

## A responsabilidade civil por dano ambiental resultante da engenharia genética em seres humanos

*Civil responsibility for environmental damage resulting from genetic engineering in human beings*

Clarisse Aparecida da Cunha Viana Cruz\*

Bruno Torquato de Oliveira Naves\*\*

**Resumo:** Após o sequenciamento do DNA, tornou-se possível sua manipulação em laboratório por meio da engenharia genética e da biotecnologia. Destaca-se que, apesar de essa alteração gênica ser feita no indivíduo, seus riscos e efeitos serão suportados por toda a coletividade, pelas gerações futuras e pelo meio ambiente. Nesse sentido, este artigo tem o objetivo de discutir a aplicação da responsabilidade civil pelo dano ambiental decorrente da engenharia genética bem como as suas dificuldades de aplicação no Brasil. Para tanto, foram usados métodos da pesquisa qualitativa e explicativa, aliada à metodologia dedutiva e às técnicas de pesquisa bibliográfica e análise normativa. Como resultado, foi possível concluir que a responsabilidade civil objetiva deve ser aplicada ao caso do dano ambiental decorrente da manipulação genômica, tendo em vista que, apesar de futuro, o dano é certo quando analisados os casos já confirmados e comprovados. Entretanto, deve ser feita uma análise extensiva do nexu causal, diante das dificuldades de caracterização do dano e comprovação da causalidade.

**Palavras-Chave:** Meio ambiente; Biotecnologia; Engenharia Genética; Dano ambiental; Responsabilidade civil.

**Abstract:** After DNA sequencing, it became possible to manipulate it in the laboratory by means of genetic engineering and biotechnology. It is noteworthy that, despite this genetic alteration being made in the individual, its risks and effects borne by the whole community, by future generations and by the environment. In this sense, this article aims to discuss the application of civil responsibility for

\* Bacharel em Direito pela Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais (2019). Advogada. Mestranda em Direito pela Escola Superior Dom Helder Câmara.

\*\* Doutor e mestre em Direito pela PUC Minas, professor do Mestrado em Direito Ambiental e Desenvolvimento Sustentável da Escola Superior Dom Helder Câmara (Belo Horizonte). É coordenador do curso de especialização em Direito Urbanístico e Ambiental da PUC Minas Virtual, professor nos cursos de graduação e especialização em Direito da PUC Minas e da Escola Superior Dom Helder Câmara e pesquisador do Centro de Estudos em Biodireito – CEBID (cebid.com.br).

**Submissão:** 15.05.2021. **Aceitação:** 06.04.2022.

environmental damage resulting from genetic engineering, as well as its application difficulties in Brazil. For that, qualitative and explanatory research methods were carried out, combined with deductive methodology and bibliographic research and normative analysis techniques. As a result, it was possible to obtain that strict civil liability should be applied to the case of environmental damage resulting from genomic manipulation, considering that, despite the future, the damage is certain when with confirmed and proven cases. However, an extensive analysis of the causal nexus must be made, given the difficulties in characterizing the damage and proving the causality.

**Keywords:** Environment. Biotechnology. Genetic engineering. Environmental damage. Civil Responsibility.

## Introdução

Por meio do aprimoramento do uso da técnica, o homem evoluiu em diversos âmbitos de sua vida. Destaca-se o grande avanço obtido na ciência e na genética durante o final do século XX e no século XXI. Os dois grandes marcos dessa revolução técnico-científica foram a descoberta da estrutura e do funcionamento do DNA por Watson e Crick, em 1953, e o sequenciamento do genoma humano, em 2002.

Técnicas de edição genética têm aberto novos rumos para a ciência e renovado a esperança para o tratamento e até a cura de doenças. Por esse motivo, serão abordadas neste artigo, sob o enfoque de sua regularização jurídica, riscos e responsabilidade civil ambiental em caso de dano.

Fato é que todo progresso, seja ele simples ou complexo, traz consigo benefícios inimagináveis para a sociedade, mas também implica riscos que podem ser percebidos a curto, médio e longo prazo. Portanto, os riscos estão diretamente relacionados à evolução do conhecimento e à inovação.

