

## Direito Humano à Ciência: reflexos dos seus aspectos constitutivos na jurisprudência do Supremo Tribunal Federal do Brasil<sup>1</sup>

 Vivaz Bandeira<sup>2</sup>

Recibo: 05.01.2025  
Aceito: 13.03.2025  
Publicado: 09.06.2025

**Resumo:** O Direito Humano à Ciência, inicialmente reconhecido no artigo 27º da Declaração Universal dos Direitos Humanos e no artigo 15º do Pacto Internacional dos Direitos Económicos, Sociais e Culturais, inclui, dentre outros, o direito de participar da vida cultural, desfrutar do progresso científico e suas aplicações, beneficiar-se da protecção dos interesses morais e materiais decorrentes de toda a produção científica, literária ou artística de que o indivíduo seja autor. O advento da *internet* e a utilização de Tecnologias de Informação e Comunicação em diversas áreas da ciência impulsionaram mudanças significativas, inclusive nos modos de produção, comunicação e apropriação humana dos conhecimentos científicos. Apesar da actuação do movimento ciência aberta e dos avanços que tem vindo a demonstrar nos últimos anos, ainda há muitos desafios e perspectivas que se colocam no contexto da era digital, a respeito da democratização do conhecimento, no Brasil. O objectivo da pesquisa foi analisar como os aspectos constitutivos do Direito Humano à Ciência se reflectem na jurisprudência do Supremo Tribunal Federal (STF) do Brasil. Trata-se de uma pesquisa de abordagem qualitativa e descritiva, focada na análise documental de três decisões judiciais. Os resultados apontam para uma forte conexão do Direito Humano à Ciência com outros direitos fundamentais, como o direito à saúde, direito ao ambiente e as liberdades de pensamento e de acesso à informação. Concluiu-se que a efectivação do Direito Humano à Ciência decorre dos compromissos assumidos pelo Estado Brasileiro, junto das Organizações das Nações Unidas. Além disso, para a concretização do referido direito, o Estado brasileiro depara-se com desafios e oportunidades relacionados com a inclusão digital de grupos sociais historicamente marginalizados e com a abertura da ciência como um todo.

**Palavras-chave:** Direito à ciência, Ciência Aberta, Acesso ao conhecimento, Supremo Tribunal Federal de Brasil.

### Human Right to Science: reflections of its constitutive aspects in the jurisprudence of the Federal Supreme Court of Brazil

**Abstract:** The Human Right to Science, initially recognized in article 27 of the Universal Declaration of Human Rights and article 15 of the International Covenant on Economic, Social and Cultural Rights, includes, among others, the right to participate in cultural life, enjoy scientific progress and its applications, benefit from the protection of moral and material interests arising from any scientific, literary or artistic production of which the individual is the author. The advent of the internet and the use of Information and Communication Technologies in various areas of science have driven significant changes, including in the way of production, communication and human appropriation of scientific knowledge. Despite the work of the open science movement and the advances it has demonstrated in recent years, there are still many challenges and perspectives that arise in the context of the digital era, regarding the democratization of knowledge in Brazil. The objective of the research was to analyze how the constitutive aspects of the Human Right to Science are reflected in the jurisprudence of the Federal Supreme Court (STF) of Brazil. This is research with a qualitative and descriptive approach, focused on the documentary analysis of three judicial decisions. The results point to a strong connection between the Human Right to Science and other fundamental rights, such as the right to health, the right to the environment and freedom of thought and access to information. It was concluded that the effectiveness of the Human Right to Science arises from the commitments made by the Brazilian State, together with the United Nations. Furthermore, in order to implement the aforementioned right, the Brazilian State is faced with challenges and opportunities related to the digital inclusion of historically marginalized social groups and the opening up of science as a whole.

**Keywords:** Right to science, Open Science, Access to knowledge, Federal Supreme Court.

### Derecho Humano a la Ciencia: reflexiones de sus aspectos constitutivos en la jurisprudencia del Supremo Tribunal Federal de Brasil

**Resumen:** El Derecho Humano a la Ciencia, inicialmente reconocido en el artículo 27 de la Declaración Universal de Derechos Humanos y el artículo 15 del Pacto Internacional de Derechos Económicos, Sociales y Culturales, incluye, entre otros, el derecho a participar en la vida cultural, disfrutar del progreso científico y sus aplicaciones, se beneficien de la protección de los intereses morales y materiales derivados de cualquier producción científica, literaria o artística de la que el individuo sea autor. La llegada de Internet y el uso de las Tecnologías de la Información y la Comunicación en diversas áreas de la ciencia han impulsado cambios significativos, incluso en los modos de producción, comunicación y apropiación humana del conocimiento científico. A pesar de ciencia abierta y de los avances que ha demostrado en los últimos años, todavía son muchos los desafíos y perspectivas que surgen en el contexto de la era digital, encunto a la democratización del conocimiento en Brasil. El objetivo de la investigación fue analizar cómo los aspectos constitutivos del Derecho Humano a la Ciencia se reflejan en la jurisprudencia del Tribunal Supremo Federal (STF) de Brasil. Se trata de una investigación con enfoque cualitativo y descriptivo, centrada en el análisis documental de tres decisiones judiciales. Los resultados apuntan a una fuerte conexión entre el derecho humano a la ciencia y otros derechos fundamentales, como el derecho a la salud, el derecho al medio ambiente y la libertad de pensamiento y el acceso a la información. Se concluyó que la efectividad del Derecho Humano a la Ciencia surge de los compromisos as umidos por el Estado brasileño, junto con las Naciones Unidas. Además, para implementar el derecho mencionado, el Estado brasileño enfrenta desafíos y oportunidades relacionados con la inclusión digital de grupos sociales históricamente marginados y la apertura de la ciencia en su conjunto.

**Palabras clave:** Derecho a la ciencia, Ciencia Abierta, Acceso al conocimiento, Tribunal Supremo Federal.

1 DOI: <https://dx.doi.org/10.4314/academicus.v3i2.1>

2 Licenciado em Direito e em Serviço Social. Especialista em Direitos Humanos e Contemporaneidade. Lecciona Sociologia da Saúde no Instituto Superior de Ciências da Saúde, e Sociologia do Direito, na Faculdade de Direito da Universidade Agostinho Neto. E-mail: [vivazb86@gmail.com](mailto:vivazb86@gmail.com)

## Introdução

O Direito Humano à Ciência foi inicialmente formalizado em 1948, no âmbito da Declaração Universal dos Direitos Humanos (DUDH). Em seu artigo 27º, a DUDH estabelecia que “toda a pessoa tem o direito de tomar parte livremente na vida cultural da comunidade, de fruir as artes e de participar do progresso científico e de seus benefícios”, e também que “toda a pessoa tem direito à protecção dos interesses morais e materiais decorrentes de qualquer produção científica, literária ou artística da sua autoria” (ONU, 1948).

Em 1966, o Pacto Internacional dos Direitos Económicos, Sociais e Culturais (PIDESC), complementou a norma estabelecida na DUDH, sobre o direito à ciência. No artigo 15º do PIDESC, reconhece-se que cada indivíduo tem o direito de: participar da vida cultural; desfrutar do progresso científico e suas aplicações; beneficiar-se da protecção dos interesses morais e materiais decorrentes de toda a produção científica, literária ou artística de que seja autor (ONU, 1966).

Desde então, o direito à ciência passou a ser definido como o direito de indivíduos e comunidades participarem da ciência e usufruírem dos seus benefícios, assim como de terem suas produções científicas, literárias ou artísticas devidamente protegidas (Shaver, 2010; Besson, 2023; Schabas, 2024). Depreende-se que o direito à ciência implica não só o envolvimento dos cidadãos em pesquisas científicas, com vista a contribuir para a produção do conhecimento científico, mas também que esses cidadãos se possam beneficiar dos avanços científicos, incluindo o acesso à informação científica e ao método científico, que capacita a tomada de decisão informada (Wyndham & Vitullo, 2018), assim como a protecção dos direitos de propriedade intelectual para garantir acesso equitativo ao conhecimento científico (Shaver, 2010).

Além dos artigos 27º da DUDH e 15º do PIDESC, algumas contribuições de cientistas, de Organizações Não Governamentais (ONGs) e da própria ONU, por meio de seus Relatores adstritos ao seu Comité de Direitos Humanos e também da Organização das Nações Unidas para a Educação, Ciência e Cultura (UNESCO, sigla em inglês), têm complementado a interpretação sobre a natureza e escopo do direito à ciência.

Alguns documentos oficiais sobre direitos económicos, sociais e culturais têm sido produzidos com o mesmo intuito, desde 1960. Entre esses documentos, os mais importantes são a Declaração da Assembleia Geral da ONU de 1974, a Recomendação 1974/2017 da UNESCO e suas Declarações de 1999, 2005, 2009, os relatórios de 2012 e 2014 do Relator Especial das Nações Unidas sobre os Direitos Culturais e, mais recentemente, o Comentário Geral nº 25 de 2020, do Comité de Direitos Económicos, Sociais e Culturais (CESCR, sigla em inglês) sobre Ciência e Direitos Económicos, Sociais e Culturais (Besson, 2023).

Por meio dessas contribuições, chegou-se ao entendimento de que o direito à ciência demanda dos Estados o dever de garantir que todos os indivíduos possam se beneficiar do progresso científico. Chegou-se também ao entendimento de que cada Estado deve alocar recursos públicos para desenvolver e disseminar o conhecimento científico, garantir a autonomia e as liberdades de pensamento e de criação dos pesquisadores, além de incentivar colaborações científicas nacionais e internacionais (Schabas, 2024).

