculos e que cerca de 15-30% do total de dióxido de carbono emitido permanecerá na atmosfera por milhares de anos. Pesquisas climatológicas posteriores pontuaram que a extensão da persistência de CO₂ fora subestimada em estudos prévios e que os efeitos da permanência do dióxido de carbono na atmosfera costumam durar milhares de anos (Archer; Brovkin 2008, Archer et al. 2009), em vez de séculos (Solomon 2009, Inman 2008).

A definição, portanto, de parâmetros aplicáveis ao contexto das condenações em ações judiciais no Brasil, as quais considerem o dano climático difuso em conjunção ao dano material climático, precisarão invariavelmente dimensionar, além do espectro da danosidade moral coletiva, o dano difuso como majoração dos prejuízos que o aquecimento do sistema imporá à sociedade. É dessa maneira que a externalidade negativa da ação poluidora se incorpora de modo efetivo ao sopesamento da condenação respectiva, cumprindo-se igualmente com o princípio do poluidor-pagador.

Essa avaliação demanda de juízas e juizes brasileiros, contudo, o sopesamento consciente de que os efeitos deletérios decorrentes do agravamento do aquecimento do sistema climático não impactam de modo equânime todas as pessoas e seus respectivos contextos sociais. Ao revés, conforme reporta o Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC), o aquecimento do sistema climático sabidamente atinge de modo desproporcional grupos já previamente vulnerabilizados em razão de outros fatores (Pörtner et al., 2021).

Por conseguinte, a conformação final de condenações para cumprimento do art. 14 da Resolução CNJ n. 433/2021, nos exemplares de condutas detalhadas a seguir, evidentemente deve agregar o elemento material apurado a partir das emissões ou perdas de sumidouros e serviço de regulação afetado (parcelas do dano climático material), mas considerar,

na definição de valor para cada unidade de emissão respectiva, o real custo danoso que essas emissões ou perdas de sumidouros imporão à coletividade ao longo do tempo. Deve-se buscar fixar uma definição de valor para a unidade de emissão capaz de refletir o agregado do dano representado ao sistema climático em si mesmo considerado (sua funcionalidade como processo ecológico essencial) acrescido do dano social difuso (ou socioclimático) que será suportado doravante, justamente pelo agravamento e das mudanças climáticas e que não se limita ao dano moral coletivo (extrapatrimonial), pois igualmente possui perspectiva patrimonial difusa (comprovado agravamento dos riscos climáticos).

Como se observa no item dedicado à metodologia de precificação deste protocolo, esta é justamente a intenção de regimes normativos que determinaram o custo social por unidade de carbono em suas jurisdições: estimarem monetariamente o custo danoso imposto socialmente em cada tonelada de carbono (e dos demais gases convertidos em carbono equivalente) emitida à atmosfera. A modelagem a ser utilizada para estimar esse custo por unidade de emissão, todavia, pode selecionar a danosidade prospectiva de cada emissão em perspectiva global, mas igualmente pode dimensionar a danosidade em âmbito nacional, para então definir o valor por unidade de emissão representativo da repercussão deletéria difusa.

Não obstante, como adiante se detalha, ainda não há um referencial oficial no Brasil (definido por autoridade do Executivo ou do Legislativo) do valor por unidade de emissão que se considera como representando o custo social do carbono no país. Não é possível, de momento, sequer observar qual foi a modelagem enfocada pelo parâmetro brasileiro. Esse valor, caso futuramente exista, poderia agregar, em sua representatividade monetária, as dimensões que integram o dano climático e que estão expressas pelo conteúdo do art. 14 da Resolução CNJ n. 433/2021.

Sobre a relevância de definição dessa valoração pela unidade de emissão respeitar, todavia, as particularidades das comunidades que vivem no Brasil e nos biomas brasileiros e que sofrem de modo desigual os efeitos adversos do agravamento do aquecimento em curso, no âmbito da audiência pública, a manifestação do pesquisador da USP Gabriel Mantelli reforçou que seria fundamental não se perder de vista a centralidade na coletividade das vítimas, das pessoas envolvidas com os impactos adversos das mudanças climáticas no país. O pesquisador salientou ser preciso incorporar a noção de justiça climática para possíveis modulações na apreciação das respostas que podem ser dadas pelo sistema de justiça em demandas de responsabilização por danos.

Mantelli ratificou que o CNJ tem a oportunidade de definir tabelas anualmente atualizadas com valores de referência para a quantificação do dano climático em sua dupla dimensionalidade (material e social difusa) com o apoio da sociedade civil e da academia. Sugeriu a criação de um fórum permanente com participação social e recomendou que o CNJ fomente novos estudos focados na realidade brasileira para que o custo do carbono no Brasil (referencial a ser buscado) reflita aspectos sociais e territoriais dos biomas brasileiros, com a participação da população que ocupa esses territórios (Conectas Direitos Humanos 2023, Belmont 2023). Reforçou o fundamental desenvolvimento de diálogo entre os sistemas de reparação em juízo e regulação do preço de carbono, uma vez que se deve englobar os direitos culturais, espirituais e sociais de populações cada vez mais vulnerabilizadas. Ponderou que as particularidades dos biomas brasileiros são relevantes não apenas na definição do dano climático de modo direto (dano derivado das emissões de gases de efeito estufa, acúmulo na atmosfera e prejuízo ao serviço de regulação climática), mas que igualmente as particularidades das populações que habitam os diferentes biomas brasileiros sejam consideradas no valor ao final definido como indenizatório pelas condenações, na consideração e inclusão do dano socioclimático difuso.

De fato, e como se reforça na seção sobre a metodologia de precificação indicada pelo protocolo, a valoração dos parâmetros expressos pelo art. 14 poderia subsidiar-se da definição do custo social do carbono pelo Brasil. O Grupo de Trabalho entende salutar, nesse sentido, que o CNJ esteja a serviço da sociedade brasileira para colaborar com a interlocução interinstitucional que se faça necessária para viabilizar essa definição, de modo a se dispor de valor referencial brasileiro por unidade de emissão a ser recomendado, inclusive, como base de aplicação nas condenações ambientais envolvendo o dano climático. A medida contribuiria, entre outros, para a eliminação de arbitramentos díspares, esforço a ser sempre buscado pelo Poder Judiciário.

A momentânea ausência dessa definição por órgão oficial, por evidente, não obsta que o dispositivo seja utilizado, até mesmo porque há um dever imposto a juízas e juízes de reconhecerem este impacto em suas condenações. Por conseguinte, como se detalha na seção própria deste documento, inclusive considerando que o recorte específico das diretrizes estar restrito, pelas razões que se detalha, às condutas atentatórias à flora (de desmatamento e de incêndio florestal), a indicação posta é pela aplicação do referencial valorativo para a tonelada de carbono (ou carbono equivalente) expresso na conclusão sobre o item precificação, sem prejuízo de acréscimo, definido pelo juízo no caso concreto, quanto ao valor representativo da repercussão deletéria difusa.

Distinção entre o dano climático direto e os danos climáticos indiretos ou perdas e danos associados às mudanças climáticas

A par disso, o conteúdo do art. 14 da Resolução CNJ n. 433/2021, importa observar, aplica-se sem prejuízo de que, no exame de casos concretos submetidos à apreciação judicial, sejam pleiteados danos individuais, reflexos ou indiretos experimentados por pessoas ou comunidades em específico e que possam ser sopesados de modo individual em juízo. E isso devido ao fato de que é cediço que o dano ao macrobem ambiental, no qual se inclui o dano ao sistema climático, pode indiretamente lesar outros bens jurídicos individualizáveis.

A própria expressão do gênero amplo do dano ambiental, como outrora já advertira o ministro Herman Benjamin (Benjamin, 1998, p. 48-49), “[...] serve tanto para designar lesões e alterações nocivas ao meio, como os efeitos que tais alterações podem provocar na saúde das pessoas em seus bens e interesses”.

Reconhece-se um dano diretamente afeto ao sistema climático como análise de funcionalidade de seus elementos naturais, sua capacidade de resposta ao acumulado das perturbações antrópicas recebidas, e o abalo correspondente à coletividade, como totalidade considerada e destinatária do interesse normativo de manutenção de um padrão de funcionamento do sistema que seja compatível com a vida humana, atual e futura. Concomitantemente, a par desse dano único, verdadeiramente de dimensão global (dano que impacta a mudança global do clima, conforme art. 14), existem muitas outras modalidades de danos que afetam outros bens jurídicos (vida, saúde, patrimônio etc.) e que, indiretamente, guardam maior ou menor relação causal com o incremento das mudanças climáticas antropogênicas. Esses danos devem ser compreendidos como danos climáticos indiretos ou perdas e danos associadas às mudanças climáticas (Rosa, 2023).

O regime jurídico internacional e nacional sobre mudanças climáticas já vigente reconhece amplo e variado espectro de danos (individuais ou coletivos) que indiretamente se relacionam com a afetação do sistema climático, mas que possuem outros bens jurídicos como intento protetivo.

A Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre mudanças climáticas, ao arrolar em suas definições o que seriam “efeitos deletérios da mudança do clima”, além dos efeitos diretamente incidentes sobre os componentes do sistema climático e sua funcionalidade intrínseca, igualmente consignou que efeitos prejudiciais podem incidir diretamente sobre outros bens jurídicos mercedores de tutela própria, elencando a norma fundacional de modo expresso o bem-estar humano e os sistemas socioeconômicos.

A Lei n. 12.187/2009 – a Política Nacional sobre Mudança do Clima no Brasil –, igualmente em suas definições, consignou que seriam efeitos deletérios da mudança do clima tanto os efeitos observáveis nos ecossistemas naturais e manejados (base ao dano climático direto), quanto os efeitos no bem-estar humano e em sistemas socioeconômicos (bases aos danos indiretos).

Reconhece-se, então, desde a origem do regime jurídico sobre mudanças climáticas, internalizado na legislação pátria, que há miríade ampla de efeitos deletérios individuais que poderia ocorrer em razão da exacerbação do fenômeno de causa antrópica em curso, afetando-se bens jurídicos para além da funcionalidade e da estabilidade do sistema climático em si mesma considerada.

Portanto, no contexto de agravamento das mudanças climáticas, tampouco a responsabilização pelo dano ao sistema climático, cujo dever de apreciação é trazido pelo art. 14 da Resolução CNJ n. 433/2021, impede que postulações individuais sejam formuladas em juízo face a danos indiretos individualizáveis experimentados concretamente em razão da exacerbação das consequências deletérias que o aquecimento do sistema climático desencadeia. Esses danos individuais poderão ser decorrentes tanto de efeitos de progressão lenta em componentes do sistema climático (como o avanço gradual do nível dos oceanos, os derretimentos de geleiras, entre outros), quanto de danos individuais ou coletivos decorrentes da sobrevinda, em concreto, de eventos climáticos extremos (ondas de calor, ciclones, inundações, entre outros) (Doell; Seck 2021, Bounwer et al. 2019).

Limites das diretrizes de mensuração no segundo escopo: condutas atentatórias à flora dos biomas brasileiros

O protocolo não desconsidera que quaisquer condutas humanas (omissivas ou comissivas) que impliquem emissões de gases de efeito estufa ou supressões de sumidouros possam vir a ensejar o manejo e a aplicação do art. 14 da Resolução CNJ n. 433/2021.

Conforme conceitua o próprio IPCC no glossário do Relatório do Grupo de Trabalho I do AR6, publicado em agosto de 2021, são várias as atividades humanas que ocasionam emissões de gases de efeito estufa, e elas incluem queima de combustíveis fósseis, desmatamento, uso e mudanças no uso da terra, bem como produção pecuária, fertilização, gestão de resíduos e processos industriais.

Portanto, magistradas e magistrados devem observar, no exame do caso concreto, se essas atividades humanas emissoras, acaso questionadas em juízo, estão amparadas em permissivos (legais ou administrativos) para ocorrerem, sendo consideradas emissões autorizadas. Todas as condutas que geram emissões indicadas nas ações ambientais como não

autorizadas, excedentes, ou imbuídas de quaisquer elementos de ilicitude, poderão evidentemente se verem sopesadas nas condenações em matéria ambiental, cumprindo-se com o comando inserto no art. 14 da Resolução CNJ n. 433/2021.

Neste momento, a entrega de parâmetros para mensuração do impacto do dano na mudança global do clima permite a indicação de balizas diretivas e aplicáveis nacionalmente para todos os biomas brasileiros, que dizem respeito ao recorte de condutas atentatórias à flora (com exemplos de passo a passo para as ações de desmatamento e de incêndio florestal), sejam elas a base para ações cíveis ou criminais ambientais.

Este Grupo de Trabalho reforça que o objeto específico da audiência pública realizada em julho de 2023 pelo CNJ foi delimitado pela compilação de dados técnicos relacionados às infrações à flora, além das questões relacionadas ao uso de ferramentas de sensoriamento remoto já contempladas pelo protocolo de julgamento em seu primeiro escopo, publicado em setembro de 2023.

Assim, constou no edital de convocação da aludida audiência:

2. DO OBJETO 2.1 O objeto da audiência pública será o registro de manifestações que possam contribuir com esclarecimentos técnicos e jurídicos, metodologias, indicadores e boas práticas para a fixação e quantificação dos danos ambientais. Os interessados deverão se manifestar, prioritariamente, sobre os seguintes pontos: a) possibilidade do uso de ferramentas de geoprocessamento em auxílio à quantificação de dano ambiental; b) levantamento de indicadores, métricas e parâmetros (nacionais ou internacionais) para quantificação do dano ambiental que altera a condição de flora existente; e c) uso potencial de métricas baseadas em emissões de gases de efeito estufa ou supressão de sumidouros por hectare afetado pela conduta lesiva, a exemplo da utilização de instrumentos do mercado voluntário de carbono e sua adequação à realidade brasileira.

Para as condutas atentatórias à flora, por conseguinte, a partir das contribuições recebidas no âmbito da audiência pública, bem como pelos elementos técnicos compilados no desenvolvimento das atividades do Grupo de Trabalho, é possível desde logo traçarem-se orientações diretivas à atuação da magistratura no que respeita à aplicação do artigo 14 da Resolução CNJ n. 433/2021, em particular para os casos concretos que versem sobre perda da cobertura vegetal, seja em razão de desmatamento, seja como resultado de incêndio.

Essas diretrizes, doravante pormenorizadas, receberam a adesão e consenso entre os integrantes do Grupo de Trabalho interinstitucional, bem assim entre seus membros colaboradores. A anuência interinstitucional é um passo e avanço importante na consolidação de balizas que norteiam a atuação jurisdicional sobre essas ocorrências, sinalizando o reconhecimento quanto às diretrizes entabuladas, minimizando-se, tanto quanto possível, a sobrevivência de questionamentos em juízo quanto a elas.

Nunca se deve deixar de ter presente que a maior parcela das emissões antrópicas de gases de efeito estufa no Brasil deriva justamente de ações deletérias à flora¹⁴ e que parcela significativa dessas emissões guarda relação com atividades em que está presente algum elemento de irregularidade ou de ilicitude. Consoante o Relatório Anual do Desmatamento no Brasil (RAD) 2022¹⁵ apontou, foram validados e publicados pelo MapBiomas Alerta mais de 76 mil alertas de desmatamento no período avaliado. Desse total, foram encontrados indícios de irregularidades/ilegalidades em mais de 98% dos alertas emitidos.

Logo, perfilar diretrizes que contribuam para a incidência concreta do art. 14 em ocorrências deletérias à flora certamente contribui para a melhoria contínua da atuação finalística do Poder Judiciário, que reconhece o enfrentamento às mudanças climáticas antropogênicas como prioridade absoluta a ser endereçada também pelas decisões judiciais. A continuidade dos trabalhos do CNJ vocacionados à implementação da Resolução CNJ n. 433/2021, por evidente, pode impulsionar novas audiências públicas, consultas e pesquisas, de modo que parâmetros sobre outras modalidades de condutas deletérias, com impacto na mudança global do clima, possam futuramente ser estabelecidos em acréscimo ao teor deste documento.

Incidência do conteúdo do art. 14: aplicação em casos concretos que envolvem condutas deletérias à flora dos biomas brasileiros

Nos casos doravante particularizados, de supressão de vegetação (pelo desmatamento ou em razão de incêndio), ocorre a destruição de sumidouros de gases de efeito estufa, com a perda da oportunidade de mitigação dos efeitos adversos das mudanças climáticas, ao mesmo tempo em que o estoque de carbono armazenado no solo e na vegetação é liberado na atmosfera. É dizer, ao mesmo tempo em que a qualidade do ar é alterada pela liberação de substâncias poluentes, emitem-se gases que intensificam o aquecimento do sistema climático (intensificam o dano climático). Intervenções antrópicas como desmatamentos e incêndios representam perda de biomassa nos biomas brasileiros, que derivam da própria supressão da vegetação e da queima, interferindo danosamente nos estoques de carbono contidos na vegetação e no solo das áreas atingidas pelas condutas.

A caracterização do dano ao sistema climático, por conseguinte, deriva da destruição da biomassa que representava o estoque de carbono, destruição dos recursos ecossistêmicos que capturavam as emissões e auxiliavam na regulação climática e, nas ocorrências de incêndios, pela liberação de emissões em razão da própria queima.

A destruição da vegetação nativa, além do dano à flora e aos demais serviços ecossistêmicos associados à vegetação, causa um dano interino ou definitivo, a depender do fato de ser ou não implementado um projeto de recuperação da área, consistente na impossibilidade de a vegetação capturar os gases de efeito estufa e, dessa forma, prestar o serviço

14 Em 22 de março de 2023, foi divulgado o Relatório do Sistema de Estimativas de Emissões de Gases de Efeito Estufa (SEEG) que analisou os números das emissões brasileiras no período de 1970 a 2021 e as implicações para as metas climáticas assumidas pelo Brasil perante a UNFCCC. O documento foi produzido pelo Observatório do Clima com a contribuição do Instituto de Pesquisa Ambiental da Amazônia (Ipam) e outras entidades parceiras. O relatório reporta que o Brasil emitiu 2,4 bilhões de toneladas brutas de gases de efeito estufa em 2021, um aumento de 12,5% em relação a 2020, quando o país havia emitido 2,1 bilhões de toneladas. As mudanças do uso da terra responderam pela maior parte das emissões brutas brasileiras em 2021: 1,18 bilhão de toneladas de CO₂ equivalente, representando 49% do total nacional naquele ano. Íntegra do Relatório SEEG pode ser consultada em: <https://ipam.org.br/relatorio-revela-a-maior-emissao-em-quase-duas-decadas/>. Acesso em: 25 nov. 2023.

15 Íntegra do Relatório Anual do Desmatamento (RAD) 2022 publicado pelo MapBiomas pode ser consultada em: <https://alerta.mapbiomas.org/relatorio>. Acesso em: 3 set. 2023. A informação quanto ao percentual de irregularidades consta nas Considerações Finais do Relatório, p. 104.

ecossistêmico de regulação climática. Esse dano interino, também conceituado como lucro cessante ambiental, corresponde ao período durante o qual o ecossistema e a população ficaram e ainda permanecerão privados de fruir plenamente de serviços ecossistêmicos que eram prestados antes da produção do dano.

A jurisprudência do Superior Tribunal de Justiça é firme no sentido de reconhecer as múltiplas dimensões do dano ambiental, cumulando-se os pedidos de reparação in situ com compensação pelo “período em que foram desrespeitadas as normas ambientais” (Brasil, 2020e), até o reestabelecimento da fruição do bem de uso comum antes de sua deterioração, e com a indenização, para reparação integral do dano, e pelo lucro obtido ilicitamente. Dentre os precedentes paradigmáticos na esfera cível, merece referência caso julgado em 2012, relatado pelo Min. Herman Benjamin (Brasil, 2012b), no qual se sumariza que a responsabilidade civil em matéria ambiental deve ser compreendida o mais amplamente possível, de modo que a condenação a recuperar a área prejudicada não exclua o dever de indenizar (em juízo retrospectivo e prospectivo) (Brasil, 2012b).

Portanto, se não ocorrer a restauração natural nos casos de supressão ou queima de vegetação nativa, o dano ao serviço ecossistêmico de regulação do clima será irreversível, pois o então sumidouro de gases de efeito estufa terá sido definitivamente perdido. Além disso, cumpre ponderar que, mesmo quando há implantação de um projeto de restauração da área, remanesce a possibilidade de um dano residual pela impossibilidade de a área em recuperação cumprir exatamente com os serviços ecossistêmicos que eram desempenhados antes da produção do dano.

O princípio da reparação integral do dano demanda que sejam efetuados esforços para a restauração/recuperação da área degradada como a primeira opção que se apresenta no sistema jurídico, cumulativamente com a compensação ecológica pelos danos não suscetíveis de reparação in situ e com a indenização pelas parcelas irreversíveis do dano (danos residuais e interinos) e pelo dano moral coletivo (dano extrapatrimonial).

A compensação ecológica, conforme leciona Sendim, consiste na substituição da recuperação ou restauração natural de uma área degradada por outra medida funcionalmente equivalente, “de modo que o patrimônio natural no seu todo permaneça quantitativa e qualitativamente inalterado” (Sendim, 1998, p. 187). Para Freitas (2009), a compensação ecológica é uma forma de assegurar a tutela específica do dano ambiental. Assevera que a expressão “resultado prático equivalente”, presente no art. 84 do Código de Defesa do Consumidor, enquadra-se na noção de tutela específica, contrapondo-se à tutela genérica que é a conversão em perdas e danos (Freitas, 2009, p. 171). A compensação ecológica possui, portanto, precedência em relação à opção pela indenização pecuniária.

Por fim, a indenização consiste no pagamento em pecúnia pelos danos ambientais considerados irreversíveis (total ou parcialmente) e insuscetíveis de serem compensados na forma específica¹⁶ e pelo dano moral coletivo, já referido.

Na espécie climática do dano ambiental decorrente de desmatamento ou incêndio, a ser avaliada pela decisão judicial, nos termos do art. 14 da Resolução CNJ n. 433/2021, é importante explicitar o conceito de funções ou serviços

¹⁶ A possibilidade expressa de cumulação de pedidos de imposição de obrigações de fazer, não fazer e de indenização por danos irreversíveis, em ação civil pública, foi afirmada pelo Ministro Teori Zavaski (Brasil, 2005).

