

BREVES NOTAS SOBRE A REGULAÇÃO E A REGULAMENTAÇÃO DOS MATERIAIS AVANÇADOS NA PERSPECTIVA DO DIREITO AMBIENTAL

Patrick Maia Merísio¹

Silvana Liberto Alves Maia²

Felipe Silva Bellucci³

Resumo: O presente artigo tem por objetivo analisar o processo de regulação e regulamentação dos materiais avançados, com a análise dos principais atos normativos (em especial o Decreto 10.746/2021, que institui a Política de Ciência, Tecnologia e Inovação de Materiais Avançados). Defende-se a necessidade de regulamentação ainda mais avançada, em especial por lei, na forma do processo legislativo constitucional, com respeito aos conceitos e princípios do Direito Ambiental já trazidos no próprio Decreto 10.746/2021, em especial a geodiversidade, economia circular e sustentabilidade, de forma a garantir de forma mais ampla a participação social e pública.

Palavras-chave: Materiais avançados; Processo legislativo e atos normativos; Política de ciência, Tecnologia e inovação de materiais avançados; Princípios de direito ambiental; Geodiversidade; economia circular; Sustentabilidade; Participação social e pública.

Pretendemos aqui lançar um breve estudo inicial sobre a regulação e a regulamentação dos materiais avançados na perspectiva do Direito Ambiental, tendo como base o Decreto n. 10.746/2021, de 9 de julho de 2021, publicado em 12 de julho de 2021, que instituiu a Política de Ciência, Tecnologia e Inovação de Materiais Avançados e o Comitê Gestor de Materiais Avançados (MCTI).

1 Mestre em Direito e Sociologia (UFF). Procurador do Trabalho/PRT 2ª Região. Coordenador Nacional do GT Nanotecnologia: Impactos na saúde e segurança do trabalho.

2 Mestre em Direito e Sociologia (UFF). Advogada. Professora.

3 Pós-Doutor em Ciência e Tecnologia (UNEP). Físico.

A política pública e administrativa do MCTI consumada por meio do plano mencionado foi publicada no primeiro semestre de 2022, após a realização de oficina com representantes de diversos extratos da sociedade, bem como também do Comitê Consultivo de Nanotecnologia e Novos Materiais e do Comitê Gestor de Novos Materiais⁴, tendo ainda sido realizada consulta pública à sociedade, por meio da Plataforma digital Participa Mais Brasil.

Preliminarmente, cumpre-nos defender a regulamentação mais ampla dos materiais avançados não apenas em forma de decreto, mas também por intermédio da lei, processo legislativo, formal e democrático, na forma dos parâmetros constitucionais. Todavia, até a presente data seja em termos de nanotecnologia, seja em termos de materiais avançados, não existe tal regulação, sendo que o decreto trazido traz princípios e conceitos de ação que permitem um ponto de partida consentâneo, em sua maior parte, com os princípios fundamentais do Direito Ambiental, e pretendemos ao menos provocar uma reflexão crítica que possa contribuir para o aprimoramento para o processo democrático contínuo e progressivo de regulação e regulamentação dos materiais avançados.⁵

Material avançado será considerado em termos normativos o material que, devido às suas propriedades intrínsecas ou ao seu processo tecnológico de preparação, possui a potencialidade de gerar novos produtos e processos inovadores de elevado valor tecnológico e