Noutro prisma, Meadows (1999) aponta que, com o advento da ciência moderna, mudanças significativas têm vindo a ocorrer em todas as áreas da vida humana, inclusive no modo de fazer ciência. E, a partir da década de 1960, com o surgimento da internet e a utilização de novas Tecnologias de Informação e Comunicação (TICs), aconteceram outras mudanças nos modos de produção e circulação do conhecimento científico, assim como nas formas humanas de apropriação desse conhecimento, que levaram ao aumento exponencial da produção científica mundial, principalmente nos países desenvolvidos (Meadows, 1999).

Todavia, apesar da inscrição do direito à ciência no cômputo dos Direitos Económicos,

Sociais e Culturais, e da utilização das TICs e da *internet* na actividade científica, desde o século passado, o acesso universal à ciência e aos seus benefícios está ainda longe de ser alcançado. Regista-se que as grandes editoras comerciais que actuam no campo da ciência, privatizam o conhecimento científico, impondo barreiras económicas, jurídicas e técnicas, no acesso aos bens intelectuais e culturais de origem científica, muitas vezes produzidos com financiamentos públicos (Albagli, 2015).

Nesta senda, as restrições no acesso à ciência e seus benefícios têm provocado descontentamento entre a comunidade científica, razão pela qual, no início do século XXI surgiu o movimento ciência aberta. Este movimento social de cientistas e outros interessados que atuam no campo da ciência, reivindica e propõe um modo diferente de fazer ciência, que seja mais aberto, transparente, democrático, colaborativo, inclusivo e justo, que também se chama ciência aberta (Bandeira & Araújo, 2023; Araújo & Bandeira, 2024).

O movimento ciência aberta carrega entre seus propósitos não só a ideia de subverter a ordem capitalista que restringe o acesso ao conhecimento científico e impede a estarecedora maioria da população mundial de participar nos processos de produção, circulação e consumo dos proventos da ciência, mas também a ideia da abertura e democratização desses processos científicos, de tal maneira que todos possam participar deles e beneficiar-se dos seus resultados, garantindo a liberdade de criação e a protecção das autorias (Beigel, 2019).

Em sua Recomendação sobre ciência aberta, a UNESCO (2021) considera que a ciência aberta é uma abordagem colaborativa e transparente da pesquisa científica que visa tornar o conhecimento amplamente acessível, respeitando considerações éticas, como os direitos dos povos indígenas em relação ao conhecimento tradicional. Neste documento a UNESCO enfatiza a importância de infraestruturas que possibilitam o acesso público irrestrito à informação científica e promovem uma cultura de conhecimento compartilhado, já que o ecossistema da ciência aberta envolve várias partes interessadas, incluindo públicos não académicos, pesquisadores e formuladores de políticas, que trabalham juntos para garantir a distribuição equitativa dos benefícios da pesquisa científica em toda a sociedade (UNESCO, 2021).

Assim, para a efectivação do direito à ciência, é importante garantir a inclusão digital da população, principalmente de grupos sociais historicamente excluídos dos processos de desenvolvimento, como por exemplo as pessoas com deficiência, os povos indígenas, quilombolas, entre outros. Neste sentido, o Brasil depara-se com a necessidade de superar desafios como a insuficiência de dispositivos electrónicos adequados e de *internet*, associada à falta de habilidades para manejar esses dispositivos de forma eficaz, principalmente em áreas periféricas e rurais (Mattos & Chagas, 2008).

Estudar o direito à ciência e a democratização do conhecimento na era digital é crucial para as sociedades contemporâneas, pois desvenda a necessidade de acesso equitativo ao conhecimento científico, particularmente para grupos marginalizados que muitas vezes enfrentam barreiras que impedem a sua participação na ciência e na fruição dos seus benefícios. No mundo actual, onde as Tecnologias de Informação e Comunicação desempenham um papel fundamental no acesso à ciência, é essencial garantir que todos os indivíduos, especialmente aqueles de comunidades historicamente excluídas, possam participar e se beneficiar dos avanços científicos (Chapman & Wyndham, 2013).

Com efeito, este estudo sobre o direito à ciência pode contribuir com reflexões sobre os processos de inclusão tecnológica e de participação democrática dos cidadãos nos empreendimentos científicos da Humanidade, com vista à tomada de decisões informadas e à melhoria da qualidade de vida de todos os indivíduos. Debelar os processos de exclusão, a partir do acesso à ciência e seus benefícios pode ajudar a capacitar as comunidades e contribuir para uma cidadania mais informada e engajada, beneficiando a sociedade como um todo (Mattos & Chagas, 2008).

Do ponto de vista do direito, particularmente no campo dos Direitos Humanos, o direito à ciência é um aspecto fundamental da justiça social e da igualdade, enquanto princípios consagrados em instrumentos jurídicos internacionais como a DUDH e o PIDESC. O estudo desse tema permite uma compreensão mais profunda das responsabilidades que os Estados têm de garantir que todos os cidadãos possam participar da ciência, acessar e se beneficiar do conhecimento científico (Chapman & Wyndham, 2013).

Além disso, o movimento da ciência aberta enfatiza a necessidade de transparência e colaboração na pesquisa, alinhando-se aos princípios dos direitos humanos ao defender a democratização do conhecimento. Ao examinar o direito à ciência no contexto dos Direitos Humanos, este trabalho pode contribuir para que juristas e outros profissionais possam abordar melhor as barreiras sistêmicas no acesso ao conhecimento e, assim, trabalhar em prol de uma sociedade mais justa, onde todos possam contribuir e se beneficiar dos avanços científicos.

### *Aspectos constitutivos do Direito Humano à Ciência*

As diferentes contribuições teóricas acerca do direito à ciência e alguns esforços no sentido de construir uma definição e apontar as suas dimensões e indicadores, permitem já que os Estados membros das Organizações das Nações Unidas (ONU) e Partes do Pacto Internacional dos Direitos Económicos, Sociais e Culturais (PIDESC) o possam implementar, e os cidadãos ou qualquer Organização possam monitorar essa implementação. Todavia, o conceito de direito à ciência não foi um dado adquirido, posto que foi sendo socialmente construído, a partir de discursos e interações entre vários actores interessados.

A história do direito à ciência tem seu começo formal como pano de fundo do famoso discurso das Quatro Liberdades do presidente estadunidense, Franklin D. Roosevelt, proferido em janeiro de 1941, passando pela adoção da Declaração Universal dos Direitos Humanos (DUDH), no *Palais Chaillot*, em Paris, em 10 de dezembro de 1948, pelo PIDESC e demais documentos, que posteriormente reforçaram a interpretação, aplicação e eficácia deste direito (Mancisor, 2021). Com efeito, o referido discurso de Franklin D. Roosevelt, proferido na véspera da entrada dos EUA na Segunda Guerra Mundial, tem sido reconhecido como um marco significativo na história dos direitos humanos e, em particular, na evolução do conceito de direito à ciência. Nesse discurso, Roosevelt terá enfatizado que além das liberdades (como por exemplo a liberdade de expressão, a liberdade de culto, etc.), a fruição dos benefícios dos avanços da ciência era um elemento essencial para a construção de uma democracia saudável e próspera (Mancisor, 2021).

O discurso de Roosevelt estabeleceu uma conexão duradoura entre ciência, democracia e direitos humanos, ao apontar a importância de garantir que todos possam desfrutar dos avanços científicos, uma questão que continua relevante nas discussões contemporâneas sobre acesso ao conhecimento e justiça social (Mancisor, 2021). Por outro lado, além do discurso de Roosevelt, a Declaração Americana sobre os Direitos e Deveres do Homem (DADDH), adotada em 1948, foi fundamental para a consolidação do direito à ciência, pois o processo começou com o rascunho inicial elaborado pelo Comité Jurídico Interamericano, em 1945, que incluía o “direito de compartilhar os benefícios das descobertas e invenções da ciência” (Romano, 2021, p. 13).

No dizer de Romano (2021, p. 18), durante as discussões que levaram à versão final da DADDH, o conceito foi ampliado para incluir o “direito de participar dos benefícios que resultam do progresso intelectual, especialmente das descobertas científicas”. Essa mudança de linguagem foi crucial, pois não apenas reconheceu o direito de usufruir passivamente dos benefícios científicos, mas também enfatizou a participação cidadã nos processos de produção, circulação e apropriação humana da ciência.

Ainda no tocante à formulação do direito à ciência, as contribuições do jurista canadense e defensor dos direitos humanos, John Peters Humphrey, têm sido apontadas como pioneiras, visto que desempenharam um papel importantíssimo na formulação do texto referente ao direito à

ciência, que viria a ser incluída na DUDH (Mancisidor, 2021). Humphrey foi o responsável pela redação do primeiro projeto da DUDH, onde o direito à ciência foi descrito como *direito de compartilhar os benefícios da ciência*, refletindo a ideia de que os avanços científicos deveriam ser acessíveis a todos, não apenas a uma elite (Mancisidor, 2021). Sua proposta, diz Mancisidor (2021), foi influenciada pela DADDH, que apresentava normas sobre o *direito de todos de participar da vida cultural e desfrutar dos benefícios do progresso intelectual*, especialmente das descobertas científicas - ideia que veio a ser incluída na redacção final do artigo 27º da DUHD.