¹⁷ Sobre a compensação ecológica na responsabilidade civil, ver Freitas (2009).

ecossistêmicos, tendo em vista que a vegetação e o solo desempenham importante função de regulação do clima, ao capturar e estocar gases de efeito estufa.

Os serviços ecossistêmicos são uma expressão do valor ecológico do meio ambiente e podem ser atingidos pelas diversas formas de poluição e de degradação. São definidos pelo art. 2.º, inciso II, da Lei n. 14.119/2021, que instituiu a Política Nacional de Pagamento por Serviços Ambientais, como “os benefícios relevantes para a sociedade gerados pelos ecossistemas, em termos de manutenção, recuperação ou melhoria das condições ambientais” (conforme glossário).

Um desmatamento, por exemplo, pode implicar perda ou diminuição de benefícios ecossistêmicos associados à prestação de serviços de provisão (redução dos níveis de produtos e subprodutos florestais), de suporte (prejuízos à ciclagem de nutrientes, redução de abrigo para fauna, eliminação da dispersão de frutos e sementes etc.) e de regulação (redução de sumidouros de gases do efeito estufa, alteração do balanço de energia na Terra.), sem prejuízo de também configurar, a depender do caso concreto, lesão a serviços culturais (como no caso de desmatamentos em locais sagrados para populações indígenas).

O art. 14 da Resolução CNJ n. 433/2021, ao demandar, por conseguinte, que magistradas e magistrados considerem, nas condenações por danos ambientais, impactos desses danos na mudança climática global, assentou o fato de que a conduta danosa deve ser apreciada em todas as suas repercussões, buscando-se, em homenagem à reparação integral, a reconstituição do estado original do meio ambiente em todos os seus componentes.

No caso de ilícitos contra a flora, isso significa que, além do impacto da conduta danosa sobre a cobertura vegetal propriamente dita (o dano ambiental de origem, conforme nomenclatura utilizada pela professora Ana Nusdeo na audiência pública), deverão ser consideradas as emissões de gases de efeito estufa derivadas do comportamento danoso e a repercussão difusa social que elas representam.

A reparação do dano ambiental de origem (por exemplo, a flora lesada) deve priorizar a reparação in natura (recomposição da flora, da cobertura vegetal). O dever de reparação, contudo, conforme reforçado pela professora Ana Nusdeo, assim como pela professora Danielle Moreira, no âmbito da audiência pública, vai incluir a reparação da danosidade climática, no sentido de que a recomposição da flora tende a promover futura absorção do carbono. Essa absorção, contudo, é reconhecida pelos expertos como muito provavelmente não alcançando a absorção integral, deixando latente um problema de lapso temporal da recomposição, justificando-se a inclusão da reparação do dano climático.

Dado o contexto relevante de que quaisquer emissões se somam e agravam o aquecimento em curso, quaisquer condutas danosas à flora, ao implicar emissões, acarretam afetação ao sistema climático, cabendo às magistradas e aos magistrados avaliarem em que medida a conduta infratora agregou em emissões ou perdas de sumidouros e, a partir disso, estipular o conteúdo dos deveres reparatórios climáticos.

No âmbito climático, a existência de emissões indevidas deveria, idealmente, ser solucionada mediante a recaptura do carbono emitido irregularmente, por meio da reconstituição de sumidouros. Não obstante, essa reconstituição ainda não se mostra cientificamente viável e tampouco efetiva: a captura de carbono por meio de reflorestamento, por exemplo, sabidamente não iguala as emissões advindas do desmatamento ou incêndio iniciais. Por essa razão, é inevitável, no estágio científico atual, que o Poder Judiciário se volte ao manuseio e fomento de metodologias que permitam a reparação do componente climático do dano à flora por meio de mecanismos alternativos de compensação, expressos monetariamente.

Esses mecanismos valoram a reparação in natura, substituindo-a, mas também abarcam os danos interinos e residuais associados especificamente às emissões. Em nenhuma hipótese, contudo, esses mecanismos substituem a obrigação de recuperação in natura das áreas desmatadas e incendiadas, que subsiste por força da necessária recomposição, na medida do possível, da biodiversidade e da higidez ecológica da área afetada.

Destaca-se que os dados científicos colhidos na consulta e audiência pública confirmam a inviabilidade científica de recaptura de carbono em dimensão equivalente àquela emitida em função de danos à flora. Isso explica por que razão os mecanismos alternativos de compensação devem, ao fim e ao cabo, ser expressos monetariamente.

Nesse contexto, caberá às magistradas e aos magistrados somar as obrigações de recomposição da área, mediante reflorestamento ou enriquecimento florestal, e de reparação de dano climático por emissões, calculados a partir da quantidade de toneladas equivalentes de gás carbônico lançadas na atmosfera terrestre em razão das condutas apreciadas.

A agregação da danosidade climática dos danos à flora ao procedimento de identificação e valoração de danos ambientais é especialmente relevante nas hipóteses em que a intervenção perpetrada sobre a cobertura vegetal é absolutamente ilícita. Esse é o caso, por exemplo, de desmatamentos ou incêndios dentro de unidades de conservação, terras indígenas, projetos de assentamento ambientalmente diferenciados ou outras áreas protegidas. Tais condutas, não autorizadas e não autorizáveis, classificam as emissões delas decorrentes como integralmente ilícitas: trata-se de emissões que jamais deveriam ou poderiam ter ocorrido, se observado o quadro normativo brasileiro. Logo, tornam-se devidos a recaptura e, na sua impossibilidade científica no momento, a aplicação de mecanismos alternativos de compensação, expressos monetariamente.

Esses mesmos mecanismos aplicam-se nos casos em que, embora não autorizadas, as intervenções sobre a flora seriam autorizáveis. É o caso de desmatamentos perpetrados em parcelas nas quais o uso alternativo do solo seria, em tese, permitido, tivesse havido regular e prévio procedimento administrativo visando à devida autorização. Nessa hipótese, não há emissões absolutamente ilícitas, porquanto essas emissões poderiam, eventualmente, ser amparadas por um ato administrativo hígido, tivesse o procedimento legal sido observado. Não obstante, remanesce um grau de ilicitude, podendo-se considerar, por exemplo, que o interventor age em abuso de direito ao omitir-se em seguir o devido processo administrativo, prevendo as medidas mitigatórias e compensatórias pertinentes, antes de proceder com as emissões. As magistradas e os magistrados, em tais hipóteses, devem valorar o impacto do adiantamento temporal das emissões – e sua maior permanência na atmosfera, bem como a ausência de medidas mitigatórias e compensatórias – para definir os mecanismos alternativos de compensação, expressos monetariamente, conforme diretrizes deste protocolo.

Revisão sobre abordagens para indenização pecuniária pelo dano climático

Neste item, o protocolo sumariza as abordagens a respeito das metodologias para quantificação do dano climático resultante de condutas atentatórias à flora, definindo a diretriz de quantificação a ser utilizada pelas magistradas e pelos magistrados.

De modo geral, o valor, no âmbito da Economia do Ambiente, corresponde ao valor monetário de determinado bem em relação a outros bens e serviços disponíveis no mercado e expressa a disposição do consumidor em pagar por esse

bem/serviço (DAP), que lhe proporcionará bem-estar, ou de receber, caso se veja privado de sua fruição (Motta, 2006). Nessa perspectiva, cada valor associado ao meio ambiente influenciará em seu preço.

Sob a perspectiva da Economia do Ambiente, o valor dos serviços ou recursos ambientais, denominado Valor Econômico dos Recursos Ambientais (VERA) ou Valor Econômico Total (VET)¹⁸, é subdividido em duas categorias: Valores de Uso (VU), em que há sempre uma atividade econômica associada; e Valores de Não Uso (VNU), que são atributos de consumo associados à própria existência do recurso ambiental.

Por sua vez, o Valor de Uso (VU) é um valor relacionado ao uso atual ou ao uso futuro de determinado habitat por indivíduos e pode ser subdividido em Valor de Uso Direto (VUD) e Valor de Uso Indireto (VUI).

Os valores de uso direto são derivados do uso real de um recurso natural, seja de forma consumível ou não consumível (por exemplo, madeira em florestas, recreação, pesca); ao passo que os valores de uso indireto se referem aos benefícios derivados das funções ecossistêmicas (por exemplo, proteção de bacias hidrográficas ou sequestro de carbono por florestas).

Nos termos da Avaliação Ecosistêmica do Milênio,¹⁹ função do ecossistema é “uma característica intrínseca do ecossistema relacionada ao conjunto de condições e processos pelos quais um ecossistema mantém sua integridade (como produtividade primária, cadeia alimentar, ciclos biogeoquímicos)”. Essas funções incluem processos como, por exemplo, decomposição, produção, ciclagem de nutrientes e fluxos de nutrientes e energia. Essas funções não necessariamente estão ligadas ao bem-estar humano. Já os serviços que, direta ou indiretamente, contribuem para o bem-estar humano são denominados serviços ecossistêmicos (Altman, 2019, p. 46).

Conforme tal definição, o dano climático associado a um desmatamento ou incêndio atinge os serviços ecossistêmicos de regulação que eram prestados pela vegetação, como sumidouros de gases de efeito estufa.

A dimensão temporal (uso no presente e uso no futuro) é incorporada na fórmula VERA com o componente Valor de Opção (VO), que contempla os VUD e VUI ao longo dos anos.

Outro componente do VERA, muito importante em valoração de elementos da diversidade biológica, é o Valor de Quase Opção (VQO), que contempla as incertezas relacionadas a novos VUD e VUI que podem ser descobertos pelo avanço do conhecimento científico em relação a bens e serviços ecossistêmicos. Por fim, o Valor de Não Uso (ou valor passivo) representa o valor de existência, ou de legado, que está dissociado do uso e se deriva de uma posição moral, cultural, ética ou altruística em relação aos direitos de existência de espécies não humanas ou preservação de outras riquezas naturais, mesmo que elas não representem uso atual ou futuro para o indivíduo²⁰.

18 Também se encontra na bibliografia o termo “Valor Econômico Total – VET”. Ver por todos: Faucheux; Noël (1995, p. 256).

19 A Avaliação Ecosistêmica do Milênio é um amplo conjunto de pesquisas produzido com o apoio da Organização das Nações Unidas, elaborado no período entre 2001 e 2005, que teve por objetivo avaliar as consequências das mudanças nos ecossistemas sobre o bem-estar humano e estabelecer uma base científica que fundamentasse as ações necessárias para assegurar a conservação e o uso sustentável desses ecossistemas. Disponível em: <https://www.millenniumassessment.org/documents/document.446.aspx.pdf>. Acesso em: 15 nov. 2023.

20 Valor de não uso pode representar também o desejo do indivíduo de manter certos recursos ambientais para que seus herdeiros, isto é, gerações futuras, deles usufruam direta e indiretamente. Uma expressão simples desse valor é a grande atração da opinião pública pelo salvamento de baleias, ou sua preservação, em regiões remotas do planeta, que a maioria das pessoas nunca visitará ou terá qualquer benefício de uso.

Como resultado, o valor do VERA ou VET corresponde à soma dessas parcelas de valores, isto é, VU + VNU. Ou, de forma desagregada, na soma de:

$$\text{VERA} = (\text{VUD} + \text{VUI} + \text{VO} + \text{VQO}) + \text{VE}$$

Onde:

- Valor de Uso Direto (VUD): valor que os indivíduos atribuem a um recurso ambiental pelo fato de que dele se utilizam diretamente, por exemplo, na forma de extração, de visitação ou outra atividade de produção ou consumo direto.
- Valor de Uso Indireto (VUI): valor que os indivíduos atribuem a um recurso ambiental quando o benefício do seu uso deriva de funções ecossistêmicas, como, por exemplo, a contenção de erosão e reprodução de espécies marinhas pela conservação de florestas de mangue e a regulação do clima.
- Valor de Opção (VO): valor que o indivíduo atribui em preservar recursos que podem estar ameaçados, para usos direto e indireto no futuro próximo. Por exemplo, o benefício advindo de terapias genéticas com base em propriedades de genes ainda não descobertos de plantas tropicais.
- Valor de Quase Opção (VQO): valor associado às incertezas relacionadas a novos VUD e VUI que podem ser descobertos pelo avanço do conhecimento científico em relação a bens e serviços ecossistêmicos.
- Valor de Não Uso ou Valor de Existência (VE): valor que está dissociado do uso (embora represente consumo ambiental) e deriva de uma posição moral, cultural, ética ou altruística em relação aos direitos de existência de outras espécies que não a humana ou de outras riquezas naturais, embora elas não representem uso atual ou futuro para ninguém. Um exemplo claro desse valor é a grande mobilização da opinião pública para salvamento dos ursos pandas ou das baleias, mesmo em regiões em que a maioria das pessoas nunca poderá estar ou fazer qualquer uso de sua existência (Motta, 2006, p. 12).

Os métodos de valoração econômica dos recursos ambientais buscam incorporar conceitos e procedimentos para coletar, organizar e analisar dados que permitam contemplar consequências tangíveis e/ou intangíveis derivadas de um dano ao meio ambiente. Em termos ideais, esses métodos permitem a estimativa dos componentes do VERA de uma alteração inclusive no patrimônio ambiental/histórico-cultural, motivo pelo qual, em determinado caso concreto, deverão ser combinados diferentes métodos no intuito de capturar as diversas facetas de um dano, que pode se revelar pluriofensivo a vários bens jurídicos (fauna, flora, água etc.).

Os métodos construídos com amparo nesse referencial teórico não apuram o valor do dano ambiental propriamente dito, mas apenas os valores econômicos (os preços) associados a atributos dos bens ambientais e aos serviços que eles prestavam antes da ocorrência do dano e que interferem na maximização do bem-estar humano, assim como os custos associados à hipotética restauração até o padrão normativamente estabelecido, ou os custos de providências técnicas que teriam impedido o dano por meio da internalização das externalidades ambientais negativas.

Abordagens do custo de restauração/reposição prevista na NBR 14653-6 da ABNT

No Brasil, não há legislação que trate de critérios para a valoração econômica de danos ambientais materiais, de modo que a prática judiciária, por muitos anos, foi o arbitramento de valores indenizatórios para danos ambientais considerados irreversíveis consoante parâmetros relacionados à gravidade do fato, à reversibilidade ou não de suas consequências e à condição econômica do infrator. No entanto, a apropriação de conhecimentos oriundos da Economia do Ambiente e da Ecologia pelos operadores jurídicos dedicados ao estudo da responsabilidade civil ambiental trouxe a consciência de que há alternativas tecnicamente mais adequadas para a valoração de danos ambientais, na medida em que a degradação e a poluição alteravam o valor de mercado dos recursos naturais e de uma série de atividades econômicas e sociais que dependiam de tais recursos para sua manutenção. O uso de métodos de base econômica, em substituição ao arbitramento judicial, permitiria valores indenizatórios mais homogêneos e generalizáveis para uma série de casos de danos ambientais similares, com o que se poderiam criar fatores dissuasórios importantes no contexto da responsabilização civil, concretizando-se igualmente o princípio do poluidor-pagador.

Nesse contexto, passaram a ser desenvolvidos estudos jurídicos buscando identificar diretrizes para a valoração de danos ambientais a partir de metodologias já testadas e validadas para a valoração de recursos naturais, oriundas do campo da Economia do Ambiente,²¹ que foram adotadas pela NBR 14653-6, da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), cujo objeto é a avaliação de recursos naturais. Uma síntese desses métodos, com exemplos de sua aplicação prática para diversos tipos de danos ambientais, consta do amplo estudo elaborado em 2021 pela Comissão de Meio Ambiente do Conselho Nacional do Ministério Público (Conselho Nacional do Ministério Público, 2021).

A escolha do método mais adequado ao caso concreto dependerá da quantidade e da qualidade das informações disponíveis sobre o dano, bem como dos objetivos a serem alcançados, das hipóteses assumidas pelos métodos e do conhecimento da dinâmica ecológica dos recursos naturais a serem avaliados (Motta, 1997), pois “existem diversos métodos que sugerem distintas perspectivas para a valoração ambiental, mas nenhum deles é aplicável a todas [as] situações. Cada procedimento se restringe a determinadas condições, tornando-se insatisfatório e inaplicável em outras situações” (Magliano, 2013).

A NBR 14653-6 ampara-se na formulação VERA e não foi concebida para a valoração de danos ambientais, mas sim para identificar valores associados aos recursos naturais para avaliação de imóveis urbanos e rurais. A norma adota os métodos descritos por Motta, no Manual de Valoração Econômica de Recursos Ambientais que foi elaborado para o Ministério do Meio Ambiente em 1998 (Motta, 1998).

Entre as metodologias constantes da NBR 14.653-6, item 8.6, tem-se o custo de restauração/reposição, que tem sido muito utilizado pelas equipes técnicas do Ministério Público brasileiro para valoração de diversos tipos de danos ambientais (Conselho Nacional do Ministério Público, 2021), de forma conjugada com outras abordagens que também considerem os serviços ecossistêmicos lesados, de tal modo a incluir no VERA o Valor de Uso Indireto.

²¹ Neste sentido, colaciona-se a pioneira coletânea interdisciplinar organizada pelo Ministério Público do Estado de Minas Gerais (Marques *et al.*, 2011).

O custo de restauração/reposição é um método indireto que, em vez de estimar diretamente valores associados à disposição em pagar ou em receber dos indivíduos quanto a variações de qualidade ou quantidade ambiental verificadas em função do dano ambiental, determina que sejam somados todos os investimentos necessários à hipotética restauração/recuperação do dano ambiental, restabelecendo-se tanto sua capacidade produtiva como as funções ecossistêmicas do ambiente degradado (Mota, 2011).

No capítulo dedicado ao dano à flora da obra Diretrizes de Valoração do Dano Ambiental do Conselho Nacional do Ministério Público (Conselho Nacional do Ministério Público, 2021), a referência à adoção do método do custo de restauração/reposição vem acompanhada da recomendação para que sejam contabilizados:

- 1) custos necessários para restaurar aquele ambiente;
- 2) benefícios, incluindo sequestro de carbono, associados às diferentes estratégias de restauração;
- 3) custos das perdas de estoque de carbono decorrentes da degradação florestal (principalmente em casos de incêndios florestais);
- 4) custos decorrentes da emissão de carbono e demais gases de efeito estufa lançados em decorrência da degradação (e.g. incêndios); e
- 5) custos de oportunidade perdidos decorrentes dos diversos serviços ambientais que deixaram de ser fornecidos pela degradação daquele ambiente desde o momento de sua degradação até a recuperação plena desses serviços.

A abordagem estima que as perdas e serviços ambientais serão corrigidas com a reposição da qualidade ambiental e, para tanto, o método aponta para a necessidade de calcular os diversos custos associados à reposição do ambiente degradado (gastos com projetos, implementação e monitoramento), incluindo a perda econômica relativa ao período entre o tempo inicial de degradação e o tempo total de recuperação. O valor de perda anterior à total recuperação seria equivalente ao custo de reposição multiplicado por uma taxa social de retorno do capital, aplicada ao longo de reposição.

O método do custo de reposição pode representar os valores de uso associados às medidas de recuperação e adota como premissa que existe uma relação de causa-efeito entre a reposição dos recursos naturais e o retorno dos bens e serviços ambientais perdidos ao status quo ante, sendo o valor dos custos dessa atividade o preço-sombra dos bens e serviços ambientais sem preço de mercado. Os custos necessários para a reposição dos bens ambientais às suas características originais são considerados uma aproximação dos benefícios anteriormente vigentes e proporcionados à sociedade.

Para a utilização do método, são necessários a análise da possibilidade técnica de recuperação dos danos ambientais e o levantamento dos custos totais das atividades de restauração/recuperação até o hipotético retorno ao status quo ante, as quais são peculiares às diferentes tipologias de danos ambientais.

Conforme observa a Nota Técnica do Ibama, “quanto maior a intensidade da alteração/degradação, maior será o esforço a ser empregado na recuperação. À medida em que novas variáveis forem adicionadas ao sistema, a complexidade de todo o processo aumentará proporcionalmente, o que, em última análise, conduzirá, também, a um aumento de custos”

(Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis, 2016)²². Esse documento assinala que um mesmo tipo de dano, como um desmatamento, pode apresentar diversas variáveis que reverberam nos custos de reparação. Assim, por exemplo, a presença de gramíneas exóticas e possivelmente invasoras, a declividade do terreno, a distância das fontes de materiais, os equipamentos, os insumos, a necessidade de mão de obra especializada são algumas variáveis que entram na composição do custo de restauração/recuperação e que devem ser consideradas no cálculo da indenização pecuniária correspondente ao dano que efetivamente aconteceu.

Ainda, a norma da ABNT inclui a dimensão temporal nesse método a partir da cobrança de juros aplicado durante o tempo necessário para reposição. Como exemplo de aplicação, citam-se os trabalhos de Roquette (2019) e Gonzaga e Roquette (2020), que se valem da cobrança de juros para avaliação monetária dos lucros cessantes ambientais por desmatamento de vegetação nativa, estimados em função de custos e tempo de reposição.

O método do custo de reposição pode ser tomado como ponto de partida para a valoração de danos ambientais materiais, porquanto permite valorar o custo da hipotética recuperação/reconstrução do meio ambiente degradado, caso isso fosse possível, com o que os valores de uso direto poderiam ser restabelecidos,²³ com o que aplica o princípio do poluidor-pagador. Entre os custos integradores do custo de reposição, é imprescindível examinar a complexidade da hipotética restauração, consultando-se expertos no assunto, considerando-se os materiais e as técnicas a serem utilizadas etc.

Trata-se de abordagem muito utilizada em laudos para valoração de crimes ambientais, elaborados pela Polícia Federal (Magliano, 2013), e foi recomendada pelas Diretrizes de Valoração de Danos Ambientais do Conselho Nacional do Ministério Público para danos à vegetação nativa (Conselho Nacional do Ministério Público, 2021), em combinação com outras abordagens que considerassem, de forma mais enfática, os serviços ecossistêmicos afetados, dentre os quais os serviços de regulação, em que se inserem serviços de estoque de carbono e de regulação do clima.