4 Instituídos ambos os comitês através do decreto 10.095, de 7 de novembro de 2019. (Brasil, 2019a)

5 Citamos como tentativas infrutíferas de regulamentação da nanotecnologia e do seu processo de desenvolvimento científico e tecnológicos o PL 5076/2005 (autoria do deputado Edson Duarte, cujo objetivo dispunha sobre pesquisa e uso da nanotecnologia, criação de comissão técnica de nanossecurança e de Fundo Nacional de Desenvolvimento da Nanotecnologia, dentre outras providências) e o PL 6.741/2013 (autoria do deputado Sarney Filho que dispunha sobre Política Nacional de Nanotecnologia, pesquisa, produção, destino de rejeitos e uso de nanotecnologia no país), ambas arquivadas. Na atual legislatura, foi apresentado agora no Senado Federal o PL 880/2019 (Brasil, 2019b), de autoria do senador Jorginho Mello, com disposições sobre o Marco Legal da Nanotecnologia e Materiais Avançados, com estímulos ao desenvolvimento científico, à pesquisa, à capacitação científica e tecnológica, à inovação nanotecnológica, dentre outros objetivos

econômico, de elevar o desempenho, de agregar valor ou de introduzir novas funcionalidades aos produtos e processos tradicionais.⁶

Os chamados materiais avançados já possuem inúmeras aplicações técnicas e concretas, com destaque para as aplicações magnéticas, eletrônicas, fotônicas, estruturais, de biodegradabilidade, entre outras. São materiais que pretendem trazer um design inteligente e projetado, com a possibilidade de uso intensivo de tecnologias como a inteligência artificial, processamento de dados, simulações computacionais e *machine learning*, de forma a trazer a modelação e o comportamento dos materiais, de forma inédita em relação àquelas conhecidas e aplicadas atualmente. Estes materiais avançados devem priorizar áreas emergentes e necessárias para a superação de crises e desafios globais, em especial o aquecimento global e extremos climáticos que vivemos, podendo ser aplicadas em várias das chamadas fontes renováveis de energia, tais como energia solar, energia eólica, produção e armazenamento de biocombustíveis, hidrogênio verde e várias outras formas.⁷

Dentre os preceitos normativos que podemos estudar nestas breves notas, destacamos três que são da maior relevância: a geodiversidade⁸, a economia circular⁹ e o desenvolvimento sustentável¹⁰. Esta escolha não significa que a regulamentação já existente não tenha outros elementos de eminente relevância que mereçam estudo e reflexão¹¹, mas fizemos o corte por questões de coerência e para favorecer a síntese do presente estudo.

Escolhemos aqui a geodiversidade por ser elemento central a toda e qualquer análise do Direito Ambiental, que costuma ser tratada infelizmente de forma subordinada ou acessória.

6 Artigo 3º, I, Decreto 10.746/2021. (Brasil, 2021)

7 (Brasil, 2019c, p. 12 e 13)

8 (Brasil, 2021, art. 3º, IV)

9 (Brasil, 2021, art. 3º, III)

10 (Brasil, 2021, art. 4º, III)

11 Por exemplo, a proteção da biodiversidade (Brasil, 2021, art. 3º, II) e a cooperação entre Poder Público, setor privado e instituições de pesquisa (Brasil, 2021, art. 4º, IV.)

Na forma da nova regulamentação, geodiversidade deve ser compreendida como a natureza abiótica constituída pela variedade de ambientes, composição, fenômenos e processos geológicos que dão origem a paisagens, rochas, minerais, águas, fósseis, solos, clima, bioma e outros depósitos superficiais que propiciam o desenvolvimento da vida.

Considerar a geodiversidade para fins de definição de política científica e tecnológica revela critério diferenciado e relevante, uma vez que todo o histórico social e econômico da modernidade (principalmente em sua configuração industrial e econômica) sempre priorizou a exploração imediata e instantânea dos bens geológicos, sem considerar os efeitos e impactos a longo prazo e a capacidade de regeneração dos sistemas. Os bens geológicos ademais são bens escassos, insubstituíveis e não deslocáveis, então a proteção e o manejo sustentável, mais do que o aproveitamento por si só, devem ser finalidades de qualquer política ambiental. A falta de cuidado pode acarretar tragédias e catástrofes que atingem inúmeras coletividades, usamos como exemplo o caso das barragens no Brasil com dois casos recentes de perdas de vida, ambientais, sociais e econômicas que ainda produzem efeitos hoje, a saber, em Mariana e em Brumadinho, ambas no Estado de Minas Gerais e fartamente conhecidas.