Durante as discussões, Humphrey defendeu a inclusão do direito à ciência, argumentando que seus benefícios devem ser acessíveis a todos, independentemente do *status* social, político, económico, religioso, entre outros. As contribuições de Humphrey dizem respeito à defesa da interdependência dos direitos humanos, de modo que as suas discussões sobre direitos humanos e ciência, com ênfase na acessibilidade e na partilha dos benefícios da ciência permanecem relevantes nos dias actuais, principalmente nas discussões sobre justiça social e equidade no acesso ao conhecimento (Mancisidor, 2021).

A história da formulação do direito à ciência, no direito internacional dos direitos humanos, tal como lembra Schabas (2024), foi influenciada também pelo contexto das disputas ideológicas da Guerra Fria. Nesse cenário, durante a redacção do artigo 27º da DUDH, enquanto decorriam os trabalhos preparatórios, houve “o debate sobre se o direito era essencialmente sobre as liberdades dos cientistas ou sobre os propósitos da ciência, incluindo a preocupação com o abuso” (Schabas, 2024, p. 313).

Schabas (2024) afirma que, na época, a União Soviética promoveu a visão de que a pesquisa científica deveria perseguir objectivos progressistas, mas não teve sucesso em suas tentativas de incluir esta ideia nos textos. Na mesma época, a contribuição da UNESCO para a redacção do artigo 27º da DUDH tinha sido insignificante, embora mais tarde teve uma influência considerável no texto do artigo 15º do PIDESC, tendo, por consequência, emitido, entre 1950 e 1951, importantes e influentes declarações de especialistas, confirmando, na prática, sua própria compreensão sobre a direcção que a ciência deveria tomar (Schabas, 2024).

Por outro lado, embora o direito à ciência possa estar conectado aos demais direitos humanos, alguns autores destacam que ele é essencialmente um direito cultural (Shaheed & Mazibrada, 2021; Porsdam, 2022). Em seu trabalho recente, intitulado “*On the Right to Science As a Cultural Human Right*”, Shaheed e Mazibrada (2021) destacam que a natureza cultural do direito à ciência tem a ver não só com a participação do indivíduo na vida cultural e com a valorização do conhecimento tradicional, mas também com a abordagem do conhecimento como um bem público e cultural.

Coelho (2011), por seu turno, afirma que o principal direito cultural apresentado no artigo 15º do PIDESC, que é o de participar da vida cultural, junta-se aos dois outros direitos que o complementam: o direito de participar das conquistas científicas e tecnológicas e o direito moral e material à propriedade intelectual. Participar das conquistas científicas implica também, por exemplo, beneficiar-se do direito ao transplante de células-tronco, em caso de necessidade, enquanto participar das conquistas tecnológicas refere-se ao acesso a serviços como televisão e *internet*.

Diferentemente, Romano (2021, p. 33) faz a distinção entre o “direito à ciência” e os “direitos da ciência”, correspondendo o primeiro ao “direito de se beneficiar dos avanços da ciência e da tecnologia” e o segundo, ao “direito à liberdade académica, de realizar pesquisas, de colher os frutos de suas próprias invenções, etc.”. Segundo o autor, as raízes dos direitos da ciência remontam a Bacon e Galileu, e se entrelaçam com outros direitos mais conhecidos, como o direito à educação e à liberdade de expressão, contrariamente às raízes do direito à ciência que são relativamente mais recentes, tendo sua origem no trabalho da Comissão Jurídica Interamericana, o órgão especializado

que redigiu a Declaração Americana de Direitos Humanos (Romano, 2021).

Actualmente, o Direito Humano à ciência compreende o direito de indivíduos e comunidades participarem da ciência e usufruírem dos seus benefícios, assim como de terem suas produções científicas, literárias ou artísticas devidamente protegidas (Shaver, 2010). Este conceito, baseado numa abordagem da ciência como um bem comum, decorre, em parte, do disposto no artigo 27º da DUDH, em que se lê:

- 1) Todo ser humano tem o direito de participar livremente da vida cultural da comunidade, de fruir das artes e de compartilhar do progresso científico e de seus benefícios;
- 2) Todo ser humano tem direito à protecção dos interesses morais e materiais resultantes de qualquer produção científica, literária ou artística da qual seja autor (UN, 1948).

Mais tarde, em 1966, o nº 1 do artigo 15º do Pacto Internacional dos Direitos Económicos, Sociais e Culturais (PIDESC) reforçou o entendimento do direito à ciência, ao estabelecer que os Estados Partes do PIDESC reconhecem o direito de toda pessoa: a) De participar da vida cultural; b) De gozar dos benefícios do progresso científico e das suas aplicações; c) De beneficiar da protecção dos interesses morais e materiais resultantes de qualquer produção científica, literária ou artística da qual seja autor. (UN, 1966).

Se na DUDH havia o reconhecimento do direito à ciência, uma declaração de sua existência como um direito imprescindível ao fortalecimento da dignidade humana, das liberdades e da justiça social, no PIDESC há não só um reconhecimento deste direito (conforme os parágrafos 1 e 4 do artigo 15º), mas também o estabelecimento de deveres dos Estados Partes do PIDESC (conforme o parágrafo 2 do artigo 15º) e os compromissos por estes assumidos (conforme o parágrafo 3 do artigo 15º). Dessa forma, os Estados Partes não só consideram que a dignidade inerente a todos os seres humanos é fundamental para a liberdade, justiça e paz mundial, como também reconhecem que esses direitos têm como fundamento a dignidade humana e que a realização de um ideal de liberdade e segurança depende da criação de condições que garantam, entre outros, o acesso a direitos económicos, sociais e culturais.

Ao discorrer sobre o direito à ciência, Smith (2020) considera que é fundamental o reconhecimento do acesso à ciência e da participação nos benefícios do progresso científico e tecnológico, como um direito de todos os seres humanos. A autora reconhece que esse direito não só assegura que as pessoas tenham a oportunidade de usufruir dos avanços da ciência e de colaborar para o desenvolvimento científico, mas também trata de aspectos éticos que envolvem a protecção das autorias, o bem-estar e os direitos de cada um, sem qualquer forma de discriminação (Smith, 2020).

Para Smith (2020), o direito à ciência possui uma natureza multifacetada, englobando aspectos colectivos (em que se destaca a importância do acesso à ciência para a sociedade) e individuais (assegura-se a cada pessoa a oportunidade de participar, contribuindo para o desenvolvimento do conhecimento científico), havendo, em qualquer dos casos, a possibilidade de se beneficiar do progresso científico e de suas aplicações. Na esteira de Leão (2021), a noção de direito à ciência apresentada na redacção do artigo 15º do PIDESC, encerra em si seis elementos que devem ser bem compreendidos, quais sejam a produção de conhecimento, o acesso ao conhecimento, aproveitamento dos benefícios da ciência, a liberdade científica em pesquisas, a cooperação entre instituições científicas e a colaboração entre pesquisadores, e a responsabilidade dos Estados Partes.

Neste sentido, no que diz respeito aos três primeiros elementos, Leão (2021) defende que o Direito Humano à Ciência garante que todos possam contribuir para a produção de conhecimentos científicos, assegurando igualdade de acesso à informação científica, independentemente da classe social, idade, sexo, religião, etnia de origem, etc., ao mesmo tempo que permite aproveitar os avanços científicos em áreas como a saúde, tecnologia e meio ambiente para melhorar a qualidade

de vida. No tocante aos três últimos elementos, Leão (2021) enfatiza que os Estados devem respeitar a liberdade de pesquisa, permitir o desenvolvimento da pesquisa científica sem interferências, promover colaboração internacional e adotar políticas públicas que preservem e disseminem o conhecimento científico, tendo em vista a inovação.

De modo semelhante, Boggio e Gran (2021) argumentam que a liberdade de pesquisa, o acesso aos benefícios da ciência, as oportunidades de participação na produção de conhecimentos, os recursos necessários para a pesquisa e desenvolvimento, assim como a legislação e as políticas públicas, são elementos de grande importância para desenvolver indicadores que possam medir a conformidade dos Estados Partes com as obrigações estabelecidas pelo PIDESC. Nesta direção, os autores desenvolveram uma proposta de indicadores que captam a estrutura empírica da noção de direito à ciência, organizados em três dimensões principais: estruturais, de processo e de resultado (Boggio & Gran, 2021, p. 284).

Assim, a dimensão estrutural inclui a base legal e institucional necessária, a ratificação de tratados como o PIDESC, a legislação nacional que incorpora as obrigações do artigo 15º do PIDESC e a criação de mecanismos institucionais para promover e proteger a ciência, estabelecendo um compromisso claro dos Estados. A dimensão de processo trata das ações e políticas implementadas para promover o direito à ciência, como a formulação de políticas de pesquisa que garantam a liberdade acadêmica, o apoio financeiro e a inclusão de diversos grupos, como minorias e mulheres (Boggio & Gran, 2021, p. 284).

Por fim, as dimensões de resultado medem os efeitos das políticas e ações, incluindo a produção científica, o acesso da população aos benefícios da pesquisa e a capacitação educacional em ciência, permitindo uma avaliação abrangente da implementação do direito à ciência, além da identificação de áreas de progresso e desafios a serem enfrentados (Boggio & Gran, 2021, p. 284). Portanto, as dimensões estrutural, de processo e de resultado são essenciais para entender o direito à ciência e sua implementação pelos Estados Partes, pois garantem as bases legais e institucionais necessárias para a realização dos compromissos internacionais reflectidos na legislação nacional de cada Estado, além de promoverem a liberdade acadêmica e a inclusão de diversos grupos, tornando o direito à ciência acessível, sem perder de vista a avaliação do seu impacto, por meio da medição da produção científica e do acesso aos benefícios da pesquisa.