Deve-se perceber que esses métodos apresentam a limitação de não refletirem o valor de opção e o valor de existência do bem, desconsiderando o grau de proteção jurídica incidente sobre a área lesada, a menos que ocorra importante influência no seu preço. Além disso, o método do custo de reposição não capta o verdadeiro valor da Disposição a Pagar ou a Receber (DAP ou DAC) da população por uma melhoria ambiental. Outrossim, não explicita o dano climático associado ao dano ambiental, de tal forma que deve ser considerado como um ponto de partida para uma avaliação mais completa e afinada com a finalidade do art. 14 da Resolução CNJ n. 433/2021.

22 A Nota Técnica volta-se a situações de desmatamento e parte da premissa de que houve perda da capacidade de resiliência pela intervenção, do que decorre a necessidade de intervenções, tais como o cercamento, a semeadura direta, o plantio de espécies nativas, dentre outras medidas. O método também computa os custos de monitoramento, com replantio de mudas, adubações e controle de pragas, pelo prazo mínimo de três anos.

23 Com amparo nesse valor, se poderiam projetar rendimentos futuros esperados a partir de outros usos econômicos possíveis, como a revitalização do bem para o turismo (transformação em hotel, ou em centro cultural, cobrança de ingressos para visitação etc.), aplicando-se, na sequência a metodologia da capitalização, se houvesse dados disponíveis sobre o uso de bens equivalentes para atividades turísticas.

VALORAÇÃO ECONÔMICA DO DANO CLIMÁTICO: DANO CLIMÁTICO ASSOCIADO À DESTRUIÇÃO DA VEGETAÇÃO

Para avaliar dano climático associado à destruição da vegetação, é necessário se identificar a alteração do estoque de carbono atingido pela conduta. Nessa linha é, inclusive, a orientação adotada pelas Diretrizes de Valoração do Dano Ambiental do Conselho Nacional do Ministério Público, em que consta o seguinte:

Dano climático, alteração no estoque de carbono e demais efeitos atmosféricos: é a situação resultante da alteração da qualidade do ar, dos estoques de carbono, seja pela perda de vegetação nativa que realiza a função de fixação ou pela queima de matéria orgânica. A fração do dano climático é aplicada para valorar o dano material intercorrente e residual. O elemento valorado é o custo do carbono. A expressão do prejuízo climático pela alteração da cobertura vegetal é objeto de relatório anual publicado pelo Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações (Brasil, 2020b).

Para calcular o dano climático correspondente à destruição da vegetação nativa, por meio de desmatamento ou incêndios, pela perda do sumidouro de gases de efeito estufa, observa-se, em ações civis públicas manejadas pelo Ministério Público Federal e pelo Ibama, o recurso à estimativa do estoque de carbono contido na área desmatada ou incendiada, o que depende tanto da espécie de vegetação atingida (bioma e fitofisionomia da vegetação) quanto da densidade da biomassa da vegetação. Além disso, em etapa posterior, o carbono deverá ser precificado.

Nas ações judiciais ajuizadas pelo Ministério Público Federal, que tiveram por foco a reparação de danos no Bioma Amazônia, o valor do dano climático foi calculado com base em Nota Técnica (Bragança et al., 2021) elaborada pelo Instituto de Pesquisa Ambiental da Amazônia (IPAM), que estimou o estoque médio de carbono contido naquela vegetação por hectare.

Segundo o IPAM, o desmatamento de 1 (um) hectare nessa área é responsável por liberar 179,25 toneladas de carbono. A partir disso, estimou-se a quantidade de GEE lançados na atmosfera em decorrência da supressão da vegetação. Esse valor foi, então, convertido em pecúnia com base nos parâmetros de monetarização de créditos de carbono utilizados no Fundo Amazônia, no montante de US\$ 5,00/tonelada CO₂e. Assim, o dano climático foi estimado, no caso, em R\$ 44,7 milhões. A Calculadora de Carbono (CCAL) (<https://carboncal.org.br>), desenvolvida pelo IPAM, permitiu, ao tempo de propositura da demanda, a realização dos cálculos especificamente para o bioma Amazônia.

Atualmente, conforme reporta um membro colaborador deste Grupo de Trabalho, Paulo Moutinho, a calculadora CCAL é capaz de disponibilizar estimativas de estoque de carbono para todos os biomas brasileiros, a partir dos dados “geoespacializados” do Quarto Inventário Nacional de Emissões e Remoções Antrópicas de Gases de Efeito Estufa (GEE) (QCN, 2020).

Abordagem semelhante é sugerida pela Nota Técnica de Valoração de Dano Ambiental, Volume III, elaborada pelo Ministério Público do Mato Grosso do Sul (Mato Grosso do Sul, 2022), que parte da premissa de que o estoque de carbono

²⁴ Referimos, porém, as seções *Da metodologia de precificação das emissões para fins de definição do valor da condenação e Conclusão sobre precificação, sobre preços de carbono infra* – onde se explica por que não é recomendável adotar um preço inferior a esse.

emitido a partir do desmatamento contribui para o aquecimento do sistema climático e, a fim de comparar as emissões de vários gases de efeito estufa (GEE), criou uma medida métrica baseada no potencial de aquecimento global de cada um. Tal medida foi definida a partir da Decisão 2 da 3ª Conferência das Partes (COP 3), e no artigo 5.º revisado do Protocolo de Quioto. Denomina-se CO2 equivalente (CO2eq). Esclarece a Nota Técnica que os valores apresentados nesse estudo são referentes ao monitoramento via sensoriamento remoto e trabalho in loco nos biomas do estado de Mato Grosso do Sul, a partir do cruzamento dos dados disponíveis nos trabalhos técnicos, visando obter um valor monetário para a perda do estoque de carbono devido ao desmatamento (existem outros gases que contribuem). Outra questão relevante é que, para essa nota, foram considerados somente os valores de estoque de carbono por unidade de área (tC/ha) para desmatamento de vegetação nativa dos biomas Cerrado, Pantanal e Mata Atlântica de Mato Grosso do Sul.

Para a precificação do carbono devido ao desmatamento, foram utilizados os seguintes dados:

- fitofisionomia do local do dano;
- estimativa de emissões de GEE no Brasil;
- estoque de carbono por unidade de área total (tC/ha) e dos diferentes reservatórios das fitofisionomias dos biomas de Mato Grosso do Sul;
- quantificação de CO2 de acordo com a base de dados de estimativa de emissões de GEE no Brasil 1970-2016;
- valor monetário da comercialização do crédito de carbono no Brasil.

A Nota Técnica aponta que se identifique a fitofisionomia do local do dano com amparo nos mapeamentos do Projeto GEOMS42 e nos dados de estoque de carbono por unidade de área total (tC/ha) e dos diferentes reservatórios (biomassa acima e abaixo do solo, madeira morta e serapilheira) das fitofisionomias dos biomas Cerrado, Pantanal e Mata Atlântica, que foram apresentados no estudo de estoque de carbono do relatório de Emissões no Setor, Uso da Terra, Mudanças do Uso da Terra e Florestas publicados pelo Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações, em 2015. Dessa nota, consta uma tabela com a indicação dos estoques de carbono para cada fitofisionomia e por hectare.

Quanto ao Dióxido de Carbono Equivalente (CO2eq), esse conceito é utilizado para representar todos os GEE em uma única unidade de valor. Para o valor do CO2, foi utilizada a base de dados de estimativa de emissões de GEE no Brasil 1970-2016, publicada pelo Sistema de Estimativa de Emissão de Gases de Efeito Estufa, SEEG43, em que uma tonelada de carbono = 3,67 ton. de CO2 equivalente. Isso é decorrente da multiplicação das toneladas emitidas de GEE pelo seu potencial de aquecimento global.

Abordagem que considera o serviço ecossistêmico de regulação

Observam-se, no campo da valoração econômica de danos ambientais materiais, esforços no sentido de enfatizar os serviços ecossistêmicos afetados pela conduta, de tal forma que a valoração não se limite à identificação dos custos de restauração ou ao preço de mercado dos bens lesados (madeira, preço da terra etc.).

Nos casos de danos à flora, em que ocorrem desmatamentos ou incêndios, há destruição dos estoques de carbono armazenados na vegetação e no solo, liberação de emissões pelo incêndio, ao mesmo tempo em que é atingida a função regulatória do clima propiciada pela vegetação.

Uma abordagem que permite o reconhecimento dos prejuízos impostos ao serviço de regulação climática em virtude da degradação ambiental é o método de estimativa de preço de funções sistêmicas, em que são utilizadas tabelas com preços de funções ecossistêmicas calculadas com base na compilação de preços obtidos em um conjunto de publicações científicas que utilizam diferentes métodos em diferentes localidades. Busca-se, com esta abordagem, estimar os valores de uso e não uso associados aos recursos naturais afetados.

Pearce e Moran (1994) referem-se a esse procedimento metodológico como “transferência de benefícios” e exemplificam com a hipótese de determinado projeto de desenvolvimento pretender a destruição de um certo número de hectares de áreas úmidas. Em vez de se realizar um estudo no lugar previsto para a implantação do projeto, o perito poderia identificar estudos anteriores que tenham calculado o valor econômico das funções ecossistêmicas das áreas úmidas e, então, pressupor que a perda de um hectare dessas áreas seria a mesma (ou similar a) do cálculo anterior (Pearce; Moran, 1994, p. 134)²⁵.

A premissa adotada é que os valores das funções ecossistêmicas estimados sob vários enfoques e em diferentes localidades podem ser extrapolados para várias partes do mundo, porém com a devida cautela na definição dos cenários para os quais estão sendo extrapolados.

Para sua utilização, contudo, é necessário efetuar um levantamento bibliográfico de pesquisas científicas por meio das quais tenha sido avaliado o valor econômico de bens e serviços ambientais perdidos. Dentre os estudos mais referenciados no conjunto de pareceres que compuseram a base de dados das diretrizes elaboradas pelo Conselho Nacional do Ministério Público, constam um artigo publicado por Constanza et al. (1997), em que se estimou o valor econômico atribuído a 17 tipos de serviços ecossistêmicos prestados em 16 biomas distintos, com amparo em dados secundários, e outro publicado por Groot et al. (2012), que avaliou em unidades monetárias o valor dos ecossistemas de 10 biomas, a partir da revisão bibliográfica de mais de 300 estudos.

Por exemplo, para áreas de florestas tropicais, Groot et al. (2012) avaliaram 96 estimativas econômicas para serviços ecossistêmicos de tais ambientes naturais em todo o mundo, encontrando valores que variam de 1.581 a 20.851 US\$/hectare/ano, com um valor médio de 5.264 US\$/hectare/ano. Entre os serviços ecossistêmicos avaliados/valorados estão: regulação da atmosfera, regulação do clima, proteção e regulação das águas, controle de erosão, controle de perturbações, formação de solo, tratamento de rejeitos, polinização, produção de matéria-prima, controle biológico e recreação.

Para os ambientes de campos nativos, considerando 32 estimativas econômicas para os serviços ecossistêmicos de ambientes campestres naturais em todo o mundo, os valores de referência identificados por Groot et al. (2012) variam de 124 a 5.930 US\$/hectare/ano, com um valor médio de 2.871 US\$/hectare/ano. Entre os serviços ecossistêmicos avaliados/valorados estão: regulação da atmosfera, regulação do clima, regulação das águas, controle de erosão, formação de solo, tratamento de rejeitos, polinização, controle biológico e recreação (Conselho Nacional do Ministério Público, 2021).

²⁵ Os autores apontam para um roteiro metodológico a ser observado para a utilização do método, no que se refere à caracterização das áreas e de seus serviços ecossistêmicos que serão objeto de comparação.

Na Nota Técnica elaborada pelo Ministério Público do Mato Grosso do Sul, propõe-se a utilização da tabela de valores de serviços ecossistêmicos de Constanza et al. (1997), como um fator de multiplicação com o custo de reposição da área degradada, em casos de supressão de vegetação (Mato Grosso do Sul, 2022). Além desse componente, sugere a mesma Nota Técnica que seja estimada a perda do estoque de carbono associada ao desmatamento, com a precificação do carbono.

Em caso de incêndio de canavial, a valoração baseia-se no valor da palha queimada devido à adoção de tecnologia de colheita da cana agressiva ao meio ambiente, no valor dos créditos de carbono necessários para a neutralização da emissão de gases de efeito estufa (GEE) decorrentes da queima, e no valor dos serviços ambientais que seriam prestados pela palha da cana, objeto da queima (Mato Grosso do Sul, 2022). Nesse caso, a novidade consiste na adoção do conceito de que as emissões de gases de efeito estufa precisam ser neutralizadas, porque, durante a queima da palha de cana-de-açúcar, é emitida grande quantidade de gases na atmosfera, principalmente gás carbônico, metano, monóxido de carbono, óxido nitroso, óxidos de nitrogênio, além de fumaça e fuligem. Adota-se o seguinte procedimento:

Para valorar o dano decorrente da emissão de GEE, a fórmula utilizará créditos de carbonos necessários para neutralização total da emissão de CO₂eq produzidos na queimada. Para efeitos de cálculos monetários, deve ser utilizado o valor estabelecido no âmbito do Fundo Amazônia, que toma como base o valor de referência US\$ 5,00/tCO₂, adotado pelo Banco Nacional de Desenvolvimento (BNDES) conforme descrito na Nota Técnica n. 2093/2018-MMA. Portanto, o valor pela emissão de GEE (VGEE) será de US\$ 67,65/ha (13,53 tC/ha x US\$ 5,00/tC) de área queimada.

Também a Nota Técnica 001/2021 do Ministério Público do Estado da Bahia vale-se de tabelas de precificação de serviços ecossistêmicos elaboradas por Constanza et al. (1997) e por Groot et al. (2012), com preços em dólar e datados de 2007/26, que depois são convertidos na moeda local, conforme se depreende do seguinte exemplo, retirado de Nota Técnica do Ministério Público do Estado da Bahia (Bahia, 2021):

N.	Bioma								
	Bens e Serv. Amb.	Marinho	Recife de corais	Sistemas costeiros	Mangue	Áreas Úmidas/Pantanal	Rios/Lagos	Floresta Tropical	Cerrado/Caatinga
	Serviços de provisão	102	55.724	2.396	2.998	1.660	1.914	1.828	1.306
1	Alimento	93	677	2.384	1.111	614	106	200	1.192
2	Água				1.218	408	1.808	27	60
3	Matéria Prima	8	21.527	12	358	425		84	53
4	Recursos Genéticos		33.047		10			13	
5	Recursos Medicinais				301	99		1.504	1
6	Recursos Ornamentais		472			114			
	Serviços de Regulação	65	171.478	25.847	171.515	17.363	187	2.529	159
7	Regulação da qualid. do Ar							12	
8	Regulação do Clima	65	1.188	479	65	488		2.044	40
9	Moderação de perturbação		16991		5.351	2.986		66	
10	Regulação do fluxo d' água					5.606		342	
11	Tratamento de esgoto		85		162.125	3.015	187	6	75
12	Prevenção de erosão		153.214	25.368	3.929	2.607		15	44

¹ TEEB, <<http://www.teebweb.org/>>. Acesso em 24/10/2019

Fonte: Bahia (2021).



13	Ciclagem de nutrientes				45	1.713		3	
14	Polinização							30	
15	Controle Biológico					948		11	
	Serviços de Habitats	5	16.210	374	17.138	2.455	0	39	1.214
16	Berçário			194	10.648	1.287			16
17	Diversidade Genética	5	16.210	180	6.490	1.168		23	1.214
	Serviços Culturais	319	108.837	299	2.193	4.203	2.166	867	193
18	Informação Visual		11.390			1.292			167
19	Recreação	319	96.302	256	2.193	2.211	2.166	867	26
20	Inspiração					700			
21	Experiência espiritual			21					
22	Desenvolvimento Cognitivo		1.145	22					
	Valor Econômico Total - VET (Int. \$/ha/ano)	491	352.249	28.916	193.844	25.681	4.267	5.263	2.872

Tabela 01 – Resumo dos valores monetários, em Int.\$/ha/ano, para cada serviço, por Bioma, com preço base de 2007. (Adaptado de Rudolf de Groot et al., 2012).

Fonte: Bahia (2021).

Uma vez multiplicado o valor do custo de restauração pelo valor dos serviços ecossistêmicos selecionados para o caso concreto, calculam-se os lucros cessantes ambientais (dano interino) por meio da aplicação de uma taxa de rendimento que considere o tempo transcorrido entre a identificação do dano (n_1) e a data prevista para a reparação do bioma afetado, com o intuito de se chegar o mais próximo possível do status quo ante do meio ambiente (n_2). Ademais, incluem-se na equação as variáveis “ i ”, que corresponde à taxa social de retorno de capital, fixada em 12% ao ano (juros legais de mora), e “ p ”, via fator de correção “ n/p ”, tendo em vista que os valores apresentados nos estudos de Constanza et al. (1997) e Groot et al. (2012) referem-se a florestas primárias.

Diferentemente do que se verifica nas abordagens que destacam o preço do carbono, nos métodos que valoram economicamente os serviços ecossistêmicos, a função de regulação do clima foi inserida no mesmo contexto que os demais serviços ecossistêmicos (provisão, serviços culturais etc.). Dessa forma, é importante destacar que tais estudos apresentam informações relativas aos valores econômicos estimados para os diferentes serviços ecossistêmicos de ambientes naturais considerando sua proteção e/ou uso sustentável, e não os valores eventualmente calculados a partir da exploração irregular ou destruição de tais ambientes. Assim, por exemplo, os valores apresentados para a regulação do clima envolvem a avaliação dos ambientes naturais e seus compartimentos atuando como estoque (carbono retido na biomassa) e sequestro de gases causadores do efeito estufa (incorporação de carbono para aumento da biomassa), e não o montante de gases de efeito estufa eventualmente/potencialmente emitidos pela destruição e/ou pelo incêndio dos ambientes naturais. E esse montante deve ser sempre considerado nas condenações pelo dano climático, visto que representa justamente a conversão em pecúnia das emissões de gases de efeito estufa.

Dessa forma, como diretriz, entende-se ser possível a valoração concomitante das parcelas associadas à degradação ambiental pela perda dos serviços ecossistêmicos de regulação climática em adição ao valor estimado para os gases causadores do efeito estufa emitidos pelo desmatamento e/ou incêndio de ambientes naturais. Enquanto a primeira parcela valorativa representa a perda dos serviços ecossistêmicos de estoque e sequestro de carbono no período compreendido

entre a degradação ambiental e a recuperação da área degradada/reparação do dano ambiental, a segunda parcela busca estimar justamente o valor associado ao volume de gases causadores do efeito estufa realmente emitido.

Ao apreciar as demandas concretas, por conseguinte, magistradas e magistrados brasileiros devem observar quais foram os referenciais utilizados pelas partes, atentando se o valor indicado no pedido de indenização pelas emissões incorpora os gases de efeito estufa emitidos e a perda da regulação climática em uma única parcela, ou se há indicação em apartado dessas parcelas, com a possibilidade de somatório na definição do montante final valorativo do dano climático material.

Exemplo de aplicação do método com incorporação das emissões nos serviços de regulação em caso de queimadas Campos Sulinos²⁷

Neste item, a partir de contribuição recebida pelo Grupo de Trabalho, ilustra-se, no documento, exemplo concreto de método que incorpora as emissões resultantes de queimadas como parte dos serviços de regulação previstos na Lei n. 14.119/2021.

Observa-se, para tanto, que o uso do fogo em áreas agropastoris provoca significativa degradação ambiental, alterando tanto o meio físico como o biológico. No meio físico, o fogo reduz o teor de matéria orgânica presente no solo, a capacidade de retenção de umidade e as taxas de permeabilidade e de infiltração, além de liberar gases responsáveis pelo aumento do efeito estufa. No meio biológico, o fogo elimina diversos exemplares da fauna e da flora, interrompe processos de sucessão ecológica e diminui a diversidade biológica pela seleção de espécies resistentes ao fogo. A prática da queimada também pode ser responsável pela produção de gases nocivos à saúde humana, por danos sobre o patrimônio público ou privado e pela ocorrência de acidentes causados pela diminuição da visibilidade.

Com relação aos impactos negativos das queimadas sobre o solo e a vegetação, Jacques (2003), baseado na revisão da literatura e em trabalhos pessoais, inclusive na região dos Campos de Cima da Serra, conclui que a queima das pastagens naturais deve ser evitada como prática rotineira, pois deteriora as condições do solo e reduz o potencial produtivo e a qualidade da vegetação nativa. O autor descreve que as queimadas:

- aumentam os teores e a saturação de alumínio, bem como a acidez;
- favorecem a seleção de espécies vegetais adaptadas ao fogo com menor potencial forrageiro, reduzindo a riqueza florística;
- reduzem a produção de forragem verde e mantilho (palha sobre a superfície do solo), mantendo uma superfície considerável do solo descoberto e aumentando a incidência de processos erosivos.

Com relação aos impactos de queimadas sobre a fauna, Pedó et al. (2005) estudaram ecótonos entre campo e floresta com araucárias em São Francisco de Paula, comparando áreas afetadas por pastejo e queimadas com áreas protegidas. Nesse estudo, foi possível observar que pequenos mamíferos não voadores (roedores e marsupiais) apresentam riqueza,

27 Essa parte do Protocolo contou com a contribuição do Dr. Luiz Fernando Souza, mestre e doutor em Biologia pela Universidade Federal do Estado do Rio Grande do Sul, analista e chefe da Unidade de Assessoramento Ambiental do Ministério Público do Estado do Rio Grande do Sul. O Grupo de Trabalho agradece o apoio recebido.

abundância de indivíduos, biomassa e diversidade maiores nas áreas protegidas do que nas alteradas por pastejo e queimadas. Não foi detectada nenhuma espécie de pequeno mamífero não voador capaz de colonizar ou repovoar as áreas de campo sob a ação frequente do fogo (a cada 1 ou 2 anos) e do pastejo por rebanhos domésticos, mesmo com amostragens até cerca de 18 meses desde o último evento de queimada dos locais amostrados. Aparentemente, os principais fatores que atuam para a ausência de indivíduos em habitat campestre frequentemente queimado e pastejado são a redução da disponibilidade de abrigo, aumentando o risco de predação, e a redução de oferta de alimento.