Ademais, sabe-se que uma das formas de aperfeiçoamento da ciência é a tentativa e erro nos processos de descoberta. Para que haja o avanço, deve-se estabelecer margens de erro e de riscos toleráveis. Entretanto, quando esse risco ultrapassa o limite do seguro para o ser humano e o meio ambiente, impõe-se aos agentes envolvidos o dever de reparação dos danos que tenham causado.

Embora não seja muito frequente, trata-se de uma discussão necessária, que deve encorajar a reflexão sobre os limites das experimentações com o genoma humano, tendo em vista a possibilidade de danos irreversíveis. O tema se refere à própria identidade do ser humano, ultrapassando a noção individual ou coletiva das gerações presentes para atingir a identidade genética da espécie. É nesse sentido que a presente pesquisa se direciona, na consideração do ser humano

como elemento do meio ambiente terrestre, identificado, a partir do seu genoma, como espécie única.

O problema a ser debatido consiste no questionamento acerca de a legislação brasileira atual possuir normas que abranjam a proteção dos direitos das gerações futuras e do meio ambiente, responsabilizando aqueles que exercem a engenharia genética na manipulação do genoma humano.

Com o objetivo de responder essa questão, recorre-se aos requisitos da responsabilidade civil e à teoria do risco, bem como aos aspectos da Lei de Biossegurança sobre a manipulação genética em humanos.

Para tanto, a pesquisa será qualitativa e explicativa, aliada à metodologia dedutiva e às técnicas de pesquisa bibliográfica e análise normativa.

## **1. Biotecnologia e engenharia genética**

Como este artigo trará um aspecto multidisciplinar entre o Direito, a Medicina e a Biologia, faz-se necessária uma breve conceituação de termos técnicos da área médica e biológica para que o leitor entenda todo o contexto apresentado.

Mendel, cientista inglês considerado o “pai da genética”, descobriu, em meados do século XIX, que as características dos seres vivos eram transmitidas hereditariamente de um indivíduo para o outro por meio das células sexuais de seus ascendentes.

Após, em 1953, James Watson e Francis Crick descobriram o funcionamento e a estrutura do ácido desoxirribonucleico (DNA). Esse material genético está no núcleo de todas as células dos seres vivos, formando um conjunto de moléculas que, combinadas, coordenam o desenvolvimento de todos os organismos vivos, carregam as informações genéticas hereditárias bem como permitem que cada ser seja único no meio ambiente.

Em síntese, o DNA é formado por bases nitrogenadas de adenina, tirosina, citosina e guanina. Essas moléculas se combinam entre si, formando pares em diversas ordens e resultando nos genes do indivíduo. Por isso é conceituado como “a unidade física e funcional fundamental da hereditariedade” pelo glossário do Projeto Genoma Humano (RAMOS, 2015, p. 23).

Quando localizado nas células reprodutivas masculina e feminina, o gene transfere esses dados genéticos para os descendentes daquele ser vivo, formando seu genótipo. Por meio do estudo desse resultado, é possível saber a presença, a prevenção e o tratamento de diversas doenças hereditárias.

Por isso, no final do século XX e no início do século XXI, os cientistas aprimoraram os estudos da genética, buscando sequenciar o genoma humano, ou seja, o material resultante da junção de todos os genes de um indivíduo. Dessa

empreitada, surgiu o Projeto Genoma Humano, que tinha o objetivo de sequenciar e identificar os genes que codificavam as características humanas normais e de patologias hereditárias a fim de propiciar a cura de algumas doenças (RAMOS, 2015).

Para tanto, mapearam graficamente o posicionamento das bases nitrogenadas nos genes, fragmentando o DNA e depois reconstruindo-o. Como resultado, em 2002, publicaram o sequenciamento do genoma humano, gerando a possibilidade de o homem manipular sua própria existência e antecipar suas patologias e as das gerações futuras:

O gene, na genética clássica, é a unidade funcional da hereditariedade onde estão presentes os ácidos nucleicos, portadores de informações genéticas que proporcionam a diversidade entre os indivíduos. O genoma humano é código genético, que possui toda a informação hereditária de um ser, codificado no DNA. É o conjunto de todos os diferentes genes que se encontram em cada núcleo de uma determinada espécie, contendo as informações básicas e necessárias para o desenvolvimento físico de um ser humano. O genoma é transmitido de geração em geração e determina a espécie do ser vivo, no genoma encontram-se gravadas características hereditárias encarregadas de dirigir o desenvolvimento biológico de cada indivíduo (MORGADO, 2016, p. 1.121).