### **Metodologia**

A pesquisa foi conduzida com abordagem qualitativa e descritiva, focada na análise documental de decisões judiciais. Considera-se que a abordagem qualitativa é ideal para compreender fenómenos complexos em profundidade, enquanto a pesquisa descritiva busca organizar e detalhar informações sobre um determinado fenómeno, permitindo maior clareza e sistematização (Gil, 2021). Por outro lado, a análise documental é particularmente eficaz para explorar fontes primárias e produzir interpretações fundamentadas (Cellard, 2012), o que justificou sua escolha como técnica central nesta investigação.

Assim, a metodologia utilizada permitiu a identificação da jurisprudência e a sua análise. A análise desse material empírico teve em vista identificar como o STF interpreta e aplica aspectos do Direito Humano à Ciência, subjacentes aos casos concretos de Acções Directas de Inconstitucionalidades (ADI), e que convergem com as normas de dispositivos internacionais, como o artigo 27º da Declaração Universal dos Direitos Humanos (DUDH) e o artigo 15º do Pacto Internacional dos Direitos Económicos, Sociais e Culturais (PIDESC).

A pesquisa utilizou como fonte de dados o Portal *JusBrasil* e o Portal do próprio STF, enquanto plataformas amplamente reconhecidas por reunirem decisões judiciais proferidas por tribunais brasileiros. A selecção da jurisprudência realizou-se em dois momentos: primeiro, realizou-se a busca no Portal *JusBrasil*, por meio de combinação das seguintes palavras-chave: a) Projectos Científicos. Receitas Orçamentárias; b) Comprovação científica. *AedesAegypti*; c)

Liberdade de Acesso à Informação. Livre Manifestação do Pensamento, criação, expressão e informação. Após a inserção dessas palavras-chave no Portal *JusBrasil*, aplicou-se os filtros Seção “jurisprudência” e Tribunal “STF”, tendo sido seleccionadas as seguintes Acções Directas de Inconstitucionalidade (ADIs), organizadas segundo a ordem de combinações de palavras-chave inseridas: a) Acção Directa de Inconstitucionalidade 422 Espírito Santo (ADI 422/ES); b) Acção Directa de Inconstitucionalidade 5592 Distrito Federal (ADI 5592/DF); e c) Acção Directa de Inconstitucionalidade 3481 Distrito Federal (ADI 3481/DF), respectivamente.

Num segundo momento, foram anotadas as referências das ADIs seleccionadas no Portal *JusBrasil*. Seguidamente, as referências obtidas foram inseridas no campo de busca do Portal do STF e realizou-se os respectivos *downloads*, uma vez que os documentos estavam disponíveis publicamente, perfazendo um requisito essencial para a transparência e a confiabilidade de uma análise documental (Bardin, 2016). Posteriormente os documentos foram lidos e analisados, conforme os propósitos da pesquisa.

A análise documental foi realizada seguindo etapas como a leitura inicial do material, a identificação de questões relevantes, a interpretação contextual e a organização dos resultados, conforme sugerem Cellard (2012) e Bardin (2016). Na leitura inicial, foram identificados argumentos que, de maneira explícita ou implícita, têm a ver com aspectos do Direito Humano à Ciência, tendo em atenção as fundamentações jurídicas e as implicações práticas das decisões.

Na etapa de interpretação, buscou-se verificar o alinhamento das decisões do STF com os compromissos internacionais assumidos pelo Brasil, levando em linha de conta a importância de considerar o diálogo entre o Direito Constitucional e o Direito Internacional (Piovesan, 2013). Por fim, os resultados foram organizados em forma de argumentos que reforçam a protecção, a defesa ou a necessidade de efectivação do direito à ciência, utilizados pelo STF e também constantes de precedentes já estabelecidos.

Apesar das contribuições significativas, a pesquisa enfrentou algumas limitações. O foco nas decisões do STF deixou de lado a análise de instâncias judiciais inferiores, que poderiam complementar a discussão com perspectivas mais regionais e específicas. Não obstante, essas limitações não impediram a realização do objectivo da pesquisa inicialmente estabelecido, visto que, em se tratando de uma pesquisa com abordagem qualitativa, não se pretendia a generalização dos resultados.

De um modo geral, a metodologia adoptada foi útil para analisar como os aspectos constitutivos do Direito Humano à Ciência se reflectem na jurisprudência do Supremo Tribunal Federal (STF) do Brasil. A articulação entre análise documental, fundamentação teórica e critérios de selecção permitiu construir uma abordagem sobre o tema, que considera o ordenamento jurídico brasileiro, com seus desafios, no contexto da era digital. Esta investigação contribui não apenas para o campo académico, mas também para a formulação de políticas públicas que promovam a inclusão e o acesso democrático ao conhecimento, mormente, ao conhecimento científico.

### **Resultados do estudo**

Tal como foi anteriormente referido, a efectivação do próprio direito à ciência, reconhecido no artigo 27º da Declaração Universal dos Direitos Humanos (DUDH) e no artigo 15º do Pacto Internacional dos Direitos Económicos, Sociais e Culturais (PIDESC) implica o cumprimento de deveres por parte dos Estados Membros da Organização das Nações Unidas (ONU) e Estados-Partes do PIDESC, como por exemplo, o dever de, na medida da disponibilidade de recursos, implementar medidas necessárias à conservação, ao desenvolvimento e à difusão da ciência e da cultura, em conformidade com o disposto no artigo 15º, nº 2 do PIDESC.

As responsabilidades a serem assumidas pelos diversos países signatários e que ratificaram o PIDESC, foram primeiramente estipuladas no artigo 2º deste Pacto Internacional, e incluem a

envidar esforços (para financiamento da ciência, adequação da legislação, técnicos e de cooperação) para a concretização do Direito Humano à Ciência, assim como garantir que esse direito seja exercido sem discriminação de qualquer tipo em razão de raça, cor, sexo, língua, religião, opinião política ou outra, origem nacional ou social, riqueza, nascimento ou qualquer outra condição (ONU, 1966).

Levando isso em consideração, foi seleccionada a jurisprudência que, embora não contenha a expressão “direito à ciência”, contribui para a interpretação desse direito e compreensão de como seus aspectos constitutivos se reflectem nas decisões do STF. A seguir apresentam-se as análises das decisões do Supremo Tribunal Federal (STF), consubstanciadas nas seguintes acções: a) Acção Directa de Inconstitucionalidade 422 Espírito Santo (ADI 422/ES); b) Acção Directa de Inconstitucionalidade 5592 Distrito Federal (ADI 5592/DF); e c) Acção Directa de Inconstitucionalidade 3481 Distrito Federal (ADI 3481/DF).

***a) Acção Directa de Inconstitucionalidade 422 Espírito Santo (ADI 422 / ES)***

Uma das decisões do STF seleccionada para a análise, foi a Acção Directa de Inconstitucionalidade 422 Espírito Santo (ADI 422 / ES), de 23/08/2019, que aborda o dever do Estado de financiar a pesquisa científica, com base no artigo 197º, § 2º, da Constituição do Estado do Espírito Santo, em harmonia com o disposto no artigo 218º da Constituição Federal. Trata-se de uma Acção Directa de Inconstitucionalidade, com pedido de medida cautelar, ajuizada pelo Governador do Estado do Espírito Santo, tendo por objecto o artigo 197º, § 2º, da Constituição do Estado do Espírito Santo e o artigo 41º do respectivo Acto das Disposições Constitucionais Transitórias - ADCT, com o seguinte teor:

Constituição do Estado do Espírito Santo

“Art. 197º (...)

§ 2º - O Estado destinará anualmente não menos do que dois e meio por cento de sua receita orçamentária ao fomento de projetos de desenvolvimento científico e tecnológico.”  
(Espírito Santo, 1989)

ADCT do Estado do Espírito Santo

“Art. 41º O Estado destinará obrigatoriamente, por período mínimo de dez anos, não menos de dois por cento do imposto a que se refere o art. 139º, I, b, nele não incluídas as parcelas pertencentes aos Municípios, à aplicação em programas de financiamento do setor produtivo e de infra-estrutura dos Municípios ao norte do rio Doce e os por ele banhados.”

Neste trabalho interessa apenas a análise sobre a decisão do STF relativamente à (in)constitucionalidade do artigo 197º, § 2º, da Constituição do Estado do Espírito Santo, por ser essa decisão que versa sobre um dos aspectos do direito à ciência, que é o dever dos Estados Membros da ONU e dos Estados-Partes do PIDESC, de alocar recursos para que se desenvolvam projectos de pesquisa científica, conforme o artigo 2º e o artigo 15º, nº 2 do PIDESC. Na Acção, o requerente (Governador do Estado do Espírito Santo) alega que o artigo 197º, § 2º, da Constituição do Estado do Espírito Santo, padece de inconstitucionalidade, ao estabelecer que o Estado destinará anualmente percentual de sua receita orçamentária ao fomento de projectos de desenvolvimento científico e tecnológico, o que, segundo o requerente, constitui uma afronta directa ao artigo 167º, IV, da Constituição Federal, que veda a vinculação de receita de impostos a órgão, fundo ou despesa, cujo teor é o seguinte:

Art. 167º. São vedados:

(...)