No livro “Campos Sulinos – conservação e uso sustentável da biodiversidade” (Pillar et al., 2009), o fogo e o pastejo por animais herbívoros são descritos como importantes fatores condicionantes da estrutura da paisagem dos campos nativos, influenciando, inclusive, na biodiversidade. No entanto, os autores dos diferentes capítulos reiteradamente apontam a necessidade de diferenciar o fogo espontâneo e ocasional (natural), o qual atua como fonte de perturbação e condiciona a estruturação de diferentes ambientes naturais de campos, da queimada antrópica cíclica (anual ou bianual), a qual tem o objetivo de “renovação” da pastagem. Enquanto o primeiro tem efeitos benéficos para a biodiversidade e, em algumas situações, é inclusive recomendado o manejo com fogo para a conservação, no segundo caso, a queimada rotineira e constante dos ambientes naturais de campos compromete a biodiversidade e a qualidade das pastagens naturais, com efeitos deletérios também no solo.

Além dos impactos sobre a biodiversidade pela degradação de habitat decorrente das queimadas dos campos nativos, a emissão de gases do efeito estufa e material particulado apresentam efeitos deletérios na qualidade do ar, com repercussões na saúde humana, bem como na alteração do clima. Diversos estudos têm buscado metodologias para estimar as emissões decorrentes das queimadas em ambientes naturais e/ou atividades agropecuárias com o objetivo de incorporar tais emissões nos modelos de previsão do clima e da qualidade do ar.

As queimadas emitem uma variedade de gases e aerossóis para a atmosfera, incluindo o dióxido de carbono (CO₂), o monóxido de carbono (CO), óxidos de nitrogênio (NO_x), compostos orgânicos voláteis e semivoláteis (VOC e SVOC), material particulado (PM), amônia (NH₃), dióxido de enxofre (SO₂) e metano (CH₄). Os gases emitidos nas queimadas dependem tanto das características do material combustível (tipo de vegetação e umidade, por exemplo) como da eficiência da queima. As emissões decorrentes das queimadas são transportadas através da atmosfera e degradam a qualidade do ar pela redução da visibilidade, pelo aumento dos níveis de material particulado e pela geração de gases nocivos como o ozônio (O₃) (Wiedinmyer et al., 2006). Os materiais particulados, especialmente os de pequeno diâmetro (<2,5 micrometros), apresentam efeitos nocivos para a saúde humana, principalmente doenças respiratórias, existindo normativas quanto aos limites admitidos em áreas urbanas.

Em um estudo para a determinação das emissões decorrentes das queimadas com impacto na qualidade do ar nos Estados Unidos (Wiedinmyer et al., 2006), os autores consideraram tanto os incêndios de origem natural, comuns nas florestas temperadas, quanto o uso de fogo em atividades agropecuárias e na conversão do uso do solo. Tal estudo avaliou não apenas as emissões nos Estados Unidos, mas também as decorrentes de queimadas e incêndios no México e Canadá, evidenciando a amplitude territorial dos impactos negativos das emissões provocadas pelas queimadas. Isso também pode ser facilmente percebido na região dos Campos de Cima da Serra e do Pampa na época das queimadas (inverno e início da primavera), quando as emissões das queimadas realizadas nas áreas rurais prejudicam a qualidade do ar nas áreas urbanas do município.

As queimadas no município de São Francisco de Paula são perceptíveis em estudos dos focos de queimadas a partir de dados de satélites tanto em nível nacional como global. Araújo, Ferreira e Arantes (2012) estudaram os padrões de distribuição das áreas de queimadas nos biomas brasileiros entre os anos de 2002 e 2010, utilizando dados de satélites. Tanto nos mapeamentos por biomas e classes de uso do solo, quanto a partir dos limites municipais, é visível o acúmulo de focos de queimadas na região dos Campos de Cima da Serra, incluindo o município de São Francisco de Paula. Mesmo em estudos com abrangência global (Schultz et al. 2008, Van Der Werf et al. 2010), o noroeste do Rio Grande do Sul, conjuntamente com Santa Catarina (onde as queimadas também são comuns), é perceptível nos mapeamentos de ocorrência de queimadas.

Embora parte das emissões de gases do efeito estufa decorrentes das queimadas em campos nativos seja novamente incorporada quando da regeneração da vegetação, as sucessivas queimadas em uma mesma área comprometem a incorporação de carbono no solo e na vegetação em regeneração. Tal efeito é perceptível na comparação da forragem (pasto) disponível em áreas de pecuária em campo nativo manejadas com o uso do fogo (294 kg/hectare no inverno e 3837 kg/hectare/ano) e sem o uso do fogo (890 kg/hectare no inverno e 8896 kg/hectare/ano) (Jacques, 2003). Segundo Schultz et al. (2008), a emissão líquida de carbono (incluindo os equivalentes de carbono decorrentes da emissão de outros gases do efeito estufa) é de 2 toneladas por hectare de campo nativo queimado na América do Sul. Assim, considerando a área total licenciada para a queima como 18.287,6358 hectares, a estimativa para a emissão de equivalentes de carbono decorrentes das queimadas licenciadas no município de São Francisco de Paula resulta em 36.575,2716 toneladas de carbono (tC)²⁸.

O manejo adequado das áreas de pastagens em campos nativos tem sido descrito como um potencial alvo para a mitigação das emissões de gases do efeito estufa, aumentando a incorporação de carbono tanto na vegetação quanto no solo. As estimativas quanto ao potencial de mitigação (incorporação de carbono) pela melhoria no manejo de campos naturais discutidas por O'Mara (2012), considerando os campos naturais em diferentes regiões do mundo, e Pillar, Tornquist e Bayer (2012), considerando os campos naturais do sul do Brasil, ficam em torno ou abaixo de 1 tC/hectare/ano. Destaca-se que O'Mara ressalta a importância do manejo do fogo para a redução e mitigação das emissões, apontando a necessidade de reduzir a frequência, a extensão e a intensidade (redução do volume de material combustível) das queimadas. Tornquist e Bayer (2009) apontam uma diferença de 1,3 tC/ano nas taxas anuais de conservação de carbono no solo apenas pelo ajuste da pressão de pastejo, ou seja, a adoção de técnicas adequadas para o manejo do campo nativo com a adequação da carga animal. Assim, entende-se que uma medida técnica viável para a mitigação das emissões dos gases de efeito estufa pelas queimadas (emissão de 2 tC/hectare) seria a adoção de técnicas adequadas para o manejo do campo nativo, excluindo o uso de queimadas, ou mesmo a proteção de remanescentes de campos nativos. Tais medidas poderiam ser adotadas em parte das propriedades e em áreas não sujeitas a queimadas (como as áreas de preservação permanente e a reserva legal). A proporção a ser adotada seria de 2 hectares de campo nativo preservado para cada hectare queimado.

Importante ressaltar que já existem extensas pesquisas em relação ao manejo de pastagens nativa no Rio Grande do Sul, destacando-se a compilação de trabalhos no livro "Campos Sulinos – conservação e uso sustentável da biodiversidade", em que são descritas e analisadas diferentes técnicas para manejo das pastagens nativas e adequação da carga animal, ressaltando os benefícios quando comparadas ao uso das queimadas. Outro trabalho que merece ser citado é o "Melhoramento

28 O Professor Luiz Fernando Souza sugere, nesse caso, a possibilidade de adoção do valor médio da tonelada de carbono como R\$ 34/tC, de modo que o valor pecuniário associado à emissão de gases do efeito estufa resulta em R\$ 1.243.559,23 (36.575,2716 tC X R\$ 34/tC). Esse valor sugerido ao exemplo é extraído de Medeiros e Young (2011).

do Campo Nativo em São Francisco de Paula - RS” (Messias; Ries, 2002), o qual relata experiências da Emater com produtores rurais no município de São Francisco de Paula para o manejo das pastagens nativas sem a utilização das queimadas.

Diversos estudos têm avaliado os valores de serviços prestados pelos ecossistemas, empregando diferentes metodologias para identificar valores de referência pela perda dos serviços ecossistêmicos. Para áreas de vegetação campestre, as quais melhor representam as áreas degradadas pelas queimadas, um estudo publicado em 2012 por Groot et al. (2012) avaliou 32 estimativas econômicas para os serviços ecossistêmicos de ambientes naturais campestres em todo o mundo, encontrando valores que variam de 124 a 5.930 US\$/hectare/ano, com um valor médio de 2.871 US\$/hectare/ano. Entre os serviços ecossistêmicos avaliados/valorados estão: regulação da atmosfera, regulação do clima, regulação das águas, controle de erosão, formação de solo, tratamento de rejeitos, polinização, controle biológico e recreação.

Dada a resiliência dos campos nativos aos impactos decorrentes das queimadas, geralmente a regeneração da vegetação nativa ocorre de forma espontânea e, embora possam existir alterações nas condições do solo e na biodiversidade, após um ano os ambientes naturais recuperam sua capacidade de prover, ao menos parcialmente, seus serviços ecossistêmicos. Desse modo, concluem no exemplo de caso que, considerando a área degradada pelas queimadas licenciadas como 18.287,6358 hectares, o intervalo de referência para o valor econômico do dano interino associado aos serviços ecossistêmicos prestados pelos campos nativos degradados variaria de R\$ 7.279.210,55 a R\$ 348.110.633,74/ano²⁹.

29 Para chegar a esta indicação de valor, o professor Luiz Fernando Souza detalha a multiplicação de US\$ 124 (ou 5.930/hectare/ano) X 18.287,6358 hectares e X R\$ 3,21 (referindo-se ao valor cambial de 2016). Finalizada explicando que se empregado o valor médio estimado de 34 dólares a tonelada, o valor resultante é R\$ 168.537.205,65/ano (US\$ 2.871/hectare/ano X 18.287,6358 hectares X R\$ 3,21 – valor cambial-2016). Tal valor, segundo ele, poderia ser utilizado como referência para a compensação da parcela não recuperável da degradação ambiental. Sugere-se a destinação para regularização fundiária de Unidades de Conservação existentes na região e que contemplem a proteção de ambientes naturais de campos nativos típicos da região.

PARTE III – DIRETRIZES PARA A MENSURAÇÃO DO DANO CLIMÁTICO DIRETAMENTE RESULTANTE DE CONDUTAS ATENTATÓRIAS À FLORA DOS BIOMAS BRASILEIROS: DESMATAMENTO E INCÊNDIO FLORESTAL

Após analisar possíveis mecanismos aplicáveis na valoração preconizada pelo art. 14 da Resolução CNJ n. 433/2021 para condutas atentatórias contra a flora, o Grupo de Trabalho recomenda como diretriz a metodologia proposta pela Associação dos Membros do Ministério Público (Abrampa) perante o CNJ, na Audiência Pública sobre Parâmetros para Quantificação do Dano Ambiental (Conselho Nacional de Justiça, 2023).

Essa metodologia permite calcular as emissões provenientes de desmatamentos e de incêndios nos biomas brasileiros e atribuir valor a essas emissões, por unidade de medida (tonelada equivalente de gás carbônico).

A atribuição de valor pode fazer-se, assim, na forma trazida pela ABRAMPA em Nota Técnica (Conselho Nacional de Justiça, 2022), nos seguintes termos:

- 1. A identificação da extensão da área desmatada ou incendiada, em hectares.**
- 2. A estimativa do estoque de carbono médio naquela área ou bioma, por hectare.**
- 3. A multiplicação entre (1) e (2), para encontrar-se o estoque de carbono emitido a partir da conduta.**
- 4. A conversão desse estoque de carbono em toneladas de gás carbônico equivalente (eCO₂), para utilização da unidade de medida utilizada mundialmente na avaliação das emissões de gases de efeito estufa.**
- 5. A precificação da tonelada equivalente de gás carbônico, de acordo com o item específico deste protocolo.**
- 6. A multiplicação entre (4) e (5), para se atingir um valor final.**

Para auxiliar tecnicamente na definição de cada variável dessa operação, o Grupo de Trabalho recomenda:

1. A utilização de imagens de satélite para cálculo da extensão da área desmatada, conforme o Protocolo de Julgamento das Ações Ambientais em seu Primeiro Escopo.

2. A utilização das estimativas médias de estoque de carbono disponibilizadas pela Calculadora de Carbono do Instituto de Pesquisas da Amazônia, fundadas no 4º Inventário Nacional de Emissões de Gases de Efeito Estufa, elaborado pelo Poder Executivo Nacional.
3. A multiplicação do estoque de carbono total emitido pelo fator de conversão, igual a 3,67, para identificação do estoque total de gás carbônico equivalente emitido.
4. A precificação da tonelada de gás carbônico equivalente, conforme metodologia de precificação em seguida detalhada.

Preconiza-se, como passo a passo para estimar as emissões de carbono para fins de determinação do dano climático resultante de desmatamento ou de incêndio, a contribuição do IPAM Amazônia (www.ipam.org.br) ao Grupo de Trabalho.

O Grupo de Trabalho ressalta que a indicação de uso do sistema de cálculo das emissões para as condutas de desmatamento e de incêndio disponibilizado pelo IPAM dá-se sem prejuízo de que outros sistemas com funcionalidades similares, baseados na metodologia de cálculo preconizada pelo protocolo, possam ser utilizados pelas decisões judiciais. Nesse sentido, a coordenação do Grupo de Trabalho oficiou tanto ao Programa Brasil Mais, responsável pela gestão do sistema de satélites utilizados pela Polícia Federal brasileira, quanto ao Projeto Mapbiomas, indagando se esses sistemas já dispõem ou se pretendem customizar similares sistemas de estimativa de cálculo de emissões para desmatamentos e incêndios florestais. Em resposta, ambos reportaram à coordenação do Grupo de Trabalho que ainda não possuem funcionalidade similar ao sistema já desenvolvido pelo IPAM, mas que está no planejamento dessas instituições, para 2024, incorporar tais mensurações.

A metodologia preconizada explicita o cálculo de emissões de carbono oriundas de desmatamentos e incêndios em vegetação nativa. De modo geral, a estimativa baseia-se em duas informações fundamentais: (1) quantificação de áreas desmatadas ou incendiadas, identificadas ou não, por imageamento por satélite (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, 2023); e (2) quantidade de biomassa vegetal acima do solo contida no Quarto Inventário Nacional de Emissões do Brasil (Brasil, 2020b).

Estimando as emissões de carbono por desmatamento

O cálculo das emissões por desmatamento é baseado na multiplicação da (1) área desmatada (em hectares ou Km²) pela (2) biomassa (toneladas ou kg) removida pelo corte raso da vegetação. Para tanto, é necessário, primeiro, determinar o tamanho da área desmatada, seja por sua medição em campo (mapeamento por GPS, por exemplo) ou via imageamento por satélites realizado por órgãos oficiais (por exemplo, Programa Brasil Mais, PRODES/INPE3) ou independentes (por exemplo, MapBiomas). Dessa forma, obtém-se um “polígono” georreferenciado da área onde houve a supressão da vegetação. Uma vez que este polígono é determinado, ele então é carregado para a Calculadora de Carbono, a CCAL (<https://carboncal.org.br>), que determina o estoque de carbono que foi eliminado pela retirada da vegetação.

A CCAL foi desenvolvida pelo Instituto de Pesquisa Ambiental da Amazônia (IPAM Amazônia, www.ipam.org.br) e é capaz de disponibilizar estimativas de estoque de carbono, para todos os biomas brasileiros, a partir dos dados “geoespacializados” do Quarto Inventário Nacional de Emissões e Remoções Antrópicas de Gases de Efeito Estufa (Brasil, 2020b).

Com o estoque de carbono calculado pela CCAL no interior do polígono, multiplica-se esse estoque pela área desmatada, obtendo-se a emissão de dióxido de carbono resultante do desmate.

Na sequência, encontram-se os passos do método de cálculo de emissões oriundas de desmatamento. São também fornecidos, mais adiante, exemplos destes cálculos para cada bioma brasileiro (Tabela 2).

Passo #1. Carregando o polígono de desmatamento na CCAL. Acessa-se a plataforma CCAL (<https://carboncal.org.br>) (Figura 1). Seleciona-se a aba “Carbono por área” e, nela, escolhe-se a opção “Faça upload de um polígono”.

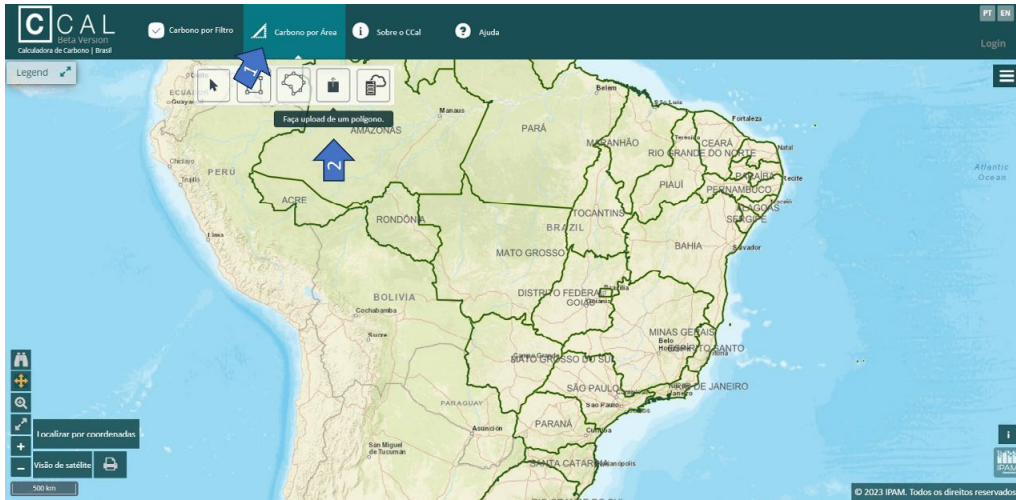


Figura 1. Página de abertura da CCAL. Para carregar um polígono de desmatamento, clique em “Carbono por área” (seta #1), e em seguida, “Faça upload de um polígono” (seta #2).
Fonte: Instituto de Pesquisa Ambiental da Amazônia (2015).

O polígono refere-se a um arquivo que encerra uma área delimitada desmatada e identificada em determinada data. Esse arquivo do desmatamento deve estar no formato “shapefile” para que a CCAL possa lê-lo adequadamente (Figura 2). É necessário que se selecionem todos os formatos (DBF, PRJ, SHP e SHX) de arquivos associados ao “shapefile” quando do seu carregamento. Uma vez que o arquivo de desmatamento foi selecionado, clica-se em “Abrir” (Figura 2).

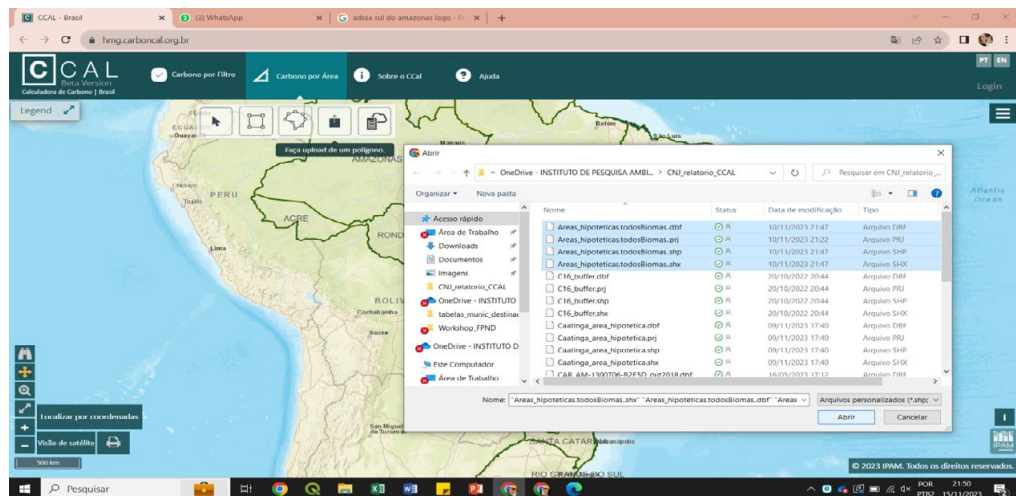


Figura 2. Carregamento do "shapefile" (polígono) de desmatamento. Recomenda-se selecionar todos os tipos de formato de arquivos associados ao "shapefile".
Fonte: Instituto de Pesquisa Ambiental da Amazônia (2015).

Cabe ressaltar que, no caso da necessidade de avaliar o estoque de carbono onde não há um shapefile de desmatamento disponível para leitura na CCAL, mas sim apenas um ponto georreferenciado (centroide) onde ocorreu a supressão da vegetação, será necessário que se tenha em mão a área total desmatada. O estoque de carbono, então, pode ser calculado plotando-se essa área total ao redor do centroide, de modo a formar uma área tampão ("buffer") circular. É essa área tampão que poderá definir o polígono ("shapefile") a ser carregado na CCAL. A partir daí, segue-se o indicado no Passo #1.

Passo #2. Calculando o Estoque de Carbono pela CCAL. Após importar e carregar o shapefile de desmatamento na CCAL (Passo #1), clica-se em "Calcular carbono" e, em seguida, em "QCN (PRODES + MAPBIOMAS30)" (Figura 3).

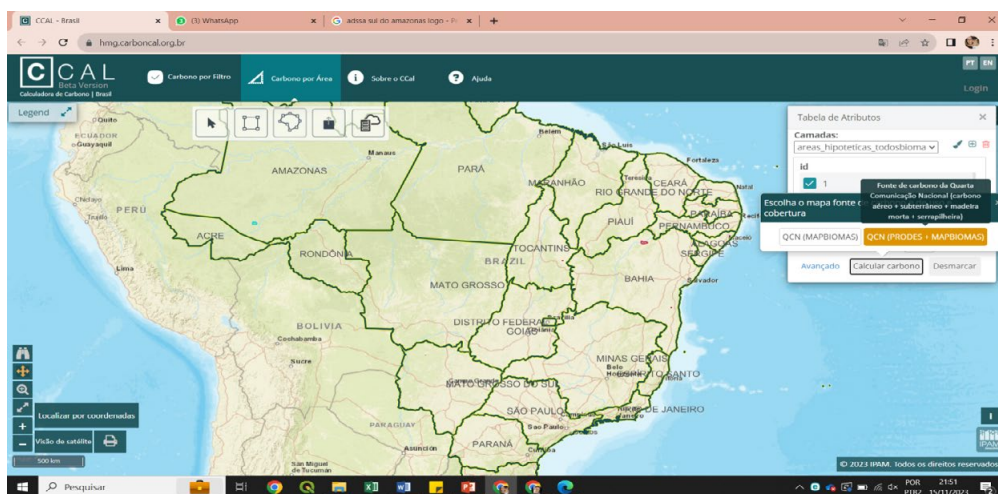


Figura 3. Calculando o estoque de carbono dentro de um polígono através da plataforma CCAL. Após clicar em "Calcular carbono", clique "QCN (PRODES + MAPBIOMAS)".
Fonte: Instituto de Pesquisa Ambiental da Amazônia (2015).