A doutrina ambientalista reforça a proteção da geodiversidade:

Os princípios fundamentais que orientam as atividades extrativas passariam a ser a prevenção, a substituição, a subsidiariedade e a proporcionalidade. Prevenção, na medida em que, sempre que possível, a extração de recursos geológicos deve ser evitada. Substituição, porque os processos produtivos devem ser alterados para utilizar materiais secundários em detrimento de materiais virgens. Subsidiariedade, pois as jazidas naturais só poderão ser tocadas depois de esgotadas as fontes secundárias. Proporcionalidade, já que a extração de recursos deve ser estritamente limitada às necessidades demonstradas.¹²

12 ARAGÃO (2021, p. 24)

O patrimônio geológico deve ser considerado, ademais, em sua riqueza, como ligação entre o mundo físico, biológico e cultural, sendo como já se tratou no Decreto 10.746/2021 (Brasil, 2021) suporte para todos os meios de vida, ou seja, dele dependem todos os sistemas vivos. Todo o Direito Ambiental, desta forma, deve ser reorientado, conforme nos adverte estudo abalizado de geografia:

É fundamental reorientar o foco da conservação da natureza, que desde cedo se centrou, sobretudo, nos elementos bióticos, relegando para um plano secundário o componente abiótico, que, afinal, é o suporte para todos os seres vivos, sendo testemunho da evolução da Terra e da vida nela presente.¹³

O modelamento, o comportamento, a reutilização e a destinação final dos materiais avançados, desde o seu projeto e em todo o seu processo de desenvolvimento e aplicação técnica-industrial, devem refletir este cuidado com a geodiversidade e dos bens geológicos fundamentais, dos quais dependem toda a vida.

Os materiais avançados devem, ainda, ser inseridos em um contexto de economia circular, compreendido no decreto 10.746/2021, modelo de produção e de consumo que envolve a partilha, a reutilização, a reparação e a reciclagem de materiais e produtos existentes, de forma a aumentar o seu ciclo de vida.

A economia circular pode ser considerada uma forte inspiração para vários movimentos e ações de justiça social e ambiental, sendo que, em termos normativos, já podemos buscar dispositivos normativos extremamente pertinentes na Lei 12.305/2010 (Política Nacional de Resíduos Sólidos) para fins de aproveitamento de vários conceitos, em especial sobre ciclo de vida (série de etapas que envolvem o desenvolvimento do produto, a obtenção de matérias-primas e insumos, o processo produtivo, o consumo e a disposição final¹⁴), padrões sustentáveis de produção e consumo (produção e consumo de bens e serviços de forma a atender as necessidades das atuais gerações e permitir melhores condições de vida, sem comprometer a qualidade

13 VIEIRA (2021, p. 177)

14 (Brasil, 2010, art. 3º, IV).

ambiental e o atendimento das necessidades das gerações futuras ¹⁵⁾ e ecoeficiência (compatibilização entre o fornecimento, a preços competitivos, de bens e serviços qualificados que satisfaçam as necessidades humanas e tragam qualidade de vida e a redução do impacto ambiental e do consumo de recursos naturais a um nível, no mínimo, equivalente à capacidade de sustentação estimada do planeta¹⁶⁾;

A economia circular, dentro do modelo trazido principalmente por Kate Raworth¹⁷, traz toda uma mudança sistêmica na concepção econômica e, apenas como síntese, ela exige a adoção de várias premissas: o objetivo da economia não está mais necessariamente no crescimento, principalmente no crescimento entendido em termos quantitativos de PIB; traz uma nova concepção da natureza humana que não pode se resumir a visão calculista e egoísta; valorização do pensamento sistêmico e dos feedbacks; ações e projeções para redistribuição; a economia e a indústria têm de assumir funções de sustentabilidade e regeneração, abandonando o padrão degenerativo.