Destaca-se que após essas descobertas a ciência avançou drasticamente, possibilitando o surgimento de novas áreas e técnicas, como a biotecnologia, a engenharia genética e a terapia gênica.

Segundo Romeu Faria Thomé da Silva (2016, p. 836), biotecnologia é “qualquer aplicação tecnológica que utilize sistemas biológicos, organismos vivos, ou seus derivados, para fabricar ou modificar produtos ou processos para utilização específica”, sendo uma importante técnica para a “manipulação das menores estruturas que compõem os seres vivos”.

O autor destaca que no Brasil há a Política do Desenvolvimento da Biotecnologia (Decreto nº 6.041/07), que tem, entre outras, a finalidade de estabelecer um ambiente adequado para o desenvolvimento de produtos e processos biotecnológicos inovadores. Entretanto, nada estabelece sobre sua utilização para a manipulação genética humana e a terapia gênica (SILVA, 2016, p. 837).

Doutrinadores afirmam que essa técnica não é recente, tendo em vista que pode ser identificada durante o processo de fermentação alimentícia realizada por microrganismos desde a época medieval. Entretanto, atualmente passou a ser associada como sinônimo da engenharia genética e, por isso, ganhou o aspecto de novidade.

Engenharia genética é definida pelo legislador, na Lei nº 11.105/05, como “atividade de produção e manipulação de moléculas de DNA/RNA recombinante”. Já a técnica de DNA/RNA recombinante é a técnica na qual o material genético do indivíduo é manipulado fora das células vivas para que possa ter seus segmentos naturais ou artificiais modificados a fim de multiplicarem-se na célula viva (BRASIL, 2005).

Neste artigo será adotado o entendimento de que a engenharia genética é modalidade da biotecnologia que possibilita que os cientistas, em laboratório, estudem as características do DNA ou RNA dos seres vivos e modifiquem-no a fim de inserir ou retirar determinado traço genético daquele indivíduo, formando uma nova forma de ser vivo.

Como exemplo da utilização conjunta da biotecnologia e da engenharia genética, cita-se a técnica da terapia gênica, usada em uma tentativa de cura e tratamento de doenças hereditárias. Ramos e Reis (2013, p. 513) conceituam-na como aquela baseada na “introdução ou modificação de genes, o que pode ser realizada diretamente *in vivo* [...] dessa forma, o que caracteriza um tratamento como terapia gênica é a introdução do gene e o uso de tecnologia de DNA recombinante”.

O procedimento pode ser realizado em células somáticas, em que somente o indivíduo tratado será afetado pelos seus efeitos positivos e negativos, e em células germinativas, em que o indivíduo tratado e a sua descendência suportarão as consequências da modificação do genoma:

As intervenções genéticas podem, portanto, ocorrer em células somáticas – não comunicáveis à descendência – e em células germinais – comunicáveis à descendência, através da supressão, modificação, substituição e aditamento de genes para fins cognitivos, de modo a adquirir conhecimentos teóricos da estrutura e do funcionamento do genoma; terapêuticos, para cura de doenças ou atenuação de sofrimento; ou não terapêuticos, já com o intuito de alterar características do ser humano para fins de melhoramento/aperfeiçoamento (MORGADO, 2016, p. 1.122).

Atualmente, em âmbito internacional, apenas a terapia gênica somática foi permitida, conforme art. 13 da Convenção dos Direitos do Homem e da Biomedicina, que determina que a intervenção genética somente pode ser feita com caráter preventivo de diagnóstico ou tratamento, sendo aplicada somente se seu objeto for o paciente, não transmitindo a modificação para a sua descendência.

Em âmbito nacional, a Lei de Biossegurança (Lei nº 11.105/05) não permite o uso da engenharia genética em ser vivo ou o manejo *in vitro* de DNA/RNA natural ou recombinante, realizado em desacordo com a norma, bem como proíbe a aplicação daquela em célula germinativa, zigoto ou embrião humano.