Passo #3. Em seguida, aparecerá uma nova janela (Figura 4) da CCAL com as informações referentes ao polígono selecionado. Dirige-se até "Cálculo até o ano" e seleciona-se o ano imediatamente anterior ao desmatamento para o qual se quer medir a emissão, garantindo, assim, que a área ainda contenha a vegetação nativa que sofreu desmate. A seleção do ano anterior ao desmate evita que a CCAL inclua, no cálculo do estoque, a vegetação secundária que, porventura, tenha crescido em frações abandonadas da área desmatada. Em seguida, rola-se a página para baixo e encontra-se, sob a linha intitulada "Estoque de carbono (Ton)" (Figura 5) o valor estimado do estoque, em toneladas, contido no polígono carregado na CCAL. Há, ainda, uma informação adicional sobre a densidade de carbono florestal do polígono (toneladas/ha).

Nota: a CCAL calcula, se assim desejado, o estoque de carbono de florestas secundárias que, eventualmente, venham a crescer após o desmatamento ter ocorrido. Esta recuperação ocorre, quase sempre, de forma natural após o abandono parcial ou total da área desmatada.

30 A CCAL contém informações sobre a biomassa da vegetação secundária crescendo após abandono de áreas desmatadas. A fonte destes dados é o Projeto MapBiomass. Veja mais detalhes em Passo #3 e Nota.

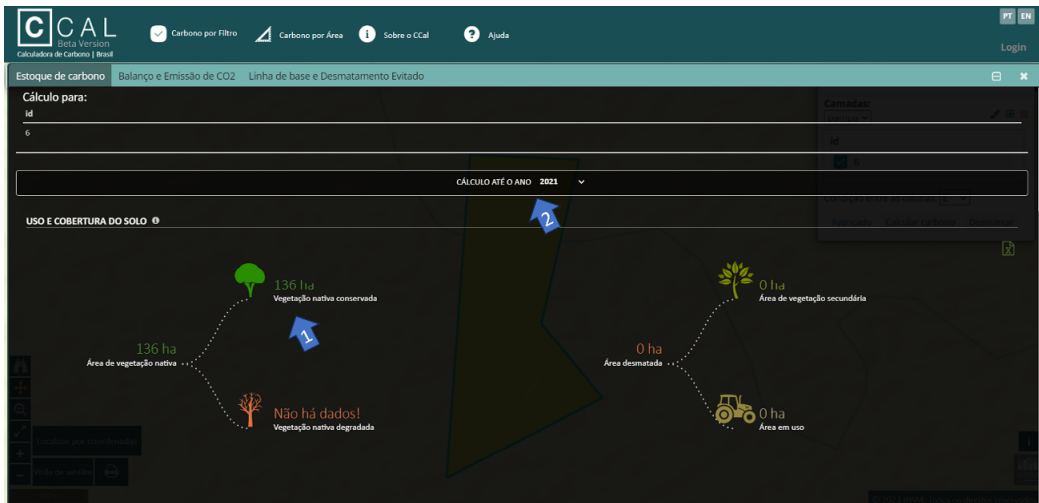


Figura 4. Cálculo da área de floresta nativa dentro de um polígono (seta #1) selecionado. Para se ter segurança do cálculo da área com floresta existente antes do desmate, selecione (seta #2), um ano anterior à sua ocorrência. Fonte: Instituto de Pesquisa Ambiental da Amazônia ((2015)).

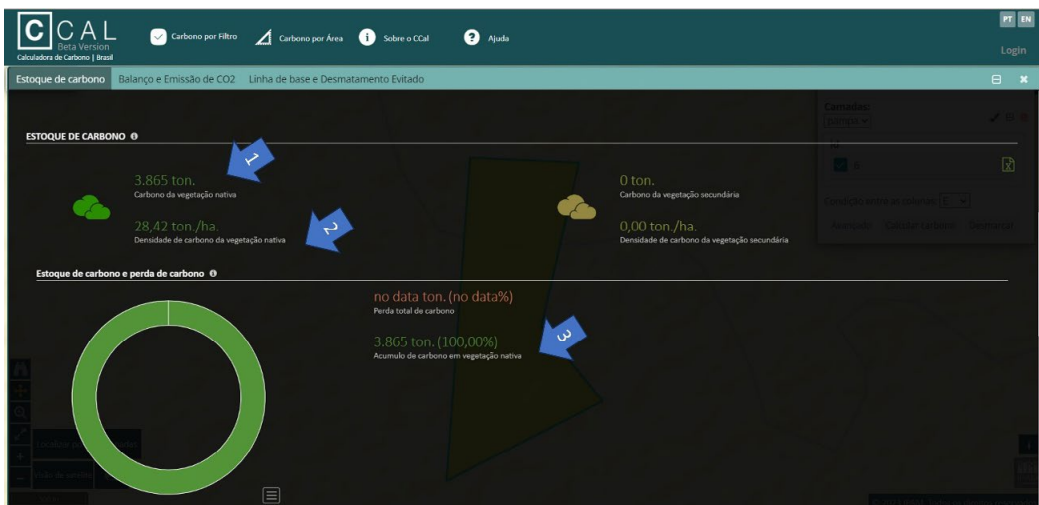


Figura 5. Cálculo do estoque (seta #1) e densidade (toneladas/ha, seta #2) de carbono dentro de um polígono selecionado. O valor do estoque repete-se abaixo (seta #3). Fonte: Instituto de Pesquisa Ambiental da Amazônia ((2015)).

Note-se que, na Figura 5, o estoque e a densidade são fornecidos em toneladas de carbono e não em dióxido de carbono (CO₂). A quantidade de CO₂ emitido pelo desmatamento em questão pode ser encontrada de modo simples multiplicando o estoque em carbono por um fator de 3,67. Com este resultado em CO₂, é possível avançar com as estimativas monetárias quanto às compensações de danos climáticos, uma vez que tais danos são expressos em US\$/ton CO₂ 31.

31 Esse fator é obtido em razão dos pesos moleculares do carbono e do CO₂, de forma que uma tonelada de C corresponde a 3,67 toneladas de CO₂.

Estimando as emissões de carbono por incêndios

Para o cálculo das emissões de gases de efeito estufa de áreas incendiadas, o passo a passo é similar ao apresentado anteriormente (Passo #1-3). Portanto, assim como no desmatamento, usa-se a CCAL para quantificar o estoque de carbono vegetal acima do solo que foi incendiado, utilizando a base de dados do QCN (2020). A emissão pelo incêndio é obtida multiplicando-se o estoque pela área (polígono) incendiada, mas, antes, se deve atentar para alguns fatores que qualificam essa emissão, quais sejam: Fator de Combustão da biomassa (FC) e o Fator de Emissão (FE).

Uma vez encontrado o estoque de carbono no polígono no ano anterior ao registro do incêndio (Figura 4), esse estoque deve ser multiplicado por esses dois fatores seguindo a equação abaixo:

$$\text{Emissão por incêndio (CO2)} = A \times M \times FC \times FE \times 10^{-3},$$

em que “A” é área queimada em hectares (polígono) obtida em campo ou por imageamento por satélite; “M” é o material combustível em toneladas (isto é, o estoque de carbono encontrado pela CCAL no passo a passo descrito pelas Figuras 1-6), FC é o fator de combustão do material combustível; FE é o fator de emissão por estufa (em g/kg). Para alcançar cálculos mais precisos para as emissões de CO₂ de incêndios nos biomas brasileiros, adotaram-se os fatores de combustão (FC) e emissão (FE) recomendados pelo IPCC e descritos abaixo.

O valor para cada elemento da equação foi obtido de diferentes fontes. Assim, a biomassa ou, nesse caso, o material combustível (M) foi obtido a partir da biomassa aérea do QCN. Já os fatores de combustão (FC) e emissão (FE) foram obtidos do IPCC (Aalde et al., 2006). O FC para formações florestais tropicais ou subtropicais (Amazônia e Mata Atlântica) é de 0.32; e para formações de savana (Cerrado, por exemplo) e campos (Pampas, por exemplo) é de 0.73. Por sua vez, os fatores de emissão (FE) do CO₂ para as formações vegetais brasileiras aqui adotado e recomendado pelo IPCC é 1580 para formações florestais (Amazônia e Mata Atlântica) e 1613 para formações de savanas e campos (Cerrado e Pampa, por exemplo).

É importante atentar que a unidade para o FE é g/kg, sendo necessário dividir por 1000 o estoque de carbono encontrado no Passo #4, convertendo, assim, as toneladas de CO₂ para quilogramas. Uma vez feita a conversão, multiplica-se o estoque de CO₂ pelo FE do tipo de vegetação em questão.

Cabe registrar que, para o cálculo de emissões de GEE pela combustão de vegetação, o recomendado pelo Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas (IPCC) é considerar os outros gases importantes para o aquecimento do sistema climático, sendo eles o metano (CH₄) e o óxido nitroso (N₂O). Neste documento, as emissões totais resultantes de incêndios são expressas em CO₂ equivalente (CO₂eq)³², uma vez que incorporam os outros GEE, além de CO₂. Contudo, para simplificação dos cálculos de emissões, sugere-se um acréscimo de 6% no montante da emissão total de CO₂ resultantes dos incêndios. Essa percentagem justifica-se pelo fato de que durante um incêndio, cerca de 6-10% das emissões totais são de GEE “não-CO₂”.

No entanto, se necessária uma quantificação mais precisa do volume de emissão de outros GEE, será preciso aplicar o FE para cada um deles (Tabela 1).

³² CO₂eq refere-se à equivalência entre todos os GEE e o CO₂. É, portanto, resultado da multiplicação das toneladas emitidas de GEE por seu potencial de aquecimento. Neste caso, os gases CH₄ e N₂O possuem efeito de aquecimento global equivalente a 27 e 273 vezes o efeito do gás CO₂.

GASES	FLORESTAS TROPICAIS	SAVANAS E CAMPOS
CO ₂	1580	1613
CH ₄	6,8	2,3
N ₂ O	0,2	0,21

Fonte: Aalde *et al.* (2006)

Comparando as emissões de CO₂ por desmatamento e incêndio entre os biomas brasileiros

Neste item, estão os resultados dos cálculos dos estoques de carbono pela CCAL e as respectivas emissões de CO₂ associadas para todos os biomas brasileiros. Utilizaram-se, para esse fim, áreas de 500 hectares representativas de todos os biomas e nas quais não houve registro prévio de desmatamento ou incêndio. A partir daí, calculou-se a emissão por desmatamento completo (corte raso) e a ocorrência de incêndio em cada área selecionada em cada bioma. Os resultados comparativos estão apresentados nas Tabelas 2 e 3.

Tabela 2. Estimativas de emissão de CO₂ decorrente de simulação de incêndio em uma área (polígono) de 500 ha previamente selecionada no interior de unidades de conservação em cada bioma (Amazônia, Caatinga, Cerrado, Mata Atlântica, Pampa e Pantanal). Assumiu-se a ausência de desmatamento prévio em cada área selecionada.

BIOMA	ÁREA DESMATADA (HA)	DENSIDADE MÉDIA DE C (TONELADA/HA)	ESTOQUE DE CARBONO (TONELADA)	EMIÇÃO CO ₂ (TONELADA)
Amazônia	500		99.792	366.236,64
Caatinga	500		18.964	69.597,88
Cerrado	500		11.356	41.676,52
Mata Atlântica	500		90.706	332.891,02
Pampa	500		7.416	27.216,72
Pantanal	500		14.203	52.125,01

Fonte: elaboração própria.

Tabela 3. Estimativas de emissão de CO₂eq decorrente de simulação de incêndio em uma área (polígono) de 500 ha previamente selecionada dentro de Unidades de Conservação em cada bioma. Assumiu-se a ausência de incêndio prévio em cada área selecionada.

BIOMA/TIPO VEGETAÇÃO*	ÁREA QUEIMADA (HA)	DENSIDADE MÉDIA DE C (TONELADA/HA)	ESTOQUE C (TONELADA)	EMISSÃO DE CO ₂ EQ (TONELADA)
Amazônia (vegetação florestal)	500	199,2	99.792	50.454,8
Cerrado (vegetação savânica)	500	22,7	11.356	13.098,0
Pantanal (vegetação campestre)	500	28,3	14.203	16.381,7

*Os resultados são fornecidos por tipo de vegetação para ficar em conformidade com a recomendação do IPCC (2006) quando dos cálculos de Fator de Emissão (FE). Aqui são citados exemplos apenas para Amazônia, Cerrado e Pantanal, mas os FE também podem ser utilizados para os demais biomas.
Fonte: elaboração própria.

Da metodologia de precificação das emissões para fins de definição do valor da condenação

Considerando todas as contribuições recebidas desde a consulta pública de 2022, passando pela audiência pública de julho de 2023 e pelos aportes trazidos pelos membros colaboradores do Grupo de Trabalho integrados na Portaria CNJ n. 284/2023, o protocolo sumariza as principais 33 metodologias de precificação apresentadas no curso de seus trabalhos, com a indicação conclusiva.

Preços de mercados de carbono

Diversas contribuições na Audiência Pública de 27 de julho de 2023 e nas discussões conduzidas pelo Grupo de Trabalho abordaram preços de mercados de carbono. Por exemplo, Natascha Trennepohl e Ramiro Peres destacaram que a precificação do mercado voluntário seria demasiado volátil e instável para utilização pelo Poder Judiciário. Isso ocorre porque preços em mercados representam a interação entre oferta e demanda. Não refletem a danosidade climática, mas obrigações de demanda e custos de oferta. Existem três tipos de mercados de carbono: o mercado internacional voluntário, os mercados jurisdicionais regulados (também chamados de mercados de emissões – v. “mercados de carbono regulados” no Glossário) e mercados internacionais regulados. Como será analisado a seguir, seus preços variam entre eles e dentro deles.

O mercado voluntário internacional de carbono transaciona créditos de carbono certificados. A oferta são projetos que mitigam emissões de uma certa atividade. A demanda são indivíduos ou empresas com metas de redução de emissões que usam, de forma transitória, tais créditos para ajudar na sua consecução. Embora seja um mercado que tem crescido

33 Não foi objeto de análise pelo Grupo de Trabalho eventuais preços de carbono adotados internamente por empresas brasileiras para acompanharem seus respectivos impactos internos no cumprimento de metas climáticas. O Grupo de Trabalho não analisou se, nesses casos, seria mais adequado que o valor utilizado em ações judiciais a que essas empresas eventualmente respondam se baseasse em tais preços internos – caso eles sejam superiores ao valor mínimo referido pelo protocolo. Por exemplo, a Vale usa um preço de US\$50/tCO₂e desde 2020 (<https://encurtador.com.br/mMQW7>), baseada nos valores do Relatório do Banco Mundial. Já o Banco Itaú usa um preço de apenas R\$27,76 (em 2022), com base na média de créditos de carbono adquiridos no mercado voluntário (<https://encurtador.com.br/ovwM6>). Sobre a precificação interna de carbono em empresas, ver Fabbris e Vecchiatti (2023).

muito nos últimos anos, representa uma fração muito pequena de esforços necessários globais de mitigação. As transações nesse mercado de créditos de projeto não se realizam por unidade, mas com partes da adicionalidade de mitigação do projeto. Cada projeto atrai preços distintos, dependendo dos seus atributos, e estimados por valores médios das vendas, além de apresentar uma variação grande em torno do valor médio. Em 2023, os preços médios para créditos florestais estiveram entre US\$ 10-15 tCO₂e, com variações de US\$ 5 a 50 tCO₂e.

A integridade de créditos vendidos em mercados voluntários tem sido questionada – como ilustram reportagens publicadas no último ano (Greenfield, 2023). Os correspondentes preços têm apresentado queda em razão de um excesso de oferta (Future demand, supply and prices for voluntary carbon credits: keeping the balance, 2021) – o que guarda semelhança com o **colapso** em 2012 do mercado de créditos do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL), criado pelo **Protocolo de Quioto** (Intergovernmental Panel on Climate Change, 2022).

Quanto aos mercados regulados, há 34 jurisdições (regiões, entes nacionais e subnacionais) que utilizam um sistema de mercado que estabelece uma meta agregada para um certo ano para os setores que desejam regular, além de definir como ela vai sendo reduzida ao longo do tempo (o chamado Cap-and-Trade Programme ou Emissions Trading System). Todo ano, a meta anual é convertida em cotas de emissão (direitos ou licenças) por tCO₂e, e as fontes reguladas têm de ter uma quantidade de cotas equivalente ao montante das suas emissões daquele ano. As cotas são leiloadas durante o ano e as fontes reguladas podem transacionar as cotas adquiridas também entre si. Fontes expostas ao comércio exterior recebem uma quantidade gratuita de cotas como proteção à competitividade. Em alguns casos, permite-se que a fonte regulada use créditos de carbono para uma parte pequena do total das emissões anuais, ao invés de cotas, de certas atividades não reguladas pelo mercado e com metodologias credenciadas.

O volume de transações desses mercados é 20 vezes maior do que o do voluntário, e seus preços são altamente variáveis (de US\$ 1 a 100 tCO₂e) entre as jurisdições – pois cada uma tem metas, escopo de setores regulados e custos de mitigação distintos (World Bank, 2023). No Brasil, o PL 412, aprovado no Senado Federal, cria um sistema semelhante, mas vale observar que sua implantação só deve ocorrer anos após a aprovação final.

Existirá também um mercado internacional de carbono regulado pelo Artigo 6 do Acordo de Paris, ainda em processo de regulamentação, para transações entre países signatários do Acordo, com o objetivo de ampliar a ambição das metas nacionais. Quando em operação, provavelmente em 2024 ou 2025, seus preços refletirão a demanda e a oferta dos países que se engajarem nessas trocas (Motta, 2023) e, portanto, não refletem a danosidade climática.

Preço-sombra (PS) da NDC

No Reino Unido e na França, os preços de carbono utilizados para avaliação de projetos são estimados a partir dos custos para atingir os compromissos de mitigação desses países (United States of America, 2020). No Brasil, isso poderia ser feito a partir das Contribuições Nacionalmente Determinadas (NDC, na sigla em inglês) referentes ao Acordo de Paris.

A terceira atualização da NDC Brasil iguala as metas de emissões absolutas, mas não altera a ambição da NDC original, de 2015/2016. É considerada um avanço porque compensa as variações a menor de medição dos inventários do ano base 2005 e, assim, não aumenta as emissões nacionais, como ocorria nas versões anteriores.

Nota-se que, nessa atualização, o Brasil também não utilizou quaisquer outros pressupostos ou abordagens metodológicas de indicadores de referência.

Dessa forma, as metas agora passam a ser:

- Limite de emissões de 1,32 GtCO₂e (redução de 48%) de gases do efeito estufa (GEE) até 2025.
- Limite de emissões de 1,20 GtCO₂e (redução de 53%) de GEE até 2030.

O preço-sombra de uma NDC seria o custo das últimas unidades mitigadas no país para atingir a meta da NDC. Logo, a sua estimativa depende da trajetória de atividades de mitigação adotada (Unterstell; La Rovere, 2022). Uma vez adotada uma trajetória, é possível estimar quanto custa a última unidade abatida para cada ano na trajetória de descarbonização. Como o país ainda não tem uma trajetória oficial, os estudos que medem o preço-sombra adotam suas próprias hipóteses de trajetória e, portanto, diferem nas suas estimativas. Por exemplo, Unterstell e La Rovere (2022, p. 7) propõem a precificação de carbono no valor de US\$ 19 para 2030 – o que seria responsável por apenas metade do esforço de mitigação, assumindo a redução prometida nas taxas de desmatamento.

O FMI e o Banco Mundial têm buscado calcular preços-sombra que quantifiquem, de forma geral, os custos de mitigação para convergir para trajetórias consistentes com os objetivos do Acordo de Paris, e não apenas com as NDCs de cada país – em especial, com a política de emissões líquidas zero a partir de 2050, proposta em Glasgow (2021). Um dos objetivos disso é chegar a uma proposta de preço mínimo global, como o de US\$75 em 2030 proposto pelo FMI (Parry; Black; Roaf, 2021). Relatório do Banco Mundial de 2017, organizado por N. Stern e J. Stiglitz, estima um preço-sombra global de US\$40-80 em 2020 e de US\$50-100 em 2030 (Stiglitz et al., 2017). Ele é citado pelo Guia de Análise de Custo-Benefício do Ministério da Economia (Brasil, 2021e) com a proposta de inclusão do preço sombra em sua lista de parâmetros.

Vale destacar que o preço-sombra representa custos de esforços de mitigação e não dano climático. Assim, sua utilização para o cálculo de danos refletiria não exatamente os prejuízos causados, mas os custos que o emissor impõe à sociedade brasileira para ela se adequar a uma trajetória consistente com objetivos climáticos normatizados.

Custo social do carbono (CSC)

O custo social do carbono (CSC) mede o valor presente das perdas com o aquecimento global e é estimado descontando os valores anuais a uma certa taxa de desconto. Do ponto de vista teórico e conceitual, o CSC reflete o valor econômico dos danos que a sociedade sofrerá com a mudança do clima ao longo do tempo. Portanto, o CSC é usualmente utilizado para orientar políticas climáticas e a instituição de preços compulsórios (i.e., tributação de carbono e mercados de emissões). Entretanto, as estimativas do CSC dependem do modelo de avaliação utilizado, das trajetórias temporais (econômica e de emissões) escolhidas, do escopo de danos que se considera (p. ex., se são incluídos prejuízos em todo o mundo e mortalidade aumentada) e da taxa de desconto adotada – fatores sobre os quais há desacordo entre economistas. Apesar disso, parece haver um consenso entre economistas de que o CSC é, em média, superior aos preços de carbono adotados no mundo (Drupp; Nesje; Schmidt, 2022)³⁴.

³⁴ Ver também *University of Chicago Booth School of Business* (2021).