O modelo econômico é circular, por não se permitir mais um modelo centrado apenas nas empresas e no mercado, devendo ser considerados vários atores e sistemas que ficam marginalizados: a terra que dá a vida e possui limites que devem ser respeitados; a sociedade que produz riqueza a partir de laços, redes e conexões nas mais diferentes esferas e dimensões da vida; o agregado familiar e doméstico (que sequer chega a ser considerado como valor econômico), e por fim os bens comuns que devem ser revalorizados.¹⁸

Ainda no âmbito da Política prevista no Decreto 10.746/2021, faz-se necessário observar que o desenvolvimento sustentável é um dos princípios da Política, previsto no Art. 4º, inciso III, bem como a promoção de rotas tecnológicas para uso de resíduos e rejeitos, seguindo os preceitos da economia circular, estão previstos no Art. 7º, inciso VII. Nesta mesma linha, cabe a reflexão que, o modelo econômico

15 (Brasil, 2010, art. 3º, XIII)

16 (Brasil, 2010, art. 6º, IV)

17 RAWORTH (2019)

18 MARIANO (2019, p. 46 a 47)

circular é, inclusive, viável e desejável para os modelos econômicos tradicionais, uma vez que abre novas possibilidades de negócio, reduz o risco sistêmico, agrega dimensões ambientais (ESG *Environmental, Social and Governance*, e corresponde às práticas ambientais, sociais e de governança), diversifica o nicho de atuação, entre outros.

E por fim, para os fins deste estudo, invocamos finalmente o desenvolvimento sustentável, que vai além dos modelos econômicos de crescimento e desenvolvimento, permitindo a incorporação de critérios de justiça social e intergeracionais.

Em termos técnicos, a sustentabilidade não só adjetiva e qualifica o desenvolvimento, ela preenche o seu conteúdo obrigatório e necessário, sempre que se entender, como o nós o fazemos, que todo o processo de desenvolvimento deve ser considerado em múltiplas dimensões (e não apenas aquelas quantitativas e de curto prazo). Reproduzimos:

Uma das características mais importantes associadas ao desenvolvimento sustentável é a sustentabilidade, que é a qualidade relativa a um fenômeno de se autossustentar, ou seja, de continuar indefinidamente. Tal característica se apoia fortemente no conceito de resiliência, que é oriundo da física, mas que foi extrapolado para outras áreas, tais como a ecologia, psicologia e gerenciamento de catástrofes. A resiliência é a capacidade que um sistema possui de voltar à sua configuração inicial após ter sido danificado, sendo um conceito-chave para que a sustentabilidade se torne possível.

A sustentabilidade ainda nos permite recuperar o valor da biodiversidade, conforme nos aduz a doutrina tradicional nacional de Direito Ambiental em referência ao pensamento de Gerd Winter:

Desenvolvimento sustentável é o termo genérico para um extenso número de preocupações que, todavia, podem ser resumidas em três conceitos globais: bem-estar social, economia e meio ambiente

Na versão dos três pilares, o termo sustentável significa que estes três aspectos devem coexistir

como entidades equivalentes. No caso de conflitos, eles devem ser balanceados, considerações mútuas tomadas e compromissos estabelecidos.

[...]

O quadro apropriado não é de três pilares, mas sim um fundamento e dois pilares apoiando-o. A biosfera torna-se de fundamental importância. A economia e a sociedade são parceiros mais fracos, pois a biosfera pode existir sem os humanos, mas os humanos certamente não podem existir sem a biosfera.¹⁹

A Constituição brasileira, vale enfatizar, permite a adesão de vários critérios de justiça social e ambiental no instituto do desenvolvimento sustentável, dentre eles: a dignidade humana²⁰, o valor social do trabalho e da livre iniciativa²¹, a erradicação da pobreza²², o bem comum²³, a precaução e o equilíbrio intergeracional.²⁴