IV - a vinculação de receita de impostos a órgão, fundo ou despesa, ressalvadas a repartição do produto da arrecadação dos impostos a que se referem os arts. 158º e 159º, a destinação de recursos para as acções e serviços públicos de saúde, para manutenção e desenvolvimento do ensino e para realização de atividades da administração tributária,

como determinado, respectivamente, pelos arts. 198º, § 2º, 212º e 37º, XXII, e a prestação de garantias às operações de crédito por antecipação de receita, previstas no art. 165º, § 8º, bem como o disposto no § 4º deste artigo (Brasil, 1988).

A Acção Directa de Inconstitucionalidade 422 Espírito Santo (ADI 422 / ES) foi intentada contra a Assembleia Legislativa do Estado do Espírito Santo, tendo como Relator o Ministro Luiz Fux. Esta ADI tem relação com o direito à ciência, reconhecido no artigo 27º da Declaração Universal dos Direitos Humanos (DUDH) e no artigo 15º do PIDESC, posto que a vinculação, pelos Estados, de parcela de receitas orçamentárias ao fomento do Ensino e da Pesquisa Científica e Tecnológica, prevista no § 5º, do artigo 218º da Constituição Federal, é fundamental para a concretização desse direito.

Diante das alegações do requerente (segundo as quais a disposição impugnada estabelece vinculações de receitas orçamentárias e tributárias que são proibidas pela Constituição Federal, conforme o artigo 167º, IV, que veda a vinculação da receita de impostos a órgãos, fundos ou despesas, e embora a Constituição preveja exceções, o artigo questionado não se enquadra nessas exceções), em sua defesa, a Assembleia Legislativa do Estado do Espírito Santo prestou informações da constitucionalidade do artigo impugnado. Sustentou que “o § 2º do artigo 197º da Carta estadual responde ao princípio inserido no artigo 218º, § 5º, da Constituição Federal, que faculta aos estados vincular parcela de sua receita orçamentária a entidades públicas de fomento ao ensino e à pesquisa científica e tecnológica”.

O STF decidiu que o artigo 197º, § 2º, da Constituição do Estado do Espírito Santo não padece de inconstitucionalidade. Em sua decisão, o STF argumentou que:

A Constituição Federal reserva ao Poder Executivo a iniciativa das leis que estabelecem o plano plurianual, as diretrizes orçamentárias e os orçamentos anuais, o que, em respeito à separação dos Poderes, consubstancia norma de observância obrigatória pelos demais entes federados, por simetria.

Para fundamentar este argumento, o STF recorreu a uma decisão precedente, consubstanciada na ADI 584, em que foi Relator, o Ministro Dias Toffoli, Plenário, DJe de 9/4/2014 e ADI 1.689, em que foi Relator, o Ministro Sydney Sanches, Plenário, DJ de 2/5/2003. Além disso, O STF argumentou também que:

O artigo 167º, IV, da Constituição Federal veda a vinculação de receita de impostos a órgão, fundo ou despesa, ressalvados os casos previstos nesse dispositivo e em outras normas constitucionais. Isso porque o estabelecimento de vinculações de receitas orçamentárias, quando não previstas ou autorizadas na Constituição Federal, cerceia o poder de gestão financeira do chefe do Poder Executivo.

Novamente, o STF lançou mãos aos casos precedentes, cujas decisões fundamentam o argumento apresentado. Trata-se da ADI 1.759, em que foi Relator, o Ministro Gilmar Mendes, Plenário, DJe de 20/08/2010 e ADI 1.750, em que foi Relator, o Ministro Eros Grau, Plenário, DJ de 13/10/2006. Ainda para fundamentar sua decisão sobre a conformidade do artigo 197º, § 2º, da Constituição do Estado do Espírito Santo com a Constituição Federal, O STF argumentou que “o artigo 218º, § 5º, da Constituição Federal faculta aos Estados membros e ao Distrito Federal a vinculação de parcela de suas receitas orçamentárias a entidades públicas de fomento ao ensino e à pesquisa científica e tecnológica”.

Nesta direção apresenta como precedentes a ADI 550, em que foi Relator, o Ministro Ilmar Galvão, Plenário, DJ de 18/10/2002, a ADI 336, em que foi Relator, o Ministro Eros Grau, Plenário, DJ de 17/09/2010 e a ADI 3.576, em que foi Relator, a Ministra Ellen Gracie, Plenário, DJ de 02/02/2007. Por fim, o STF argumenta que:

O artigo 197º, § 2º, da Constituição do Estado do Espírito Santo determina a destinação anual de percentual da receita orçamentária estadual ao fomento de projetos de desenvolvimento científico e tecnológico, hipótese que encontra fundamento no artigo 218º, § 5º, da Constituição Federal.

A Acção Directa de Inconstitucionalidade 422 Espírito Santo (ADI 422 / ES) foi conhecida e julgada improcedente, quanto ao pedido de declaração de inconstitucionalidade do artigo 197º, § 2º, da Constituição do Estado do Espírito Santo, uma vez que este artigo está em perfeita harmonia com o artigo 218º, § 5º, da Constituição Federal. O caso em apreço demonstra o compromisso do Estado Brasileiro, em relação ao financiamento da actividade científica, ao desenvolvimento de projectos científicos e tecnológicos, o que remete para os compromissos assumidos por este País, enquanto Membro da ONU, tendo em vista o artigo 27º da Declaração Universal dos Direitos Humanos e os artigos 2º e 15º do Pacto Internacional dos Direitos Económicos, Sociais e Culturais.

A Acção Directa de Inconstitucionalidade 422 Espírito Santo (ADI 422/ES) trata de um tema central no campo dos direitos humanos e da política pública científica, reflectindo a intersecção entre o direito à ciência e as normas orçamentárias estaduais e federais no Brasil. Essa análise pode ser dividida em duas partes: a perspectiva científica, no tocante ao financiamento da pesquisa e ao cumprimento dos compromissos internacionais com a ciência, e a perspectiva jurídica, considerando a relação entre as normas constitucionais envolvidas e a interpretação do Supremo Tribunal Federal (STF).

Do ponto de vista científico, a decisão do STF confirma o compromisso do Estado brasileiro com o financiamento da pesquisa científica e com a promoção do direito à ciência, conforme os princípios consagrados na Declaração Universal dos Direitos Humanos e no Pacto Internacional sobre Direitos Económicos, Sociais e Culturais. O STF, ao julgar a ADI 422/ES, ratifica a importância da destinação orçamentária para o fomento científico, um direito fundamental para o desenvolvimento social e tecnológico.

Do ponto de vista jurídico, a decisão do STF destaca a harmonia entre a Constituição estadual do Espírito Santo e a Constituição Federal, reconhecendo a autonomia dos Estados para definir suas políticas orçamentárias, especialmente no que se refere ao fomento da ciência, tecnologia e educação. A decisão reflecte, assim, a aplicação do princípio da simetria e o respeito às excepções constitucionais, consolidando a jurisprudência favorável ao financiamento de projectos de pesquisa como um direito fundamental do Estado brasileiro.

#### ***b) Acção Directa de Inconstitucionalidade 5592 Distrito Federal (ADI 5592 / DF)***

Esta Acção Directa de Inconstitucionalidade (ADI), em que foi Relatora a Ministra Cármen Lúcia, aborda a obrigação legal de recorrer à ciência para, em atendimento aos princípios da precaução e da prevenção, garantir o direito à protecção da saúde de todos os seres humanos. Trata-se de uma ADI, com requerimento de medida cautelar, ajuizada pelo Procurador-Geral da República, em 19/09/2016, contra o inciso IV do § 3º do artigo 1º da Lei nº 13.301/2016, pela qual se “dispõe sobre a adopção de medidas de vigilância em saúde quando verificada situação de iminente perigo à saúde pública pela presença do mosquito transmissor do vírus da dengue, do vírus *chikungunya* e do vírus da *zika*”. Especificamente, a disposição impugnada tem o seguinte teor:

Art. 1º Na situação de iminente perigo à saúde pública pela presença do mosquito transmissor do vírus da dengue, do vírus *chikungunya* e do vírus da *zika*, a autoridade máxima do Sistema Único de Saúde – SUS, de âmbito federal, estadual, distrital e municipal fica autorizada a determinar e executar as medidas necessárias ao controle das doenças causadas pelos referidos vírus, nos termos da Lei nº 8.080, de 19 de setembro de 1990, e demais normas aplicáveis, enquanto perdurar a Emergência em Saúde Pública de Importância Nacional – ESPIN. (...)

§ 3º São ainda medidas fundamentais para a contenção das doenças causadas pelos vírus de que trata o caput: (...)

IV – Permissão da incorporação de mecanismos de controle vetorial por meio de dispersão por aeronaves mediante aprovação das autoridades sanitárias e da comprovação científica da eficácia da medida.

No essencial, o autor argumenta que a dispersão de produtos químicos por aeronaves para

combater o mosquito *Aedes aegypti*, por exemplo, contraria diversos artigos da Constituição, incluindo o direito a um meio ambiente equilibrado. Também questiona a eficácia dessa medida, afirmando que a pulverização aérea não só é ineficaz, mas também prejudicial à saúde humana, pois substâncias tóxicas podem atingir áreas habitadas, como residências, escolas e fontes de água.