Há na literatura vários estudos que apresentam estimativas de CSC (Rennert; Kingdon 2019, Alatorre et al. 2019). Esse valor pode ser medido tanto para todo o planeta como para regiões e países individualmente. Para cada nível territorial, a trajetória de danos vai diferir, e cada jurisdição terá seu CSC específico, ou seja, não se deve usar um valor de CSC estimado para uma jurisdição (ou mesmo para o planeta) para valorar danos em outra.

Alguns estudos calcularam valores de CSC para o Brasil (Ricke et al. 2018, Alatorre et al. 2019), e eles variam entre US\$ 20-30 tCO₂e³⁵. Não há, porém, estudo publicado e chancelado por órgão do governo brasileiro³⁶ que estime o CSC para o Brasil – como os há, p. ex., para Alemanha, de US\$248, e Canadá, de US\$45 (United States of America, 2020); nos Estados Unidos, onde o CSC foi definido em torno de US\$50 na Administração Obama, e há expectativa de revisão desse valor, a fim de refletir atualizações macroeconômicas e científicas (Rennert; Prest, 2022).

Valor do carbono no Fundo Amazônia

O Fundo Amazônia, criado em 1º de agosto de 2008 pelo Decreto n. 6.527, é formado por doações de países e empresas que desejam incentivar a redução de emissões oriundas do desmatamento de degradação florestal (REDD+). Todo ano, o Brasil estima suas reduções de emissões por desmatamento evitado em relação a uma série histórica, e tal volume de emissões é precificado a US\$ 5,00 por tCO₂e. Esse valor total pode ser sacado do fundo de doações para o ano seguinte, para financiar, a fundo perdido, investimentos e projetos de controle de desmatamento³⁷, seja por monitoramento, incentivo à renda sustentável da floresta e outros. Tal mecanismo é regulado pelo Artigo 5.º do Acordo de Paris e não se baseia em projetos de créditos de carbono, mas em resultados passados no controle do desmatamento. Os doadores não têm direito a créditos de carbono, mas a um certificado de colaboração. O preço de US\$ 5,00 tCO₂e foi acordado entre as partes doadoras e o governo brasileiro no primeiro contrato firmado entre eles. Embora não exista uma explicitação oficial do critério para essa escolha, o valor se alinha com os preços médios dos créditos de carbono por conservação florestal no mercado voluntário na época da criação do Fundo (Instituto de Pesquisa Ambiental da Amazônia, [2010]). Estudos mais recentes usam valores em torno de US\$ 20/tCO₂e como custo de mitigação para reflorestamento em florestas tropicais, inclusive no bioma Amazônia (Busch et al., 2019)³⁸.

Dessa forma, o valor correspondente ao Fundo Amazônia é resultado de uma decisão decorrente de um acordo entre diferentes partes – não representando, em sua concepção conceitual, a valoração do dano climático como efeito deletério gerado pelas emissões ou perdas de sumidouros e o dano social difuso no curso do tempo. Trata-se, contudo, do único valor por tonelada de carbono, ou carbono equivalente, definido por órgão oficial brasileiro neste momento.

A coordenação deste Grupo de Trabalho, ademais, oficiou ao BNDES indagando sobre as perspectivas de atualização do valor originalmente definido pelo Fundo. Em retorno, o BNDES reportou que existe hoje um diálogo com o Ministério do

35 Na literatura, esses valores geralmente são expressos em dólares americanos (US\$) de determinado período (p. ex., US\$ 2018). Contudo, para simplificar a discussão, não o faremos aqui.

36 Uma das exceções, que visa a fornecer subsídios para análises de custo-benefício em projetos de infraestrutura, sem caráter vinculante, é Campoli e Feijó (2022). A recomendação final das autoras (p. 23) é um preço de US\$11,18/tCO₂e em 2020 e US\$14,29 tCO₂e em 2030. Contudo, é notável que os preços resultantes do modelo das autoras, nenhum dos quais supera US\$ 8,91 (p. 22 – em valores de US\$ 2010) são marcadamente inferiores aos valores citados na própria meta-análise do artigo.

37 Sobre os projetos financiados pelo Fundo Amazônia, o Inpe mencionou, nos autos da ADO 59, apreciada pelo STF em 2022: o uso de recursos para a ampliação dos sistemas de monitoramento, antes restritos ao mapeamento dos biomas da Amazônia e do Cerrado, para outros quatro biomas, Pampa, Mata Atlântica, Caatinga e Pantanal; os projetos TerraClass e o Brazil Data Cube, que trabalham com imagens de sensoriamento remoto, o que permitiu identificar os processos de desmatamento e de ocupação do uso da terra.

38 Para um estudo focado no Brasil, ver Assunção et al. (2023).

Meio Ambiente e Mudança do Clima acerca da atualização desse valor, em função do longo tempo desde sua atribuição, porém ainda sem definição de valor ou data de atualização.

Conclusão sobre precificação

Considerando o exposto supra, é recomendável que magistradas e magistrados, ao utilizar um preço de carbono para quantificar o dano climático resultante de desmatamento ou incêndio florestal, não adotem um valor inferior àquele estabelecido para os contratos do Fundo Amazônia – que, atualmente, corresponde a US\$ 5,00 por tCO₂e. Quando tal preço for revisto, recomenda-se a adoção do valor atualizado – que deverá ser convertido para a moeda nacional (R\$) quando da condenação.

Essa recomendação leva em conta que, embora existam estudos acadêmicos de alta qualidade estimando preços de carbono em patamares superiores, o governo brasileiro ainda não definiu um valor para o custo social do carbono (nem para o preço sombra) para estimar o custo das externalidades sociais difusas causadas em cada unidade de emissão de GEE. Nas modelagens de outras jurisdições para definição do cálculo do custo social do carbono, a forma como as estimativas selecionam diferentes âmbitos geográficos de danos difusos varia, sendo que há modelagens que calculam o custo com base em danos globais (os efeitos totais das emissões sentidos em todo o mundo) e modelagens que se limitam a danos domésticos³⁹. Evidentemente, a modelagem escolhida e a extensão dos danos altera o custo social definido, assim como a taxa de desconto aplicada. No cenário brasileiro, de momento, não se sabe sequer qual será a modelagem escolhida e o impacto dessa escolha na definição valorativa correspondente.

Por evidente, essa estimativa de externalidade difusa, definida em um referencial oficial, será fundamental, porque subsidiará a consideração sobre a repercussão social que se agrega ao dano climático material, ambos citados pelo art. 14 da Resolução CNJ n. 433/2021. Assim, a recomendação deve ser interpretada, ao sugerir a adoção do valor supra, sem prejuízo da adoção posterior de um preço maior, que venha a ser estipulado por órgãos governamentais, a fim de orientar políticas climáticas, avaliações de políticas públicas e projetos de longo prazo, e mensurar os prejuízos causados pelas emissões em perspectiva difusa e intergeracional.

Em verdade, reputa-se fundamental a contribuição e o interesse do CNJ no desenvolvimento de estudos que visem estimar esse valor para o Brasil, de modo a contemplar adequadamente o dano climático em sua integralidade, com revisão periódica. Outrossim, o Grupo de Trabalho considera desejável rever as recomendações de precificação supra anualmente, visando mantê-las atualizadas em relação à literatura e às decisões normativas relevantes.

Por fim, o Grupo de Trabalho igualmente reputa fundamental abordar a exigência de que as condenações criminais relacionadas às condutas de desmatamentos e/ou incêndios florestais igualmente contemplarem a valoração do dano climático.

³⁹ Vale lembrar que o art. 14 da Resolução CNJ n. 433/2021 refere “mudança climática global”, donde se pode inferir que remete ao dano causado ao sistema climático como um todo.

Aplicação do art. 14 da Resolução CNJ n. 433/2021 em ações sobre crimes contra a flora (Lei n. 9.605/1998, Seção II)

Consoante constou no primeiro escopo do protocolo, a referência feita pela Resolução CNJ n. 433/2021 à expressão “ações ambientais” envolve tanto as ações judiciais cíveis quanto às ações criminais em matéria ambiental.

Muitos dos princípios a que se referiu este segundo escopo, reconhecidos no âmbito do Direito Ambiental, são rotineiramente invocados em casos envolvendo a responsabilidade civil por danos ao macrobem meio ambiente. Princípios como o da reparação integral, da prioridade da reparação in natura, do poluidor-pagador, da prevenção e da precaução constituem bases sólidas do tratamento a danos ambientais – e, por evidente, também do tratamento ao dano ao sistema climático.

Todavia, é preciso frisar que condutas danosas à flora que impliquem emissões de gases de efeito estufa podem receber tratamento também na seara penal. Embora, nessa esfera, a responsabilidade seja naturalmente subjetiva, e não objetiva, apenas se o agente criminoso pelos prejuízos, efetivos ou presumidos, por si causados ao meio ambiente, mais especificamente à flora, tudo na forma da Lei n. 9.605/1998, aplicando-se, assim, com as adaptações devidas, o mesmo quadro principiológico clássico do Direito Ambiental, associado ao quadro principiológico típico do Direito Penal.

Se a conduta danosa ao meio ambiente, considerada criminosa na forma da Lei n. 9.605/1998, implica também danos ao sistema climático, por ocasionar emissões indevidas de gases de efeito estufa, também essa circunstância danosa deve ser valorada pela magistrada ou pelo magistrado por ocasião da prolação de sentença, conforme previsto no art. 14 da Resolução CNJ n. 433/2021, em sua primeira parte.

O Grupo de Trabalho considera a existência de dois caminhos para essa valoração.

O primeiro é a inserção dos danos climáticos originados da conduta criminosa na avaliação conduzida pelas magistradas e magistrados na primeira fase da fixação da pena, orientada pelo art. 59 do Código Penal (Brasil, 2017a). Dispõe o dispositivo:

Art. 59 O juiz, atendendo à culpabilidade, aos antecedentes, à conduta social, à personalidade do agente, aos motivos, às circunstâncias e consequências do crime, bem como ao comportamento da vítima, estabelecerá, conforme seja necessário e suficiente para reprovação e prevenção do crime:

I - as penas aplicáveis dentre as cominadas;

II - a quantidade de pena aplicável, dentro dos limites previstos;

III - o regime inicial de cumprimento da pena privativa de liberdade;

IV - a substituição da pena privativa da liberdade aplicada, por outra espécie de pena, se cabível.

Nessa fase, o fato de a conduta criminosa contra a flora causar, também, emissões ilícitas, contribuindo para o agravamento do aquecimento do sistema climático, pode ser valorado como consequência negativa do crime para finalidade de definição da quantidade de pena aplicável.

Embora a maior parte dos crimes contra a flora previstos na Lei n. 9.605/1998 sejam formais, consumando-se apenas com a prática de uma dada conduta sem a devida licença ambiental ou autorização de supressão de vegetação pertinente, é importante mencionar que esses atos autorizativos são justamente o parâmetro definidor do caráter admissível de uma supressão vegetal e das emissões correspondentes. Com frequência, para que a supressão seja permitida, são exigidas medidas compensatórias, inclusive de recomposição de áreas similares ou maiores àquela afetada. A Lei da Mata Atlântica, por exemplo, prevê, no art. 17, caput:

Art. 17. O corte ou a supressão de vegetação primária ou secundária nos estágios médio ou avançado de regeneração no Bioma Mata Atlântica, autorizados por esta Lei, ficam condicionados à compensação ambiental, na forma da destinação de área equivalente à extensão da área desmatada, com as mesmas características ecológicas, na mesma bacia hidrográfica, sempre que possível na mesma microbacia hidrográfica e, nos casos previstos nos arts. 30 e 31, ambos desta Lei, em áreas localizadas no mesmo Município ou região metropolitana.

A sindicabilidade ínsita aos mecanismos autorizadores de intervenções ambientais confere à supressão autorizada impacto mensurável e controlável sobre o meio ambiente e sobre o sistema climático, adotando-se os mecanismos de minoração de danos necessários, inclusive de eventuais danos climáticos. A ausência de atos autorizativos torna descontroladas as emissões, que não são mensuradas nem objeto de composição mediante medidas de reflorestamento alternativo ou compensações. Nesse sentido, há distinção de natureza material entre emissões derivadas de condutas lícitas e de condutas ilícitas sobre a flora, o que permite a valoração das emissões ilícitas e de sua colaboração para as mudanças climáticas como consequência negativa do crime, na forma do artigo 59 do Código Penal.

Por outro lado, admite-se, na seara do Direito Penal, a fixação de reparação mínima de danos gerados pela conduta criminosa. Nesse sentido, o art. 91 do Código Penal assevera:

Art. 91. São efeitos da condenação:

I – tornar certa a obrigação de indenizar o dano causado pelo crime;

[...]

O Código de Processo Penal também trata do assunto, estipulando:

Art. 387. O juiz, ao proferir sentença condenatória:

[...]

IV – fixará valor mínimo para reparação dos danos causados pela infração, considerando os prejuízos sofridos pelo ofendido;

[...]

A própria Lei de Crimes Ambientais (Lei n. 9.605/1998) traz norma específica aplicável aos delitos contra o meio ambiente, afirmando:

Art. 20. A sentença penal condenatória, sempre que possível, fixará o valor mínimo para reparação dos danos causados pela infração, considerando os prejuízos sofridos pelo ofendido ou pelo meio ambiente.

Parágrafo único. Transitada em julgado a sentença condenatória, a execução poderá efetuar-se pelo valor fixado nos termos do caput, sem prejuízo da liquidação para apuração do dano efetivamente sofrido.

A inserção eventual do dano climático no rol de prejuízos a serem reparados pelo infrator é viável, na medida em que o conceito de “prejuízos sofridos pelo meio ambiente”, trazido pelo art. 20 da Lei n. 9.605/1998, incorpora os prejuízos sofridos pelo sistema climático. Relembre-se de que o sistema climático é componente indissociável do macrobem meio ambiente. Não havendo, por conseguinte, vedação explícita a essa reparação em específico, ela se torna legalmente admissível.

Não obstante, o Grupo de Trabalho reconhece ser ainda um desafio, no âmbito do processo penal, a condução de debate tão complexo como o que diz respeito à expressão pecuniária de danos climáticos. Cumpre lembrar que o Superior Tribunal de Justiça exige, para que haja essa reparação mínima fixada em sentença, que tenha havido na fase de conhecimento a sujeição do quantum indenizatório ao contraditório entre as partes. Por essa razão, a denúncia oferecida, caso apresente estimativa pecuniária dos danos, pode ser traduzida sob a forma da metodologia supra exposta, assegurando-se o respeito ao contraditório e à ampla defesa.

PARTE IV – SUGESTÕES FINAIS

Consoante exposto em várias passagens deste protocolo, é salutar que o CNJ contribua em diálogo interinstitucional para a definição valorativa do custo social do carbono no Brasil, com o apoio da sociedade civil, das instituições públicas e privadas e da academia. Sugere-se a criação de um fórum permanente com participação social. Recomenda-se que o CNJ fomente novos estudos focados na realidade brasileira para que o custo do carbono no Brasil (referencial a ser buscado) reflita aspectos sociais e territoriais dos biomas brasileiros, com a participação da população que ocupa esses territórios. Reforça-se o fundamental desenvolvimento de diálogo entre os sistemas de reparação em juízo e de regulação do preço de carbono.

De outra parte, considerando a necessidade de prosseguimento dos trabalhos para estabelecer diretrizes destinadas à implementação da Resolução CNJ n. 433/2021, sugere-se a continuidade das atividades para elaboração de outros instrumentos, a partir da definição, na nova composição do Conselho Nacional de Justiça, de conselheiro ou conselheira responsável pelo acompanhamento da implementação da Política Nacional do Poder Judiciário para o Meio Ambiente.

REFERÊNCIAS

- AALDE, Harald et al. Chapter 472: Generic Methodologies Applicable to Multiple Land-Use Categories. Paris: IPCC, 2006. (Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories).
- ALATORRE, José Eduardo; CABALLERO, Karina; FERRER, Jimmy; GALINDO, Luiz Miguel. El costo social del carbono: una visión agregada desde América Latina. Santiago: Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), 2019.
- ALTMAN, Alexandre. Instrumentos jurídicos para a tutela dos serviços ecossistêmicos. Tese (Doutorado em Direito) – Faculdade de Direito de Coimbra, Coimbra, fev. 2019. p. 46.
- ARAÚJO, Fernando Moreira de; FERREIRA, Laerte Guimarães; ARANTES, Arielle Elias. Distribution patterns of burned areas in the Brazilian Biomes: an analysis based on satellite data for the 2002-2010 period. *Remote Sensing*, v. 4, p. 1929-1946, 2012.
- ARCHER, D. et al. Atmospheric lifetime of fossil fuel carbon dioxide. *Annual Review of Earth and Planetary Science*, n. 37, p. 117-134, 2009.
- ARCHER, D.; BROVKIN, V. The millennial atmospheric lifetime of anthropogenic CO₂. *Climatic Change*, n. 90, p. 283-297, 2008.
- ARIAS, P. A. et al. Technical summary. In: MASSON-DELMOTTE, V. et al. (ed.). *Climate change 2021: the physical science basis: contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge, UK: Cambridge University Press, 2021. p. 51. Disponível em: <https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/#TS>. Acesso em: 25 nov. 2023.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 14653-6: recursos naturais e ambientais: apresentação. Rio de Janeiro, 2011.
- ASSUNÇÃO, Juliano J.; HANSEN, Lars Peter; MUNSON, Todd; SCHEINKMAN, José. Carbon prices and forest preservation over space and time in the Brazilian Amazon. Working Paper do Becker Friedman Institute, [Chicago], n. 86, 2023. Disponível em: www.doi.org/10.2139/ssrn.4414217. Acesso em: 22 nov. 2023.
- AVALIAÇÃO ECOSISTÊMICA DO MILÊNIO. Relatório-síntese da avaliação ecossistêmica do milênio: minuta final. Nações Unidas. Disponível em: <https://www.millenniumassessment.org/documents/document.446.aspx.pdf>. Acesso em: 15 nov. 2023.
- BAHIA. Ministério Público do Estado da Bahia. Nota Técnica 001/2021 – Centro de Apoio às Promotorias de Meio Ambiente e Urbanismo: metodologia de valoração econômica do dano ambiental. Fundamentos legais e técnicos. Salvador: MPBA, 5 jul. 2021. Disponível em: https://www.mpba.mp.br/sites/default/files/area/meio_ambiente/2021/nota-tecnica-ceama-2021-001-v2.pdf. Acesso em: 12 de nov. 2023.
- BELMONT, Mariana (org.). *Racismo ambiental e emergências climáticas no Brasil*. São Paulo: Instituto de Referência Negra Peregum: Oralituras, 2023.
- BENJAMIN, Antônio Herman. Responsabilidade civil pelo dano ambiental. *Revista de Direito Ambiental*, São Paulo, ano 3, n. 9, p. 48-49, jan./mar. 1998.
- BOUNWER, Laurens M. et al. Loss and damage from climate change. Concepts, methods and policy options. [S. l.]: Springer Open, 2019.
- BRAGANÇA, Ana Carolina Haliuc et al. Climate lawsuits could protect Brazilian Amazon. *Science*, Washington, D.C., v. 373, p. 403-404, 2021.

BRASIL. Lei n. 6.938, de 31 de agosto de 1981. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências. Brasília, DF: Presidência da República, [1981]. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l6938.htm. Acesso em: 21 dez. 2023.

BRASIL. Decreto n. 2.652, de 1º de julho de 1998. Promulga a Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima, assinada em Nova York, em 9 de maio de 1992. Brasília, DF: Presidência da República, [1992]. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/d2652.htm. Acesso em: 21 dez. 2023.

BRASIL. Decreto n. 1.282, de 19 de outubro de 1994. Regulamenta os arts. 15, 19, 20 e 21 da Lei n. 4.771, de 15 de setembro de 1965, e dá outras providências. Brasília, DF: Presidência da República, [1994]. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/1990-1994/d1282.htm. Acesso em: 21 dez. 2023.

BRASIL. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. Portaria n. 48, de 10 de julho de 1995. Disciplina a exploração das florestas primitivas da bacia amazônica e demais formas de vegetação arbórea natural somente permitindo através de manejo florestal sustentável conforme regulamentação estabelecida nesta portaria. Brasília, DF: Ibama, [1995]. Disponível em: <https://www.ibama.gov.br/sophia/cnia/legislacao/IBAMA/PT0048-100795.PDF>. Acesso em: 21 dez. 2023.

BRASIL. Lei n. 9.605, de 12 de fevereiro de 1998. Dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, e dá outras providências. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, p. 1, 13 fev. 1998. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9605.htm. Acesso em: 21 dez. 2023.

BRASIL. Superior Tribunal de Justiça. Recurso Especial 605323/MG. Processo civil. Direito ambiental. Ação civil pública para tutela do meio ambiente. Obrigações de fazer, de não fazer e de pagar quantia. Possibilidade de cumulação de pedidos art. 3.º da Lei 7.347/85. Interpretação sistemática. Art. 225, § 3.º, da CF/88, arts. 2.º e 4.º da Lei 6.938/81, art. 25, IV, da Lei 8.625/93 e art. 83 do CDC. Princípios da prevenção, do poluidor-pagador e da reparação integral. Relator: Min. Teori Albino Zavascki, 18 de agosto de 2005. Brasília, DF: STJ, 2005. Disponível em: https://processo.stj.jus.br/processo/pesquisa/?src=1.1.3&aplicacao=processos.ea&tipoPesquisa=tipoPesquisaGenerica&num_registro=200301950519. Acesso em: 12 dez. 2023.

BRASIL. Superior Tribunal de Justiça (1.ª Turma). Recurso Especial 598.281/MG. Processual civil. Ação civil pública. Dano ambiental. Dano moral coletivo. Necessária vinculação do dano moral à :noção de dor, de sofrimento psíquico, de caráter individual. Recorrente: Ministério Público do Estado de Minas Gerais. Recorrido: Município de Uberlândia. Relator para acórdão: Min. Teori Albino Zavascki, 2 de maio de 2006. Diário da Justiça: seção 1, Brasília, DF, ano 81, n. 104, p. 147, 1 jun. 2006. Disponível em: https://scon.stj.jus.br/SCON/GetInteiroTeorDoAcordao?num_registro=200301786299&dt_publicacao=01/06/2006. Acesso em: 12 dez. 2023.