A previsão e a concretização da vinculação dos materiais avançados a fontes renováveis e sustentáveis de matéria prima, a novos designers menos invasivos, mais econômicos em termos de consumo energético e de matéria prima, alternativas a outros materiais mais escassos e menos ambientalmente sustentáveis tornam-se vitais, na medida em que não podemos esperar que, de uma invenção tecnológica (quase mágica), surja uma solução para vários problemas ambientais que, em boa parte, também foram criados ou pelo menos agravados por medidas técnicas e científicas. Ensina-nos a visão sistêmica:

não precisamos inventar comunidades humanas sustentáveis a partir do zero, mas podemos modelá-las de acordo com os ecossistemas da natureza, que são comunidades sustentáveis de plantas, animais e microorganismos. Uma vez que a característica proeminente do “Lar Terrestre” é sua capaci-

19 MACHADO (2020, p. 85, 86)

20 (Brasil, 1988, art. 1º, III)

21 (Brasil, 1988, art. 1º, IV)

22 (Brasil, 1988, art. 3º, III)

23 (Brasil, 1988, art. 3º, IV)

24 (Brasil, 1988, art. 225)

dade inerente para sustentar a vida, uma comunidade humana sustentável é planejada de tal maneira que seus modos de vida, negócios, economia, estruturas físicas e tecnologias não interferem na capacidade inerente da natureza para sustentar a vida. Comunidades sustentáveis desenvolvem seus padrões de vida ao longo do tempo em interação contínua com outros sistemas vivos, humanos e não humanos. Desse modo, a sustentabilidade não significa que as coisas não mudam. Pelo contrário, ela é um processo dinâmico de coevolução em vez de um estado estático²⁵

E neste final de artigo nos permitimos fazer um necessário reparo para garantir a dinâmica que toda essa complexidade abrange: para todo esse processo efetivamente se consolidar não basta a previsão abstrata de princípios e de textos técnicos, necessária é a participação social democrática através da cidadania. A prevenção não deve se dar somente por controle proativo ou reativo, mas sim por limites de risco razoáveis, aceitáveis e compartilhados, por meio do diálogo social, com avaliação das consequências a longo prazo. Medidas preventivas não são apenas técnicas, elas têm de se incorporar em práticas e ações culturais-educacionais; e, apenas neste contexto, se poderá compartilhar responsabilidades. Só pode haver cidadania responsável se houver informação científica, e só pode haver informação científica válida se ela for acessível, inclusive em termos de linguagem, para toda a sociedade, que arca com seus riscos e benefícios.²⁶

Em termos normativos, o Decreto 10.746/2021 precisa, desta forma, se enriquecer com mais uma referência a Lei 12.305/2010, que em seu artigo 3º, VI, define controle social como o conjunto de mecanismos e procedimentos que garantam à sociedade informações e participação nos processos de formulação, implementação e avaliação das políticas públicas relacionadas aos resíduos sólidos.

Esperamos, desta forma, que possamos ter contribuído para a regulação e regulamentação sustentável, eficiente e participativa dos

25 CAPRA (2014. p. 435)

26 PEPPOLONI (2021. p. 156 a 159)

projetos e das aplicações dos materiais avançados em respeito a geodiversidade e a todas as formas de vida. Nosso propósito foi alimentar o conhecimento, estimular a reflexão sobre o tema, com preocupações éticas, principalmente de justiça social e ambiental, para fins de ampliar a proteção do meio ambiente, em linhas preliminares de reflexões.

REFERÊNCIAS

ARAGÃO, Alexandra. A proteção jurídica da geodiversidade num mundo ideal. In: SOUZA-FERNANDES, Luciana Cordeiro de; ARAGÃO, Alexandra e SÁ, Artur Abreu (Org.). **Novos rumos do direito ambiental**: um olhar para a geodiversidade. Campinas-SP: Unicamp, 2021.

BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil de 1988**. Brasília, DF: Senado Federal, 1988. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm. Acesso em: 10 jan. 2023.