Para sustentar seus argumentos, o autor cita recomendações de várias entidades de saúde, como por exemplo, o Conselho Nacional de Saúde (Recomendação n.º 3, de 15/06/2016), o Conselho Nacional de Secretários de Saúde, o Conselho Nacional de Secretários Municipais de Saúde, a Associação Brasileira de Saúde Coletiva e a Fundação Oswaldo Cruz (Nota Técnica n.º 4/2016/IOC-FIOCRUZ/Diretoria), que indicam a ineficácia e os riscos associados à dispersão aérea de produtos químicos, enfatizando a falta de certeza sobre a segurança dessa prática.

Diante dessas alegações do Procurador-Geral da República (autor), o Presidente da República manifestou-se pela improcedência da acção, argumentando que a Lei n.º 13.301/2016, não dava poderes aos gestores do SUS para uso do controle vectorial por meio de dispersão por aeronaves, pelo que careciam da permissão das autoridades sanitárias, comprovada cientificamente a eficácia da medida. Informou ainda que, por nunca ter sido utilizada no país, no controle do *Aedes aegypti*, e diante da necessidade de cumprir a Lei n.º 13.301/2016, o Ministério da Saúde propôs a criação de um grupo de trabalho para estudar a eficácia dessa abordagem de controle vectorial. Por outro lado, o Senado Federal manifestou-se pela constitucionalidade da norma impugnada, uma vez que, em seu entender, o processo legislativo que levou à criação da Lei n.º 13.301/2016, foi “absolutamente escorreito”.

Em relação ao mérito da ADI 5592 / DF, o Senado Federal destacou que, até 23 de janeiro de 2016, a Secretaria de Vigilância em Saúde do Ministério da Saúde havia recebido notificações de 4.180 casos suspeitos de microcefalia, registados em 830 municípios de 24 unidades da Federação. Além disso, enfatizou que a gravidade da situação levou à declaração de Emergência em Saúde Pública de Importância Nacional (ESPIN), em 11 de novembro de 2015. A Advocacia-Geral da União também se manifestou pela improcedência da ADI 5592 / DF, sustentando seu posicionamento, nos seguintes termos:

(...) Ausência de afronta ao princípio da razoabilidade, bem como aos direitos fundamentais à saúde e ao meio ambiente ecologicamente equilibrado (artigo 6º; 37º, *caput*; 196º; e 225º, § 1º, inciso V e VII, da Constituição). O dispositivo em questão não outorga ao Poder Público ampla faculdade no uso da pulverização aérea para fins de controle vectorial. De modo diverso, permite a adopção de tal medida desde que seja aprovada pelas autoridades sanitárias e venha a ter sua eficácia cientificamente comprovada.

Para embasar sua decisão, o STF apoiou-se, dentre outros aportes, nos argumentos científicos consubstanciados em vários dispositivos, nomeadamente na Lei n.º 13.301/2016, fruto de conversão da Medida Provisória n.º 712/2016, editada para se disciplinar providências de combate emergencial às doenças transmitidas pelo *Aedes aegypti*; no direito fundamental ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, que está previsto no artigo 225º da Constituição da Federal; na Declaração do Rio de Janeiro sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, aprovada na Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e o Desenvolvimento, realizada em 1992; e na Política Nacional do Meio Ambiente, disciplinada na Lei n.º 6.938, de 31/08/1981.

O STF também fundamentou sua decisão, a partir de decisões precedentes, tais como: o Mandado de Segurança n.º 22.164/SP, Plenário, que teve como Relator o Ministro Celso de Mello, DJ 17.11.1995, sobre o direito à integridade do meio ambiente, típico direito de terceira geração, que constitui prerrogativa jurídica de titularidade colectiva; a ADI n.º 4.269/DF (Plenário, DJ 01/02/2019), em que o Ministro Edson Fachin reforçou a ideia de um Constitucionalismo brasileiro que enquadra o meio ambiente como um bem comum; Arguição de Descumprimento de Preceito Fundamental n.º 101/DF, DJ 4/6/2012, com a relatoria da Ministra Cármen Lúcia, em que o STF declarou válida a proibição à importação de pneus usados ou remodelados. O STF ainda apresentou

como antecedentes a ADI nº 4.988/TO, sob Relatoria do Ministro Alexandre de Moraes, DJ 05/10/2018; Medida Cautelar na ADI / DF, com Relatoria do Ministro Celso de Mello, DJ 03/02/2006; e a ADI nº 4.066/DF, no que diz respeito ao voto da Ministra Rosa Weber.

Além desses precedentes, o STF ainda invocou a primazia de um ambiente sadio e não poluído como factor determinante para o gozo do direito à saúde, mencionando o artigo 25º da Declaração Universal dos Direitos Humanos, de que o Brasil é signatário, desde 10/12/1948, os artigos 6º e 196º da Constituição Federal de 1988, ambos sobre o direito à saúde, o preâmbulo da Constituição da Organização Mundial da Saúde (OMS), que enfatiza a saúde para além da ausência da doença, além de argumentos doutrinários, tais como os estudos de Castle, *et al.* (1999) e Espinoza-Gómez, Hernández-Suárez e Coll-Cárdenas (2002).

Com esses argumentos, o STF concluiu que todo o conhecimento científico consubstanciado nos “pareceres emitidos pelos órgãos mesmos do Poder Executivo e entidades não estatais foram unânimes em proclamar a ineficiência do método para o objetivo pretendido” e além disso, atestam “as consequências de seu uso contra a saúde e o meio ambiente ecologicamente equilibrado”. Por essas razões, o STF julgou parcialmente procedente a ADI para declarar a inconstitucionalidade do inciso IV do § 3º do artigo 1º da Lei nº 13.301/2016, nos seguintes termos:

Em atendimento aos princípios da precaução e da prevenção, bem como do direito à proteção da saúde, portanto, confere-se interpretação conforme à Constituição, sem redução de texto, ao disposto no inciso IV do §3º do artigo 1º da Lei nº 13.301/2016, para fixar o sentido segundo o qual a aprovação das autoridades sanitárias e ambientais competentes e a comprovação científica da eficácia da medida são condições prévias e inafastáveis à incorporação de mecanismos de controle vetorial por meio de dispersão por aeronaves, em atendimento ao disposto nos artigos 225º, §1º, incisos V e VII, 6º e 196º da Constituição da República.

O julgamento do STF, relativamente à Acção Directa de Inconstitucionalidade 5592 Distrito Federal (ADI 5592 / DF) revelou que, apesar de não se fazer menção directa ao direito à ciência, o acesso ao conhecimento científico, em matérias de meio ambiente e saúde humana, foi fundamental para a tomada de decisão, em conformidade com os princípios da prevenção e da precaução, constitucionalmente consagrados.

### ***c) Acção Directa de Inconstitucionalidade 3481 Distrito Federal (ADI 3481/ DF)***

Esta Acção Directa de Inconstitucionalidade (ADI), em que foi Relator o Ministro Alexandre de Moraes, aborda a medida de restrição da aquisição de testes psicológicos apenas a psicólogos, imposta por meio de uma Resolução do Conselho Federal de Psicologia. Trata-se de Acção Directa de Inconstitucionalidade, com pedido de medida cautelar, proposta pelo Procurador-Geral da República em face do artigo 18º, III, §§ 1º e 2º, da Resolução 02/2003 do Conselho Federal de Psicologia. Especificamente, a disposição impugnada tem o seguinte teor:

Art. 18º - Todos os testes psicológicos estão sujeitos ao disposto nesta Resolução e deverão:  
(...)

III - ter sua comercialização e seu uso restrito a psicólogos regularmente inscritos em Conselho Regional de Psicologia.

§ 1º - Os manuais de testes psicológicos devem conter a informação, com destaque, que sua comercialização e seu uso são restritos a psicólogos regularmente inscritos em Conselho Regional de Psicologia, citando como fundamento jurídico o § 1º do artigo 13º da Lei nº 4.119/62 e esta Resolução.

§ 2º - Na comercialização de testes psicológicos, as editoras, por meio de seus responsáveis técnicos, manterão procedimento de controle onde conste o nome do psicólogo que os adquiriu, o seu número de inscrição no CRP e o(s) número(s) de série dos testes adquiridos.

O requerente argumenta que não há autorização nas normas que criam o Conselho Federal e os Conselhos Regionais de Psicologia para restringir a comercialização e o uso de manuais de testes

psicológicos. Ele alega que essa restrição viola princípios constitucionais, como a liberdade de manifestação do pensamento, a liberdade de expressão e o acesso à informação (artigo 5º, IV, IX e XIV da Constituição Federal). Além disso, sustenta que a limitação ao acesso a conteúdos específicos infringe o artigo 215º da Constituição Federal, que garante os direitos culturais da coletividade, e o artigo 220º da Constituição Federal, que protege a livre manifestação do pensamento e a criação contra restrições.

O requerente argumentou ainda que as normas atacadas “exorbitariam da competência do Conselho Federal de Psicologia e seriam, ademais, desproporcionais e ofensivas a vários princípios constitucionais, entre os quais a liberdade de manifestação do pensamento e o acesso irrestrito à informação”. Neste sentido pede que a ADI em apreço seja julgada procedente.