BRASIL. Lei n. 12.187, de 29 de dezembro de 2009. Institui a Política Nacional sobre Mudança do Clima (PNMC) e dá outras providências. Brasília, DF: Presidência da República, [2009]. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2009/lei/l12187.htm. Acesso em: 12 dez. 2023.

BRASIL. Superior Tribunal de Justiça (2.ª Turma). Recurso Especial 1.057.274/RS. Administrativo. Transporte. Passe livre. Idosos. Dano moral coletivo. Desnecessidade de comprovação da dor e de sofrimento. Aplicação exclusiva ao dano moral individual. Recorrente: Ministério Público do Estado do Rio Grande do Sul. Recorrido: Empresa Bento Gonçalves de Transportes Ltda. Relatora: min. Eliana Calmon, 1 dez. 2009. Diário de Justiça Eletrônico do STJ, Brasília, DF, 26 fev. 2010. Disponível em: https://scon.stj.jus.br/SCON/GetInteiroTeorDoAcordao?num_registro=200801044981&dt_publicacao=26/02/2010. Acesso em: 12 dez. 2023.

BRASIL. Superior Tribunal de Justiça (2.ª Turma). Recurso Especial 1.058.222/SP. Processual civil e ambiental. Ofensa ao art. 535 do CPC não configurada. Prova pericial. Comprovação do dano e do nexa causal. Súmula 7/STJ. Averbação da reserva

legal. Obrigação propter rem. Recorrente: Paulo Raphael Jafet e outros. Recorrido: Ministério Público do Estado de São Paulo. Relator: Min. Herman Benjamin, 3 set. 2009. Diário da Justiça Eletrônico do STJ, Brasília, DF, 4 maio 2011. Disponível em: https://scon.stj.jus.br/SCON/GetInteiroTeorDoAcordao?num_registro=200801064468&dt_publicacao=04/05/2011. Acesso em: 12 dez. 2023.

BRASIL. Lei n. 12.651 de 25 de maio de 2012. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis n. 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis n. 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória n. 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências. Brasília, DF: Presidência da República, 2012a. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/l12651.htm. Acesso em: 12 dez. 2023.

BRASIL. Superior Tribunal de Justiça. Recurso Especial 1198727/MG. Administrativo. Ambiental. Ação civil pública. Desmatamento de vegetação nativa (Cerrado) sem autorização da autoridade ambiental. Danos causados à biota. Interpretação dos Arts. 4.º, VII, e 14, § 1.º, da Lei 6.938/1981, e do Art. 3.º da Lei 7.347/85. Princípios da reparação integral, do poluidor-pagador e do usuário-pagador. Possibilidade de cumulação de obrigação de fazer (Reparação da área degradada) e de pagar quantia certa (Indenização). Reduction Ad Pristinum Statum. Dano ambiental intermediário, residual e moral coletivo. Art. 5.º da Lei de Introdução ao Código Civil. Relator: min. Herman Benjamin, 14 ago. 2012. Brasília, DF: STJ, 2012b. Disponível em: https://scon.stj.jus.br/SCON/GetInteiroTeorDoAcordao?num_registro=201001113499&dt_publicacao=09/05/2013. Acesso em: 12 dez. 2023.

BRASIL. Superior Tribunal de Justiça (2.ª Turma). Recurso Especial 1.198.727/MG. Administrativo. Ambiental. Ação civil pública. Desmatamento de vegetação nativa (cerrado) sem autorização da autoridade ambiental. Danos causados à biota. Recorrente: Ministério Público do Estado de Minas Gerais. Recorrido: Pedro Paulo Pereira. Relator: min. Herman Benjamin, 14 ago. 2012. Diário da Justiça Eletrônico do STJ, Brasília, DF, 9 maio 2013. Disponível em: https://scon.stj.jus.br/SCON/GetInteiroTeorDoAcordao?num_registro=201001113499&dt_publicacao=09/05/2013. Acesso em: 12 dez. 2023.

BRASIL. Superior Tribunal de Justiça. Recurso Especial 1255127/MG. Administrativo. Ambiental. Ação civil pública. Desmatamento em área de preservação permanente, sem autorização da autoridade ambiental. Danos causados à biota. Interpretação dos arts. 4.º, VII, e 14, § 1.º, da Lei 6.938/1981 e do art. 3.º da Lei 7.347/85. Princípios da reparação integral, do poluidor-pagador e do usuário-pagador. Possibilidade de cumulação de obrigação de fazer (reparação da área degradada) e de pagar quantia certa (indenização). Reduction ad pristinum statum. Dano ambiental intermediário, residual e moral coletivo. Art. 5.º da Lei de Introdução ao Código Civil. Interpretação in dubio pro natura da norma ambiental. Relator: min. Herman Benjamin, 18 de agosto de 2016. Brasília, DF: STJ, 2016. Disponível em: https://processo.stj.jus.br/processo/pesquisa/?src=1.1.3&aplicacao=processos.ea&tipoPesquisa=tipoPesquisaGenerica&num_registro=201100914990. Acesso em: 12 dez. 2023.

BRASIL. Código Penal – Decreto-Lei n. 2.848, de 7 de dezembro de 1940. Brasília: Senado Federal, Coordenação de Edições Técnicas, 2017a.

BRASIL. Decreto n. 9.073, de 5 de junho de 2017. Promulga o Acordo de Paris sob a Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima, celebrado em Paris, em 12 de dezembro de 2015, e firmado em Nova Iorque, em 22 de abril de 2016. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, p. 3-7, 6 jun. 2017. 2017b.

BRASIL. Superior Tribunal de Justiça. Agravo Interno no Recurso Especial 1196027/RS. Processual civil. Ação civil pública por dano ambiental. Recuperação da área degradada. Medida suficiente à reparação. Indenização pecuniária. Condenação. Afastamento no caso concreto. Súmula 7 do STJ. Incidência. Relator: min. Gurgel de Faria, 21 fev. 2017. Brasília, DF: STJ, 2017c. Disponível em: https://processo.stj.jus.br/processo/pesquisa/?src=1.1.3&aplicacao=processos.ea&tipoPesquisa=tipoPesquisaGenerica&num_registro=201000955351. Acesso em: 12 dez. 2023.

BRASIL. Conselho Nacional de Justiça. Corregedoria. Provimento n. 85 de 19 de agosto de 2019. Dispõe sobre a adoção dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável, da Agenda 2030, pelas Corregedorias do Poder Judiciário e pelo Serviço Extrajudicial. Diário da Justiça eletrônico (DJe) [do] Conselho Nacional de Justiça, Brasília, DF, n. 170/2019, p. 14, 20 ago. 2019. 2019a.

BRASIL. Superior Tribunal de Justiça (2.ª Turma). Agravo Interno no Recurso Especial 1.701.573/PE. Administrativo. Responsabilidade civil. Danos decorrentes de transporte de cargas com excesso de peso em rodovias federais. Agravante: Ministério Público. Agravado: Guarany Siderurgia e Mineração S.A. Relator: min. Francisco Falcão, 20 de agosto de 2019. Diário da Justiça Eletrônico do STJ, Brasília, DF, 2 set. 2019. 2019b. Disponível em: https://scon.stj.jus.br/SCON/GetInteiroTeorDoAcordao?num_registro=201702549210&dt_publicacao=02/09/2019. Acesso em: 11 dez. 2023.

BRASIL. Superior Tribunal de Justiça (2.ª Turma). Recurso Especial 1.574.350/SC. Administrativo e processual civil. Direito ao trânsito seguro. Arts. 1.º, 99 e 231, V, do Código de Trânsito Brasileiro (CTB) (Lei 9. 503/1997). Tráfego de veículos de carga com excesso de peso. Recorrente: Ministério Público Federal. Recorrido: Bendo Transportes e Consultoria Ltda. Relator: min. Herman Benjamin, 3 out. 2017. Diário de Justiça Eletrônico do STJ, Brasília, DF, 6 mar. 2019. 2019c. Disponível em: https://scon.stj.jus.br/SCON/GetInteiroTeorDoAcordao?num_registro=201503154584&dt_publicacao=06/03/2019. Acesso em: 12 dez. 2023.

BRASIL. Conselho Nacional de Justiça. Presidência. Portaria n. 241 de 10 de novembro de 2020. Institui o Grupo de Trabalho “Observatório do Meio Ambiente e das Mudanças Climáticas do Poder Judiciário”. Diário da Justiça eletrônico (DJe) [do] Conselho Nacional de Justiça, Brasília, DF, n. 358, p. 8-9, de 11 nov. 2020. 2020a.

BRASIL. Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações. Quarta comunicação nacional do Brasil à UNFCCC. Brasília, DF: MCTI, 2020b. Disponível em: <https://repositorio.mcti.gov.br/handle/mctic/4782>. Acesso em: 29 nov. 2023.

BRASIL. Superior Tribunal de Justiça (2.ª Turma). Recurso Especial 1.642.723/RS. Administrativo e processual civil. Ação civil pública. Danos decorrentes de transporte de cargas com excesso de peso em rodovias federais. Recorrente: Ministério Público Federal. Recorrido: Agricom Comércio Atacadista de Cereais Ltda. Relator: min. Herman Benjamin, 10 dez. 2019. Diário da Justiça Eletrônico do STJ, Brasília, DF, 25 maio 2020. 2020c. Disponível em: https://scon.stj.jus.br/SCON/GetInteiroTeorDoAcordao?num_registro=201603087981&dt_publicacao=25/05/2020. Acesso em: 12 dez. 2023.

BRASIL. Superior Tribunal de Justiça (2.ª Turma). Agravo Interno no Recurso Especial 1.688.885/SP. Ambiental e processual civil. Área de preservação permanente. Reserva legal. Dano. Obrigação de recuperar área degradada. Termo de Ajustamento de Conduta (TAC). Agravante: Valdemir Gasparin; Maria Solange Serles Gasparin. Agravado: Ministério Público do Estado de São Paulo. Relator: min. Herman Benjamin, 1 set. 2020. Diário de Justiça Eletrônico do STJ, Brasília, DF, p. 107, 20 out. 2020. 2020d. Disponível em: https://scon.stj.jus.br/SCON/GetInteiroTeorDoAcordao?num_registro=201701867122&dt_publicacao=20/10/2020. Acesso em: 12 dez. 2023.

BRASIL. Superior Tribunal de Justiça. Agravo em Recurso Especial 1677537/RS. Administrativo. Ambiental. Ação civil pública. Dano ambiental. Negativa de prestação jurisdicional. Não ocorrência. Extração de recursos minerais. Ausência de autorização e licenças ambientais imperiosas. Reparação integral do dano ambiental. Medidas para recuperação e compensação pelo período em que foram desrespeitadas as normas ambientais. Cabível a cumulação das condenações in casu. Precedentes. Relator: min. Francisco Falcão, 27 out. 2020. Brasília, DF: STJ, 2020e. Disponível em: https://processo.stj.jus.br/processo/pesquisa/?src=1.1.3&aplicacao=processos.ea&tipoPesquisa=tipoPesquisaGenerica&num_registro=202000577348. Acesso em: 12 dez. 2023.

BRASIL. Conselho Nacional de Justiça. Presidência. Portaria n. 326 de 16 dez. 2021. Altera a Portaria n. 241/2020, que instituiu o Grupo de Trabalho “Observatório do Meio Ambiente do Poder Judiciário”. Diário da Justiça eletrônico (DJe) [do] Conselho Nacional de Justiça, Brasília, DF, n. 320, p. 3-5, 17 dez. 2021. 2021ª.

BRASIL. Conselho Nacional de Justiça. Presidência. Resolução n. 433 de 27 de outubro de 2021. Institui a Política Nacional do Poder Judiciário para o Meio Ambiente. Diário da Justiça eletrônico (DJe) [do] Conselho Nacional de Justiça, Brasília, DF, n. 284, p. 5-8, 3 nov. 2021. 2021b.

BRASIL. Lei n. 14.119, de 13 de janeiro de 2021. Institui a Política Nacional de Pagamento por Serviços Ambientais; e altera as Leis n. 8.212, de 24 de julho de 1991, 8.629, de 25 de fevereiro de 1993, e 6.015, de 31 de dezembro de 1973, para adequá-las à nova política. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, p. 7, col. 2, 14 jan. 2021. 2021c. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2021/lei/L14119.htm. Acesso em: 21 dez. 2023.

BRASIL. Lei n. 14.119 de 13 de janeiro de 2021. Institui a Política Nacional de Pagamento por Serviços Ambientais; e altera as Leis n. 8.212, de 24 de julho de 1991, 8.629, de 25 de fevereiro de 1993, e 6.015, de 31 de dezembro de 1973, para adequá-las à nova política. Brasília, DF: Presidência da República, 2021d. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2021/lei/L14119.htm. Acesso em: 12 dez. 2021.

BRASIL. Ministério da Economia. Secretaria Especial de Produtividade e Competitividade. Guia geral de análise socioeconômica de custo-benefício de projetos de investimento em infraestrutura. Versão 2. Brasília: SDI/ME, 2021e.

BRASIL. Superior Tribunal de Justiça (2.^a Turma). Recurso Especial 1.745.033/RS. Administrativo. Ação civil pública. Proteção do mar e corais. Pesca predatória de arrasto. Art. 6.^º, I e II, e parágrafo 7.^º, alínea D, da Lei 11.959/2009. Anomia jurídico-ecológica. Poder de polícia ambiental. Dano aos recursos marinhos. Cumulação de obrigações de fazer e de não fazer com indenização pecuniária. Recorrente: Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (Ibama). Recorrido: Isaac João Gonçalves; J. Gonçalves Comércio de Pescados Ltda. Relator: min. Herman Benjamin, 20 out. 2020. Diário da Justiça Eletrônico do STJ, Brasília, DF, 17 dez. 2021. 2021f. Disponível em: https://scon.stj.jus.br/SCON/GetInteiroTeorDoAcor-dao?num_registro=201801312139&dt_publicacao=17/12/2021. Acesso em: 12 dez. 2023.

BRASIL. Superior Tribunal de Justiça. Recurso Especial 1.911.299/CE. Recorrente: Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Renováveis (Ibama). Recorrido: Carlos Alberto Odorico de Moraes Filho. Relator: ministro Og Fernandes, 19 mar. 2021. Diário de Justiça Eletrônico do STJ, Brasília, DF, n. 3113 de 23 mar. 2021. 2021g. Disponível em: https://processo.stj.jus.br/processo/dj/documento/mediado/?tipo_documento=documento&componente=MON&sequencial=122388324&tipo_documento=documento&num_registro=202003342034&data=20210323&tipo=0&formato=PDF. Acesso em: 12 dez. 2023.

BRASIL. Congresso Nacional. Senado Federal. Projeto de Lei n. 412, de 2022. Regulamenta o Mercado Brasileiro de Redução de Emissões (MBRE), previsto pela Lei n. 12.187, de 29 de dezembro de 2009, e altera as Leis n. 11.284, de 2 de março de 2006; 12.187 de 29 de dezembro de 2009; e 13.493 de 17 de outubro de 2017. Brasília, DF: Senado Federal, [2022a]. Disponível em: <https://www.camara.leg.br/proposicoesWeb/fichadetramitacao?idProposicao=2397761>. Acesso em: 21 dez. 2023.

BRASIL. Conselho Nacional de Justiça. Presidência. Portaria n. 409 de 28 de novembro de 2022. Designa os colaboradores do Laboratório de Inovação e Objetivos de Desenvolvimento Sustentável do Conselho Nacional de Justiça (Liods/CNJ). Diário da Justiça eletrônico (DJe) [do] Conselho Nacional de Justiça, Brasília, DF, n. 306, p. 10-11, 7 dez. 2022. 2022b.

BRASIL. Conselho Nacional de Justiça. Presidência. Recomendação n. 123 de 7 jan. 2022. Recomenda aos órgãos do Poder Judiciário brasileiro a observância dos tratados e convenções internacionais de direitos humanos e o uso da jurisprudência da Corte Interamericana de Direitos Humanos. Diário da Justiça eletrônico (DJe) [do] Conselho Nacional de Justiça, Brasília, DF, n. 7, p. 5-6, 11 jan. 2022. 2022c.

BRASIL. Superior Tribunal de Justiça (2.^a Turma). Recurso Especial 1.845.200/SC. Processual civil. Administrativo. Ambiental. Ação civil pública. Recurso especial. Dano intercorrente (interino, transitório, temporário, intermediário, provisório). Indenização pecuniária. Recorrente: Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (Ibama). Recorrido: Colônia de Pescadores Z-31. Relator: min. Og Fernandes, 16 ago. 2022. Diário da Justiça Eletrônico do STJ, Brasília, DF, 6 set. 2022.

2022d. Disponível em: https://scon.stj.jus.br/SCON/GetInteiroTeorDoAcordao?num_registro=201902064232&dt_publicacao=06/09/2022. Acesso em: 12. dez. 2023.

BRASIL. Supremo Tribunal Federal. ADO 59. Ação direta de inconstitucionalidade por omissão. Omissão inconstitucional da União quanto à implementação das prestações normativas e materiais de proteção da área compreendida como Amazônia Legal. O inadimplemento dos deveres constitucionais de tutela do meio ambiente pela União Federal, materializado na ausência de políticas públicas [...]. Relatora: min. Rosa Weber, 3 nov. 2022. Brasília, DF: STF, 2022e.

BRASIL. Supremo Tribunal Federal. Arguição de Descumprimento de Preceito Fundamental 708 / DF – Distrito Federal. Direito constitucional ambiental. Arguição de Descumprimento de Preceito Fundamental. Fundo Clima. Não destinação dos recursos voltados à mitigação das mudanças climáticas. Inconstitucionalidade. Violação a compromissos internacionais. Relator: min. Roberto Barroso, 28 set. 2022. Brasília, DF: STF, 2022f. Disponível em: <https://jurisprudencia.stf.jus.br/pages/search/sjur470395/false>. Acesso em: 12 dez. 2023.

BRASIL. Conselho Nacional de Justiça. Presidência. Portaria n. 104 de 14 abr. 2023. Designa juíza colaboradora da Comissão Permanente de Acompanhamento dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável e da Agenda 2030 e cria Grupo de Trabalho para subsidiar o controle de cumprimento relativo à Resolução CNJ n. 347/2020, sob o ponto de vista da sustentabilidade e da implementação da Agenda 2030. Diário da Justiça eletrônico (DJe) [do] Conselho Nacional de Justiça, Brasília, DF, n. 92/2023, p. 4-5, 8 maio 2023. 2023a.

BRASIL. Conselho Nacional de Justiça. Presidência. Portaria n. 176 de 3 de julho de 2023. Cria Grupo de Trabalho para subsidiar tecnicamente o controle de cumprimento do art. 14 da Resolução CNJ n. 433/2021, sob o ponto de vista da definição de diretrizes para quantificação dos danos ambientais. Diário da Justiça eletrônico (DJe) [do] Conselho Nacional de Justiça, Brasília, DF, n. 160, p. 2-3, 18 jun. 2023. 2023b.

BRASIL. Conselho Nacional de Justiça. Presidência. Portaria n. 284 de 27 de outubro de 2023. Altera a Portaria CNJ n. 176/2023, que cria Grupo de Trabalho para subsidiar tecnicamente o controle de cumprimento do art. 14 da Resolução CNJ n. 433/2021, sob o ponto de vista da definição de diretrizes para quantificação dos danos ambientais. Diário da Justiça eletrônico (DJe) [do] Conselho Nacional de Justiça, Brasília, DF, n. 262, p. 2, 30 out. 2023. 2023c.

BRASIL. Superior Tribunal de Justiça. Agravo em Recurso Especial 2.216.835/MT. Agravante: Ministério Público do Estado de Mato Grosso. Agravado: Gerson de Sousa Almeida. Relator: min. Francisco Falcão, 19 jan. 2023. Diário da Justiça Eletrônico do STJ, Brasília, DF, 2 fev. 2023. 2023d. Disponível em: https://processo.stj.jus.br/processo/dj/documento/mediado/?tipo_documento=documento&componente=MON&sequencial=175287430&tipo_documento=documento&num_registro=202203039271&data=20230202&tipo=0&formato=PDF. Acesso em: 12 dez. 2023.

BRASIL. Superior Tribunal de Justiça (2.ª Turma). Recurso Especial. 1.989.778/MT. Ambiental e civil. ação civil pública. Desmatamento de floresta nativa do bioma amazônico. Indenização por danos morais coletivos. Recorrente: Ministério Público do Estado do Mato Grosso. Recorrido: Fabiano Nichele. Relatora: min. Assusete Magalhães, 19 de setembro de 2023. Diário da Justiça Eletrônico do STJ, Brasília, DF, 22 set. 2023. 2023e. Disponível em: https://scon.stj.jus.br/SCON/GetInteiroTeorDoAcordao?num_registro=201702549210&dt_publicacao=02/09/2019. Acesso em: 12 dez. 2023.

BRASIL. Superior Tribunal de Justiça. Recurso Especial 2.040.593/MT. Recorrente: Ministério Público do Estado de Mato Grosso. Recorrido: Levino Aparecido Cardoso. Relator: min. Francisco Falcão, 3 mar. 2023. Diário da Justiça Eletrônico do STJ, Brasília, DF, 7 mar. 2023. 2023f. Disponível em: https://processo.stj.jus.br/processo/dj/documento/mediado/?tipo_documento=documento&componente=MON&sequencial=180050877&num_registro=202203697709&data=20230307. Acesso em: 12 dez. 2023.

BRASIL. Supremo Tribunal Federal. Ação Direta de Inconstitucionalidade por Omissão 59. Relatora: min. Rosa Weber, 16 ago. 2023. Brasília, DF: STF, 2023g. Disponível em: <https://jurisprudencia.stf.jus.br/pages/search?classeNumerolnci->

dente=%22AD0%2059%22&base=acordaos&sinonimo=true&plural=true&page=1&pageSize=10&sort=_score&sortBy=desc&isAdvanced=true. Acesso em: 12 dez. 2023.

BUSCH, Jonah et al. Potential for low-cost carbon dioxide removal through tropical reforestation. *Nature Climate Change*, n. 9, p. 463-466, 2019. Disponível em: <https://www.nature.com/articles/s41558-019-0485-x>. Acesso em: 22 nov. 2023.