BRASIL. Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações. **Plano de ação de CT&I para tecnologias convergentes e habilitadoras**: volume II – materiais avançados. Brasília: MCTIC, 2019c. Disponível em: https://antigo.mctic.gov.br/mctic/export/sites/institucional/tecnologia/tecnologiassetoriais/plano-de-acao-em-cti_materiais_avancados_final.pdf. Acesso em 10 jan. 2023.

BRASIL. Presidência da República. **Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010**. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. Brasília: Presidência da República, 2010. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm. Acesso em: 31 ago. 2023.

BRASIL. Presidência da República. **Decreto nº 10.095, de 06 de Novembro de 2019**. Dispõe sobre o Comitê Consultivo de Nanotecnologia e Novos Materiais no âmbito do Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações. Brasília: Presidência da República, 2019a. Disponível em: <https://legislacao.presidencia.gov.br/atos/?tipo=DE>

C&numero=10095&ano=2019&ato=682UTWU1keZpWT088. Acesso em 31 de ago. 2023.

BRASIL. Presidência da República. **Decreto nº 10.746, de 9 de julho de 2021**. Institui a Política de Ciência, Tecnologia e Inovação de Materiais Avançados e o Comitê Gestor de Materiais Avançados. Brasília: Presidência da República, 2021. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2019-2022/2021/Decreto/D10746.htm. Acesso em: 31 ago. 2023.

BRASIL. Senado Federal. **Projeto de Lei nº 880/2019**. Institui o Marco Legal da Nanotecnologia e Materiais Avançados; dispõe sobre estímulos ao desenvolvimento científico, à pesquisa, à capacitação científica e tecnológica e à inovação nanotecnológica; altera as Leis nº 10.973, de 2 de dezembro de 2004, e nº 8.666, de 21 de junho de 1993; e dá outras providências. Brasília: Senado Federal, 2019b. Disponível em: <https://www25.senado.leg.br/web/atividade/materias/-/materia/135353#:~:text=Institui%20o%20Marco%20Legal%20da%20Nanotecnologia%20e%20Materiais,de%20junho%20de%201993%3B%20e%20d%C3%A1%20outras%20provid%C3%AAs>. Acesso em: 31 ago. 2023.

CAPRA, Frijtof & LUISI, Pier Luigi. **A visão sistêmica da vida**: uma concepção unificada e suas implicações filosóficas, políticas, sociais e econômicas. Tradução de Mayra Teruya Eichenberg e Newton Roberval Eichenberg. São Paulo: Cultrix, 2014.

MACHADO, Paulo Affonso Leme. **Direito ambiental brasileiro**. 27. ed. São Paulo: Malheiros, 2020

MARIANO, Enzo Barberio. **Progresso e desenvolvimento humano**: teorias e indicadores de riqueza, qualidade de vida, felicidade e desigualdade. Rio de Janeiro: Alta Books, 2019.

PEPPOLONI, Silvia e CAPUA, Giuseppe di. Fundamentos de geoética para um direito ambiental orientado por uma visão ecossistêmica. In: SOUZA-FERNANDES, Luciana Cordeiro de; ARAGÃO, Alexandra e SÁ,

Artur Abreu (Org.). **Novos rumos do direito ambiental**: um olhar para a geodiversidade. Campinas-SP: Unicamp, 2021.

RAWORTH, Kate. **Economia Donut**: uma alternativa ao crescimento a qualquer custo. Tradução George Schlesinger. Rio de Janeiro: Zahar, 2019.

VIEIRA, Antonio; STEINKE, Valdir Adilson. O Geopatrimônio e seu enquadramento no conceito de Patrimônio. In: SOUZA-FERNANDES, Luciana Cordeiro de; ARAGÃO, Alexandra e SÁ, Artur Abreu (Org.). **Novos rumos do direito ambiental**: um olhar para a geodiversidade. Campinas-SP: Unicamp, 2021.