Em sua defesa, o Conselho Federal de Psicologia juntamente com o Conselho Federal de Farmácia, que mais tarde foi admitido, na condição de *amicuscuriae*, consideraram que não era possível ajuizar uma acção directa contra a Resolução 02/2003, pois essa resolução não é considerada uma Lei em sentido estrito. No mérito, defenderam que o ato normativo foi criado dentro das atribuições legais do Conselho Federal de Psicologia, visando regulamentar questões de interesse dos psicólogos e da sociedade.

Ao decidir sobre a ADI em causa, o STF argumentou que esta é admissível contra actos normativos infralegais que contrariam a Constituição, e que os Conselhos Profissionais têm competência para regulamentar suas profissões, mas não podem limitar o comércio e uso de materiais editoriais relacionados ao exercício profissional. Outrossim, argumentou que a regulamentação deve focar em situações concretas de diagnóstico e tratamento, não na simples aquisição de material bibliográfico, posto que a restrição de acesso a testes psicológicos apenas a psicólogos habilitados é considerada desproporcional, pois não garante protecção à saúde pública e limita a liberdade de acesso à informação.

Os argumentos do STF foram acompanhados de referências a precedentes semelhantes, tais como a ADI 1.590-MC, em que foi Relatora a Ministra Sepúlveda Pertence, Tribunal Pleno, DJ de 15/08/1997; a ADI 3.232, em que foi Relator o Ministro Cezar Peluso, Tribunal Pleno, DJe de 02/10/2008; a ADI 1.282-QO, em que foi Relatora a Ministra Sepúlveda Pertence, Tribunal Pleno, DJ de 29/11/2002. Além desses antecedentes, o STF também fundamentou sua decisão com base no artigo 5º, incisos IV, IX e XIV, da Constituição Federal, sobre a liberdade de manifestação do pensamento e no artigo 220º da Constituição Federal, sobre liberdade de acesso à informação.

Dessarte, no Plenário, Sessão Virtual de 26/2/2021 a 05/03/2021, o STF, por maioria, julgou procedente o pedido formulado na ADI para declarar a inconstitucionalidade material do inciso III e dos §§ 1º e 2º do artigo 18º da Resolução 02/2003 do Conselho Federal de Psicologia. Mais uma vez, com esta decisão fica demonstrada a pertinência da defesa da liberdade de manifestação do pensamento e da liberdade de acesso à informação, como aspectos fundamentais do direito à ciência, em sede dos Direitos Humanos, no plano jurídico internacional e, dos Direitos Fundamentais, no plano jurídico-constitucional interno da República Federativa do Brasil.

Dessa forma, a Acção Directa de Inconstitucionalidade 3481 Distrito Federal (ADI 3481/DF) representa um marco importante no contexto da protecção dos direitos fundamentais, especialmente no que tange à liberdade de expressão, ao acesso à informação e à garantia do direito à ciência no Brasil. Proposta pelo Procurador-Geral da República, a acção desafiou dispositivos da Resolução nº 02/2003 do Conselho Federal de Psicologia, que restringiam a comercialização e o uso de testes psicológicos exclusivamente a psicólogos registados nos Conselhos Regionais de Psicologia. A decisão apontou que o simples controle de aquisição não garante que o uso inadequado seja evitado, sendo mais eficaz que a regulamentação se concentre no uso dos testes em contextos clínicos e diagnósticos, em vez de restringir o acesso a materiais editoriais.

Essa decisão ressalta a necessidade de equilibrar a regulamentação profissional com a

liberdade de acesso à informação e ao conhecimento científico, estabelecendo um precedente significativo para futuras discussões sobre o tema. Assim, a ADI 3481/DF não apenas reforça o papel do Estado na promoção do direito à ciência, mas também protege a sociedade contra restrições desnecessárias que poderiam comprometer o desenvolvimento científico e cultural.

### **Conclusão**

Ao longo desta monografia, analisou-se o direito à ciência sob a perspectiva do diálogo entre o Direitos Internacional dos Direitos Humanos e o Direito Constitucional Brasileiro, abordando tanto os seus fundamentos teóricos e históricos quanto os reflexos dos seus aspectos constitutivos na jurisprudência do Supremo Tribunal Federal do Brasil. Com base na análise documental, bibliográfica e jurisprudencial, foi possível explorar como o progresso científico pode se alinhar aos princípios de justiça social e inclusão, considerando os compromissos assumidos pelos Estados na promoção do acesso equitativo aos benefícios da ciência.

O estudo demonstrou que o Direito Humano à Ciência, conforme disposto nos artigos 27º da Declaração Universal dos Direitos Humanos (DUDH) e 15º do Pacto Internacional dos Direitos Económicos, Sociais e Culturais (PIDESC), transcende a simples garantia de acesso ao conhecimento. Ele incorpora também dimensões como a liberdade de pesquisa, a protecção da propriedade intelectual e a promoção da colaboração científica. A análise das jurisprudências seleccionadas evidenciou a aplicação prática desses princípios no Brasil, com o Supremo Tribunal Federal (STF) desempenhando um papel crucial na interpretação e aplicação do direito à ciência, especialmente em questões relacionadas à saúde, meio ambiente e desenvolvimento científico e tecnológico.

Por um lado, a era digital ampliou significativamente as possibilidades de acesso ao conhecimento científico, criando plataformas abertas e colaborativas que possibilitam a democratização da produção e disseminação de informações científicas. Outrossim, persistem desigualdades estruturais e exclusões digitais que dificultam o pleno exercício desse direito, particularmente para grupos socialmente vulneráveis, como comunidades indígenas, quilombolas e pessoas em situação de exclusão digital, sendo necessárias políticas públicas robustas que garantam não apenas a conectividade, mas também a capacitação tecnológica e a inclusão social.

O movimento da ciência aberta destacou-se como uma resposta contemporânea aos desafios impostos pelas dinâmicas de privatização do conhecimento científico. Sua proposta de transparência, colaboração e acesso livre alinha-se aos princípios do Direito Humano à Ciência, ao mesmo tempo que desafia os oligopólios editoriais e promove um sistema mais equitativo de produção e partilha de saberes. No entanto, como evidenciado neste estudo, a implementação dessas práticas requer infraestrutura, investimentos e um compromisso ético e político por parte dos Estados e instituições científicas.

A análise das Acções Directas de Inconstitucionalidades, como a ADI 422/ES, a ADI 5592/DF e a ADI 3481/ DF, permitiu observar como o STF tem abordado o financiamento à investigação científica e a necessidade de fundamentar decisões com evidências científicas. Ademais, essas decisões reforçam a importância do acesso à ciência como um direito humano e demonstram o papel do judiciário na consolidação desse direito no Brasil.

Por fim, conclui-se que o fortalecimento do Direito Humano à Ciência deve ser visto como uma prioridade global, fundamental para a promoção da justiça social, do desenvolvimento humano e da sustentabilidade. Nesse contexto, espera-se que este estudo contribua para o avanço das discussões académicas e práticas em torno desse tema, incentivando políticas públicas e acções que promovam a inclusão digital, o acesso ao conhecimento e a plena realização do direito à ciência para todos os indivíduos.

## Referências Bibliográficas

Albagli, S. (2015). Ciência Aberta em questão. In: Albagli, S; Maciel, M. L.; Abdo, A. H. (Orgs.). *Ciência Aberta, questões abertas*. Brasília/Rio de Janeiro: IBCIT/UNIRIO. 9-26. <https://livroaberto.ibict.br/handle/1/1060>.

América. (1948). *Declaração Americana sobre os Direitos e Deveres do Homem*. OAS-Organization of American States. <https://www.cidh.org/basicos/portugues/TOC.Port.htm>.

América. (1969). *Convenção Americana sobre os Direitos Humanos*. OAS-Organization of American States. [https://www.cidh.oas.org/basicos/portugues/c.convencao\\_americana.htm](https://www.cidh.oas.org/basicos/portugues/c.convencao_americana.htm).

Araújo, P. C. & Bandeira, V. (2024). Produção científica sobre Plano de Gestão de Dados Indexada na BRAPCI. *Revista Sol Nascente*, [S. 1.], 12(3), 194–209. <https://revista.ispsn.org/index.php/rsn/article/view/294>.

Bandeira, V. & Araújo, P. C. (2023). Perfil das Revistas Científicas Eletrônicas de Angola. *Revista Angolana de Ciências*, [S. 1.], 5(2), e050205. <https://publicacoes.scientia.co.ao/ojs/index.php/rac/article/view/5>.

Bardin, L. (2016). *Análise de conteúdo*. Edições 70.

Beigel, F. (2013). Centros y periferias en la circulación internacional del conocimiento. *Nueva Sociedad*. 110-123. <https://nuso.org/articulo/centros-y-periferias-en-la-circulacion-internacional-del-conocimiento/>.

Besson, S. (2023). Anticipation under the human right to science: concepts, stakes and specificities. *The International Journal of Human Rights*, 28(3), 293-312. <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/13642987.2023.2267985>.

Boggio, A. & Gran, B. (2021). A Proposal for Indicators of the Human Right to Science. In: Porsdam, H.; Mann, S. P. *The right to science: Then and Now*. United Kingdom: Cambridge University Press, 268-285. <https://www.cambridge.org/core/books/right-to-science/proposal-for-indicators-of-the-human-right-to-science/3EB349FBB31B4D2387501DC609437D3B>.

Brasil. (1988). *Constituição da República Federativa do Brasil de 1988 (CF/88)*. Brasília, DF: Presidente da República. [https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/constituicao/constituicao.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm).