CAMPOLI, Jessica Suarez; FEIJÓ, Janaína Rodrigues. Preço do carbono para projetos de investimentos de infraestrutura no Brasil. Nota Técnica n. 102 da Diretoria de Estudos e Políticas Setoriais de Inovação e Infraestrutura (Diset). Brasília, DF: Ipea, set. 2022. DOI: 10.38116/ntdiset102.

CARBON PRICING LEADERSHIP COALITION. Report of the High-Level Commission on Carbon Prices. Washington: World Bank, 2019. Disponível em: <https://carbonpricingdashboard.worldbank.org>. Acesso em: 22 nov. 2023.

CONECTAS DIREITOS HUMANOS. Impulsionando a ação climática a partir dos Direitos Humanos: relatório completo. São Paulo, 2023. Disponível em: <https://www.conectas.org/publicacao/impulsionando-a-acao-climatica-a-partir-de-direitos-humanos/>. Acesso em: 29 nov. 2023.

CONSELHO NACIONAL DE JUSTIÇA. Consulta pública. Quantificação de danos ambientais. Edital. Brasília: DF: CNJ, nov./dez. 2022. Disponível em: <https://www.cnj.jus.br/poder-judiciario/consultas-publicas/quantificacao-de-danos-ambientais/>. Acesso em: 15 dez. 2023.

CONSELHO NACIONAL DE JUSTIÇA. Audiência pública. Parâmetros para Quantificação do Dano Ambiental. Brasília, DF: CNJ, 27 jul. 2023. Disponível em: <https://www.cnj.jus.br/agendas/audiencia-publica-sobre-quantificacao-de-dano-ambiental/>. Acesso em: 15 dez. 2023.

CONSELHO NACIONAL DO MINISTÉRIO PÚBLICO. Diretrizes para valoração de danos ambientais. Brasília, DF: CNMP, 2021. Disponível em: <https://www.cnmp.mp.br/portal/publicacoes/14837-diretrizes-para-valoracao-de-danos-ambientais>. Acesso em: 15 nov. 2023.

CONSTANZA, Robert et al. The value of the world's ecosystem services and natural capital. *Nature*, United Kingdom, v. 387, 15 May 1997.

CONVENÇÃO sobre Diversidade Biológica e Legislação Correlata. Brasília: Senado Federal, Subsecretaria de Edições Técnicas, 2008. (Coleção Ambiental, v. 10), p. 13. Disponível em: <https://www2.senado.leg.br/bdsf/bitstream/handle/id/182959/000182959.pdf?sequence=10&isAllowed=y>. Acesso em: 11 dez. 2023.

DOELL, Meinhard; SECK, Sara Leal. *Research handbook on climate change law and loss and damage*. Cheltenham: Edward Elgar, 2021.

DRUPP, Moritz A.; NESJE, Frikk; SCHMIDT, Robert C. Pricing carbon. SSRN, [s. l.], n. 9608, 17 mar. 2022. DOI: 10.2139/ssrn.4054113.

DUNNE, Daisy; GABBATISS, Josh. Glossary: Carbon Brief's guide to the terminology of carbon offsets. Design by Tom Pearson. [S. l.]: CarbonBrief, 24 Sept. 2023. Disponível em: <https://interactive.carbonbrief.org/carbon-offsets-2023/glossary/>. Acesso em: 12 dez. 2023.

EVANS, Simon. Analysis: Which countries are historically responsible for climate change? Carbon Brief, 5 out. 2021. Disponível em: <https://www.carbonbrief.org/analysis-which-countries-are-historically-responsible-for-climate-change/>. Acesso em 24 nov. 2013.

FABBRIS, Fernando; VECCHIATTI, Karen. Precificação interna de carbono: uma abordagem estratégica para impulsionar a transição climática em organizações. São Paulo: ABERJE, 4 ago. 2023. Disponível em: <https://encurtador.com.br/gBKM5>. Acesso em: 30 nov. 2023.

- FAUCHEUX, Sylvie; NOËL, Jean-François. Economia dos recursos naturais e do meio ambiente. Lisboa: Instituto Piaget, 1995.
- FRANCE. Code Civil. Art. 1249 (modificado pela LOI n. 2016-1087 du 8 août 2016). 1804. Disponível em: https://www.legifrance.gouv.fr/codes/section_lc/LEGITEXT000006070721/LEGISCTA000033019029/#LEGISCTA000033019041. Acesso em: 24 out. 2023.
- FREITAS, Cristina Godoy de Araújo. O pedido de compensação em ação civil pública. Dissertação (Mestrado em Direito das Relações Sociais) – Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2009.
- FUTURE demand, supply, and prices for voluntary carbon credits: keeping the balance. Trove Research, Reino Unido, 1 jun. 2021. Disponível em: <https://perma.cc/6R75-CHVB>. Acesso em: 22 nov. 2023.
- GONZAGA, Cláudio Angelo Correa; ROQUETTE, José Guilherme. Roteiro de valoração dos danos ambientais materiais e extrapatrimoniais no âmbito do projeto Olhos da Mata: versão 0.03. Mato Grosso: Ministério Público de Mato Grosso, 2020.
- GREENFIELD, Patrick. Revealed: more than 90% of rainforest carbon offsets by biggest certifier are worthless, analysis shows. The Guardian, News, Climate crisis, 18 jan. 2023. Disponível em: <https://www.theguardian.com/environment/2023/jan/18/revealed-forest-carbon-offsets-biggest-provider-worthless-verra-aoe>. Acesso em: 29 nov. 2023.
- GROOT, Rudolf S. de et al. Global estimates of the value of ecosystems and their services in monetary units. Ecosystem Services, v. 1, n. 1, p. 50-61, July 2012. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2212041612000101?via%3Dihub>. Acesso em: 27 abr. 2021.
- GUEYE, Doro. Le préjudice écologique pur. Saint-Denis: Éditions Connaissances et Savoirs, 2016. p. 43-45.
- HAUTEREAU-BOUTONNET, Mathilde. Responsabilité civile environnementale. Paris: Dalloz, 2020.
- INMAN, Mason. Carbon is forever. Nature Reports, 20 nov. 2008. Disponível em: <https://www.nature.com/articles/climate.2008.122>. Acesso em: 7 nov. 2023.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE MINERAÇÃO. Vale produz, pela primeira vez, pelotas a partir de fontes renováveis. Brasília, DF: Ibram, 16 mar. 2023. Disponível em: <https://encurtador.com.br/mMQW7>. Acesso em: 11 dez. 2023.
- INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS. Diretoria de Uso Sustentável da Biodiversidade e Florestas. Nota Técnica 02001.000483/2016-33 DBFLO/IBAMA. Brasília, DF: Ibama, 17 mar. 2016.
- INSTITUTO DE PESQUISA AMBIENTAL DA AMAZÔNIA. Calculadora de Carbono (CCAL). Brasil, [2015]. Disponível em: <https://carboncal.org.br/>. Acesso em: 28 dez. 2023.
- INSTITUTO DE PESQUISA AMBIENTAL DA AMAZÔNIA. O que é o Fundo Amazônia? [Brasília, DF]: IPAM, [2010?]. Disponível em: <https://ipam.org.br/entenda/o-que-e-o-fundo-amazonia/>. Acesso em: 22 nov. 2023.
- INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS. Terrabrasilis. [Brasília, DF]: INPE, 2023. Disponível em: <http://terrabrasilis.dpi.inpe.br/>. Acesso em: 29 nov. 2023.
- INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE (IPCC). Summary for Policymakers. Climate change 2030. Mitigation of Climate Change. Contribution of Working Group III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge, UK: Cambridge University Press, 2022. Disponível em: https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg3/downloads/report/IPCC_AR6_WGIII_SummaryForPolicymakers.pdf. Acesso em: 22 nov. 2023.
- ITAÚ UNIBANCO HOLDING. Climate report. São Paulo: Itaú Unibanco, Apr. 2023. Disponível em: <https://encurtador.com.br/ovwM6>. Acesso em: 11 dez. 2023.

JACQUES, Aino Víctor Avila. A queima das pastagens naturais: efeitos sobre o solo e a vegetação. *Ciência Rural*, Santa Maria, v. 3, n. 1, p. 177-181, 2003.

JORNADA DE DIREITO DO PATRIMÔNIO CULTURAL E NATURAL, 1, 2023, Brasília. Anais eletrônicos [...]. Brasília, DF: Conselho da Justiça Federal, 2023. Disponível em: https://www.cjf.jus.br/cjf/corregedoria-da-justica-federal/centro-de-estudos-judiciarios-1/publicacoes-1/cjf/corregedoria-da-justica-federal/centro-de-estudos-judiciarios-1/direito-do-patrimonio-cultural-e-natural/?_authenticator=ecdd75147a8b663d9c8abc5ac549d93eed8e44e8. Acesso em: 25 nov. 2023.

JOURDAIN, Patrice. *Les principes de la responsabilité civile*. 8e éd. Paris: Dalloz, 2010.

KOCH, Alexander; KAPLAN, Jed O. Tropical forest restoration under future climate change. *Nature Climate Change*, London, v. 12, p. 279-283, mar. 2022.

LATIN, Howard A. Climate change mitigation and decarbonization. *Villanova Environmental Law Journal*, v. 25, n. 1, 2014. Disponível em: <https://digitalcommons.law.villanova.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1344&context=elj>. Acesso em: 7 jan. 2021.

LEAL, Sarah. Loss and damage from climate change: relatório revela a maior emissão em quase duas décadas. IPAM AMAZÔNIA, Notícias, Altamira, 22 mar. 2023. Disponível em: <https://ipam.org.br/relatorio-revela-a-maior-emissao-em-quase-duas-decadas/>. Acesso em: 25 nov. 2023.

LEDLEY, Tamara S. et al. Climate change and greenhouse gases. *Advancing Earth and Space Science*, v. 80, n. 39, 28 set. 1999. Disponível em: <https://agupubs.onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1029/99E000325>. Acesso em: 7 jan. 2021.

LEITE, José Rubens Morato; AYALA, Patryck de Araújo. *Dano ambiental*. 8. ed. Rio de Janeiro: Forense, 2020. p. 65-67.

MAGLIANO, Mauro Mendonça. *Valoração econômica em laudos periciais de crimes contra o meio ambiente*. 2013. Dissertação (Mestrado Profissional) – Programa de Pós-Graduação em Perícias Criminais Ambientais, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2013.

MAPBIOMAS. Downloads. [s.l.]: MapBiomas, 2023a. Disponível em: <https://brasil.mapbiomas.org/downloads/>. Acesso em: 29 nov. 2023.

MAPBIOMAS. Relatório anual do desmatamento: RAD 2022. [São Paulo]: MapBiomas Alerta, jun. 2023. 2023b. Disponível em: <https://alerta.mapbiomas.org/relatorio>. Acesso em: 29 nov. 2023.

MARQUES, Jose Roberto et al. A valorização de serviços e danos ambientais. *Revista do Ministério Público do Estado de Minas Gerais*, Belo Horizonte, edição especial Meio Ambiente, 2011. Disponível em: https://www.cnmp.mp.br/portal/images/Comissoes/CMA/links/valoracao/MPMG_revista_Juridico_Ambiental.pdf. Acesso em: 29 nov. 2023.

MATO GROSSO DO SUL. Ministério Público do Estado do Mato Grosso do Sul. *Nota Técnica de Valoração de Dano Ambiental*: vol. III. Campo Grande: MPMS, 2022. v. 3. Disponível em: <https://www.mpms.mp.br/noticias/2022/04/caoma-apresenta-nota-tecnica-de-valoracao-de-dano-ambiental-volume-iii>. Acesso em: 15 nov. 2023.

MATTHEWS, J. B. Robin et al. (ed.). [IPCC, 2018]: Annex I: Glossary. In: INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE. *Global Warming of 1.5°C: An IPCC Special Report on the impacts of global warming of 1.5 °C above pre-industrial levels and related global greenhouse gas emission pathways, in the context of strengthening the global response to the threat of climate change, sustainable development, and efforts to eradicate poverty*. Cambridge: Cambridge University Press, 2018. p. 541-562. DOI: 10.1017/9781009157940.008.

MATTHEWS, J. B. Robin et al. (ed.). [IPCC, 2021]: Annex VII: glossary. In: INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE. Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge: Cambridge University Press, 2021. Disponível em: https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/downloads/report/IPCC_AR6_WGI_Annex_VII.pdf. Acesso em: 25 nov. 2023.

MEDEIROS, Rodrigo; YOUNG Carlos Eduardo Frickmann (ed.). Contribuição das unidades de conservação brasileiras para a economia nacional: relatório final. Brasília, DF: UNEP WCMC, 2011.

MEYNIER, Adeline. Réflexions sur les concepts en droit de l'environnement. Paris: LGDJ, 2020.

MINISTÉRIO PÚBLICO DO ESTADO DE MINAS GERAIS. MPMG Jurídico. Revista do Ministério Público do Estado de Minas Gerais, edição especial Meio Ambiente. Belo Horizonte, 2011. Disponível em: https://www.cnmp.mp.br/portal/images/Comissoes/CMA/links/valoracao/MPMG_revista_Juridico_Ambiental.pdf. Acesso em: 15 nov. 2023.

MOTA, José Aroudo. Métodos econômicos para a valoração de danos ambientais. MPMG Jurídico, Belo Horizonte, edição especial Meio Ambiente, p. 18-23, 2011. Disponível em: https://www.cnmp.mp.br/portal/images/Comissoes/CMA/links/valoracao/MPMG_revista_Juridico_Ambiental.pdf. Acesso em: 15 nov. 2023.

MOTTA, Ronaldo Seroa da. Manual para valoração econômica de recursos ambientais. Rio de Janeiro: IPEA/MMA/PNUD/CNPq, 1997.

MOTTA, Ronaldo Seroa da. Manual para valoração econômica de recursos ambientais. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, dos Recursos Hídricos e da Amazônia Legal, 1998.

MOTTA, Ronaldo Seroa da. Economia Ambiental. Rio de Janeiro: FGV, 2006.

MOTTA, Ronaldo Seroa da. Carbon Markets and the financing of forestry, agricultural, and livestock activities. In: SONDERGAARD, N.; DIAS, C. S.; BARROS-PLATIAU, A. F. The Sustainability challenges of brazilian agriculture: governance, inclusion, and innovation. Londres: Springer, 2023.

O'MARA, F. P. The role of grasslands in food security and climate change. *Annals of Botany*, v. 110, n. 6, p. 1263-1270, nov. 2012. DOI:10.1093/aob/mcs209.

PARRY, Ian W. H.; BLACK, Simon; ROAF, James. Proposal for an international carbon price floor among large emitters. Washington: International Monetary Fund, 2021. (IMF Staff Climate Note n. 2021/001). Disponível em: <https://www.imf.org/en/Publications/staff-climate-notes/Issues/2021/06/15/Proposal-for-an-International-Carbon-Price-Floor-Among-Large-Emitters-460468>. Acesso em: 22 nov. 2023.

PEARCE, David; MORAN, Dominic. O valor econômico da biodiversidade. Lisboa: Instituto Piaget, 1994.

PEDÓ, Ezequiel; FREITAS, Thales R. O. de; HARTZ, Sandra M. Influência do fogo e do pastejo por rebanhos domésticos sobre a assembleia de pequenos mamíferos não voadores em áreas de ecótono campo-floresta com araucária no sul do Brasil. In: PEDÓ, Ezequiel. Assembléia de pequenos mamíferos não voadores em áreas de ecótono campo-floresta com araucária na região dos campos de cima da serra, Rio Grande do Sul. 2005. Dissertação (Mestrado em Ecologia) – Pós-Graduação em Ecologia, UFRGS, Porto Alegre, 2005.

PILLAR, V. D.; TORNQUIST, C. G.; BAYER, C. The southern Brazilian grassland biome: soil carbon stocks, fluxes of greenhouse gases and some options for mitigation. *Brazilian Journal of Biology*, São Paulo, v. 72, p. 673-681, 2012.

PILLAR, Valério de Patta et al. (ed.). Campos Sulinos: conservação e uso sustentável da biodiversidade. Brasília, DF: MMA, 2009.

PÖRTNER, Hans-O et al. Summary for policymakers. In: Climate change 2022: impacts, adaptation, and vulnerability: contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge,

UK: Cambridge University Press, 2021. Disponível em: https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg2/downloads/report/IPCC_AR6_WGII_SummaryForPolicymakers.pdf. Acesso em: 12 dez. 2023.

POTENZA, Renata Fragoso et al. Análise das emissões de e suas implicações para as metas climáticas do Brasil: 1970-2021. Brasília, DF: Sistema de Estimativas de Emissões de Gases de Efeito Estufa (SEEG), 2023. Disponível em: <https://www.oc.eco.br/wp-content/uploads/2023/03/SEEG-10-anos-v4.pdf>. Acesso em: 3 set. 2023.

RENNERT, Kevin; KINGDON, Cora. Social Cost of Carbon 101: a review of the social cost of carbon, from a basic definition to the history of its use in policy analysis. Washington: Resources for the Future, 2019. Disponível em: <https://www.rff.org/publications/explainers/social-cost-carbon-101>. Acesso em: 22 nov. 2023.

RENNERT, Kevin; PREST, Brian C. The US Environmental Protection Agency Introduces a New Social Cost of Carbon for Public Comment. Resources, [s. l.], 15 nov. 2022. Disponível em: <https://www.resources.org/common-resources/the-us-environmental-protection-agency-introduces-a-new-social-cost-of-carbon-for-public-comment/>. Acesso em: 22 nov. 2023.

RICKE, Katharine; DROUET, Laurent; CALDEIRA, Ken; TAVONI, Massimo. Country-level social cost of carbon. *Nature Climate Change*, v. 8, p. 895-900, 2018. DOI: 10.1038/s41558-018-0282-y.

RISING, James A.; TAYLOR, Charlotte; IVES, Mathew C.; WARD, Robert, E. T. Challenges and innovations in the economic evaluation of the risks of climate change. *Ecological Economics*, v. 197, p. 1-13, jul. 2022.

ROQUETTE, José Guilherme. Reparação de danos ambientais causados por desflorestamento na Amazônia: uma proposta metodológica. *Revista Direito Ambiental e Sociedade*, Caxias do Sul, v. 9, n. 3, 2019.

ROSA, Rafaela Santos Martins da. Dano climático: conceito, pressupostos e responsabilização. São Paulo: Tirant lo Blanch, 2023.

SCHULTZ, Martin G. et al. Global wildland fire emissions from 1960 to 2000. *Global Biogeochemical Cycles*, v. 22, 2008. DOI:10.1029/2007GB003031.

SENDIM, José de Sousa Cunhal. Responsabilidade civil por danos ecológicos: da reparação do dano através de restauração natural. Coimbra: Coimbra, 1998.

SILVA, José Afonso da. Direito ambiental constitucional. São Paulo: Malheiros, 1994.

SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE DIREITO DO PATRIMÔNIO CULTURAL E NATURAL, 1, 2023, Brasília. Brasília, DF: Conselho da Justiça Federal, 2023.

SOLOMON, Susan. Irreversible climate change due to carbon dioxide emissions. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, v. 106, n. 6, p. 1704-1709, 10 feb. 2009. Disponível em: <https://www.pnas.org/content/106/6/1704>. Acesso em: 7 nov. 2023.

STIGLITZ, Joseph E. et al. Report of the high-level commission on carbon prices. World Bank Group: New York, 2017. DOI:10.7916/d8-w2nc-4103.

TOL, Richard S. J. A social cost of carbon for (almost) every country. *Energy Economics*, v. 83, p. 555-566, 2019. DOI: 10.1016/j.eneco.2019.07.006.

TORNQUIST, Carlos Gustavo; BAYER, Cimélio. Serviços ambientais: oportunidades para a conservação dos Campos Sulinos. In: PILLAR, Valério de Patta et al. (Ed.). Campos Sulinos: conservação e uso sustentável da biodiversidade. Brasília, DF: MMA, 2009.

UNITED NATIONS FRAMEWORK CONVENTION ON CLIMATE CHANGE. Expert Peer Review Group. Race to Zero Lexicon. [S. l.]: EPRG, [202-]. Disponível em: <https://climatechampions.unfccc.int/wp-content/uploads/2022/06/R2Z-Lexicon-2.0.pdf>. Acesso em: 29 nov. 2023.

UNITED STATES OF AMERICA. US Government Accountability Office. Social Cost of Carbon: Identifying a Federal Entity to Address the National Academies' Recommendations Could Strengthen Regulatory Analysis. GAO-20-254. Washington, DC: GAO, 2020. Disponível em: <https://www.gao.gov/assets/gao-20-254.pdf/>. Acesso em: 22 nov. 2023.

UNIVERSITY OF CHICAGO BOOTH SCHOOL OF BUSINESS. Kent A. Clark Center for Global Markets. Pricing emissions. Chicago: Chicago Booth, 9 mar. 2021. Disponível em: <https://www.kentclarkcenter.org/surveys/pricing-emissions/>. Acesso em: 22 nov. 2023.

UNTERSTELL, Natalie; LA ROVERE, Emílio (Orgs.). Climate and development: visions for Brazil 2030. Rio de Janeiro: COPPE-UFRJ: Instituto Talanoa, 2022. Disponível em: <https://climaesociedade.org/en/publicacoes/climate-and-development-visions-for-brazil-2030/>. Acesso em: 22 nov. 2023.

VAN DER WERF, G. R. et al. Global fire emissions and the contribution of deforestation, savanna, forest, agricultural and peat fires (1997-2009). Atmospheric Chemistry and Physics, v. 10, p. 11707-11735, 2010.

VISINTINI, Giovanna. Qué es la reponsabilidad civil?: fundamentos de la disciplina de los hechos ilícitos y del incumplimiento contractual. Trad. Maria Teresa Celllare. Bogotá: Universidad Externado, 2015. p. 291-292.

VITORELLI, Edilson. Processo civil estrutural: teoria e prática. Salvador: Juspodivm, 2020. p. 60.

WIEDINMYER, Christine et al. Estimating emissions from fires in North America for air quality modeling. Atmospheric Environment, v. 40, p. 3419-3432, 2006.

WORLD BANK. Carbon Pricing Dashboard. Washington: World Bank, 2023. Disponível em: <https://carbonpricingdashboard.worldbank.org>. Acesso em: 22 nov. 2023.