Brasil. (2019). Supremo Tribunal Federal. *Ação Direta de Inconstitucionalidade nº 422*. Origem: ES - Espírito Santo. Relator: Ministro Luiz Fux. Julgamento em [23/8/2019]. [https://jurisprudencia.stf.jus.br/pages/search?base=acordaos&sinonimo=true&plural=true&page=1&pageSize=10&queryString=ADI%20422,%20Espírito%20Santo&sort=\\_score&sortBy=desc](https://jurisprudencia.stf.jus.br/pages/search?base=acordaos&sinonimo=true&plural=true&page=1&pageSize=10&queryString=ADI%20422,%20Espírito%20Santo&sort=_score&sortBy=desc).

Brasil. (2020). Supremo Tribunal Federal. *Ação Direta de Inconstitucionalidade nº 5592*. Origem: DF - Distrito Federal. Relatora: Ministra Cármen Lúcia. Julgamento em [11/09/2019]. [https://jurisprudencia.stf.jus.br/pages/search?base=acordaos&pesquisa\\_inteiro\\_teor=false&sinonimo=true&plural=true&radicais=false&buscaExata=true&page=1&pageSize=10&queryString=ADI%205592&sort=\\_score&sortBy=desc](https://jurisprudencia.stf.jus.br/pages/search?base=acordaos&pesquisa_inteiro_teor=false&sinonimo=true&plural=true&radicais=false&buscaExata=true&page=1&pageSize=10&queryString=ADI%205592&sort=_score&sortBy=desc).

Brasil. (2021). Supremo Tribunal Federal. *Ação Direta de Inconstitucionalidade nº 3481*. Origem: DF - Distrito Federal. Relator: Ministro Alexandre de Moraes. Julgamento em [08/03/2021]. [https://jurisprudencia.stf.jus.br/pages/search?base=acordaos&pesquisa\\_inteiro\\_teor=false&sinonimo=true&plural=true&radicais=false&buscaExata=true&page=1&pageSize=10&queryString](https://jurisprudencia.stf.jus.br/pages/search?base=acordaos&pesquisa_inteiro_teor=false&sinonimo=true&plural=true&radicais=false&buscaExata=true&page=1&pageSize=10&queryString)

[tring=ADI%203481&sort=score&sortBy=desc.](#)

Castells, M. (2005). *A sociedade em rede*. Paz e Terra

Castle, T. *et al.* (1999). Absence of impact of aerial malathion treatment on *Aedes aegypti* during a dengue outbreak in Kingston, Jamaica. *Rev Panam Salud Publica/PanAm J Public Health* 5(2), 100-105. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/10079743/>.

Cellard, A. (2012). Análise documental. In: Poupart, *et al.* *A pesquisa qualitativa: enfoques epistemológicos e metodológicos*. Tradução de Ana Cristina Nasser. 3 ed. Vozes, 295-316. [https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/4941227/mod\\_resource/content/0/Ana%CC%81lise%20documental\\_Cellard.pdf](https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/4941227/mod_resource/content/0/Ana%CC%81lise%20documental_Cellard.pdf).

Chapman, A. & Wyndham, J. M. (2013). A. Human Right to Science. *Science*. (340), 1291-1291, <https://www.science.org/doi/10.1126/science.1233319#tab-citations>.

Coelho, T. (2011) Direito cultural no século XXI: expectativa e complexidade. In: Revista Observatório Itaú Cultural / OIC. *Direitos culturais: um novo papel*. (11), 6-14. Itaú Cultural. <https://d3nv1jy4u7zmsc.cloudfront.net/wp-content/uploads/2014/03/Revista-Observat%C3%B3rio-11.pdf>.

Espinoza-Gómez, F., Hernández-Suárez, M. C. & Coll-Cárdenas, R. J. (2022). Educational campaign versus malathion spraying for the control of *Aedes aegypti* in Colima, México. *Epidemiol Community Health*. (56), 148–15. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/11812816/>.

Espírito Santo. (1989). *Constituição do Estado do Espírito Santo 1989 (CEES/89)*. Vitória, ES. Disponível em: <https://www3.al.es.gov.br/arquivo/documents/legislacao/html/coe11989.html>. Acesso em: 10 nov. 2024. Espírito Santo. (1989). *Constituição do Estado do Espírito Santo 1989 (CEES/89)*. Vitória, ES. <https://www3.al.es.gov.br/arquivo/documents/legislacao/html/coe11989.html>.

Gil, A. C. (2021). *Como fazer pesquisa qualitativa*. Atlas.

Leão, R. Z. R. (2021). É a Ciência um Direito Humano? Contribuições do Comitê de Direitos Econômicos, Sociais e Culturais das Nações Unidas. *Revista Brasileira de Direitos Humanos*, (36), 5-23, [https://www.researchgate.net/publication/351103649\\_E\\_a\\_Ciencia\\_um\\_Direito\\_Humano\\_Contribuicoes\\_do\\_Comite\\_de\\_Direitos\\_Economicos\\_Sociais\\_e\\_Culturais\\_das\\_Nacoes\\_Unidas\\_Editorial](https://www.researchgate.net/publication/351103649_E_a_Ciencia_um_Direito_Humano_Contribuicoes_do_Comite_de_Direitos_Economicos_Sociais_e_Culturais_das_Nacoes_Unidas_Editorial).

Mancisidor, M. (2021). The Dawning of a Right: Science and the Universal Declaration of Human Rights (1941–1948). In: Porsdam, H.; Mann, S. P. *The right to science: Then and Now*. United Kingdom: Cambridge University Press, 17-32. <https://www.cambridge.org/core/books/right-to-science/dawning-of-a-right/60178DFB6A6E4D200DB670C4D86E922E>.

Mattos, F. A. M. & Chagas, G. J. N. (2008). Desafios para a inclusão digital no Brasil. *Perspectivas em Ciência da Informação*, [S. l.], 13(1), 67–94, <https://periodicos.ufmg.br/index.php/pci/article/view/23536>.

Meadows, A. J. (1999). *A comunicação científica*. Briquet de Lemos/Livros.

ONU. (1948). *Universal Declaration of Human Rights*. <https://www.un.org/en/about-us/universal-declaration-of-human-rights>.

ONU. (1996). *International Covenant on Economic, Social and Cultural Rights*. <https://www.ohchr.org/en/instruments-mechanisms/instruments/international-covenant-economic-social-and-cultural-rights>.

Piovesan, F. (2013). *Direitos humanos e justiça internacional*. Editora Saraiva.

Porsdam, H. & Mann, S. P. (2021). *The right to science: Then and Now*. United Kingdom: Cambridge University Press. <https://www.cambridge.org/core/books/right-to-science/9FC3AB86632A686C686F0C5FD8EBF766>.

Porsdam, H. (2022). *Science as a cultural human right*. University of Pennsylvania Press.

Romano, C. P. R. (2021). The Origins of the Right to Science: The American Declaration on the Rights and Duties of Man. In: Porsdam, H.; Mann, S. P. *The right to science: Then and Now*. United Kingdom: Cambridge University Press. 33-53. <https://www.cambridge.org/core/books/right-to-science/origins-of-the-right-to-science/53BC70E16C147BE332BDE85BCCD67D1D>.

Schabas, W. A. (2023). Codifying the human right to science. *The International Journal of Human Rights*, 28(3), 313-334, <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/13642987.2023.2269091>.

Shaheed, F. & Mazibrada, A. (2021). On the Right to Science As a Cultural Human Right In: Porsdam, H.; Mann, S. P. *The right to science: Then and Now*. United Kingdom: Cambridge University Press. 107-123. <https://www.cambridge.org/core/books/right-to-science/on-the-right-to-science-as-a-cultural-human-right/C2690E3E29CB31EFF52B6A5908631A35>.

Shaver, L. (2010). The Right to Science and Culture. *Wisconsin Law Review* (1), 121-184. <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.13547888>.

Smith, T. (2020). Understanding the nature and scope of the right to science through the Travaux Préparatoires of the Universal Declaration of Human Rights and the International Covenant on Economic, Social and Cultural Rights. *The International Journal of Human Rights*, 24(8), 1156-1179. [https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/13642987.2020.1715947?casa\\_token=pmvGle2FhV4AAAAA:3NebVXEZw-Ow-QIITozhNmcRyH-pqNzqh0jbKoZI7wTy4kUpCdmgr8lrl1IJhGFYQ9vsCaJBauwa](https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/13642987.2020.1715947?casa_token=pmvGle2FhV4AAAAA:3NebVXEZw-Ow-QIITozhNmcRyH-pqNzqh0jbKoZI7wTy4kUpCdmgr8lrl1IJhGFYQ9vsCaJBauwa).

Stumpf, I. R. (1996). Passado e futuro das revistas científicas. *Ciência da Informação*, 25(3). <https://revista.ibict.br/ciinf/article/view/637>.

UNESCO. (2005). *Convenção sobre a Proteção e Promoção da Diversidade das Expressões Culturais: texto oficial ratificado pelo Brasil por meio do Decreto Legislativo 485/2006*. Brasília, Escritório da UNESCO. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000150224>.

UNESCO. (2021). *Recomendação da UNESCO sobre Ciência Aberta*. Brasília, Escritório da UNESCO. [https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000379949\\_por](https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000379949_por).

Wyndham, J. M. & Vitullo, M. W. (2018). Define the human right to science. *Science*, v. (362), 975. <https://www.science.org/doi/full/10.1126/science.aaw1467>.