Entretanto, permite que sejam realizadas pesquisas e terapias com o uso de células-tronco embrionárias obtidas de seres humanos por fertilização *in vitro* e não utilizadas no procedimento, desde que sejam embriões inviáveis ou congelados há mais de três anos, devendo, para tanto, os genitores consentirem para esse fim.

Sobre os possíveis danos que podem ser causados ao paciente e à sua geração futura pelo uso dessa biotecnologia, Naves e Reis (2019, p. 125) mencionam que “A possibilidade de ter o controle sobre o genoma e as características genéticas dos organismos suscita a reflexão sobre os riscos de uma natureza projetada para os interesses humanos e, ainda, os riscos de práticas eugênicas quando essas alterações se voltam para o genoma humano”.

Para elucidar esses possíveis danos, cita-se que, após o uso da técnica de engenharia genética conhecida como CRISPR-*Cas9*, em que é possível cortar o DNA artificialmente e retirar ou inserir uma sequência genética, pacientes passaram a apresentar tumores em decorrência da ativação de outro gene durante o procedimento, representando um risco exponencial do uso da técnica. Ademais, outro estudo demonstrou que também houve um efeito genético destrutivo no material genético em que foi feito o corte do DNA (NAVES; REIS, 2019, p. 135).

Outro exemplo, nesse caso vinculado à técnica do DNA recombinante, foi com o uso da terapia gênica em duas crianças acometidas pela doença de deficiência de adenosina deaminase. O DNA delas foi colhido, cultivado e alterado artificialmente, e depois elas foram contaminadas com o vetor portando a modificação genética. As pacientes ficaram saudáveis, entretanto o resultado mostrou-se ambíguo, pois, uma década depois, o sistema imunológico apresentava apenas uma parte com o material modificado. Logo, não se sabe se a melhora decorreu da terapia gênica ou do tratamento enzimático contínuo a que foram submetidas (SÁ; NAVES, 2021).

Os maiores riscos de danos por meio de qualquer manipulação genética são, sem dúvida, aqueles que se dão em células germinativas e embrionárias, tendo em vista que os riscos só se manifestarão no futuro, podendo afetar, inclusive, gerações futuras. Esse é um desafio para a responsabilidade civil relacionada à edição genética, pois os danos nem sempre serão mensuráveis no momento da aplicação da técnica. Ainda que se diga que a responsabilidade civil permanece no prolongamento temporal, posto que a pretensão reparatória surge com o dano, dois entraves se destacam: a) há um esfacelamento donexo causal, pois o tempo faz suscitar possibilidades de concausas e a prova de causalidade vai se tornar cada vez mais difícil; e b) o agente, pessoa natural, e o seu patrimônio podem nem sequer existir mais, a depender do tempo transcorrido.

Destaca-se que, antes de a CRISPR-*Cas9* ser utilizada em embriões humanos nos Estados Unidos, diversos cientistas assinaram um manifesto pedindo para que a pesquisa não fosse desenvolvida antes de uma discussão ética, tendo em vista que as alterações realizadas poderiam ser transmitidas hereditariamente e causar muitos riscos, sendo esse o embasamento jurídico para que diversos países europeus proibam o uso de técnicas de engenharia genética em células germinativas (NAVES; REIS, 2019, p. 130).

Caso que demonstra as consequências que esse avanço pode trazer se não for rigorosamente acompanhado e punido foi o que ocorreu na China, em 2018. O geneticista He Jiankui criou, por meio da fertilização *in vitro* e da técnica CRISPR-*Cas9*, as primeiras gêmeas que já nasceram geneticamente modificados para serem resistentes ao vírus da AIDS. Entretanto, o cientista não publicou sua pesquisa nem divulgou quem são os pais e as crianças para fins de acompanhamento de seu desenvolvimento, o que causou uma grande preocupação entre os cientistas, tendo em vista que a edição genética ainda estava em fase experimental e pode trazer mutações indesejáveis e transmissíveis à hereditariedade das crianças (LIY, 2018)

Sobre esse experimento, as críticas são várias, uma vez que o teste seria impossível sobre a lei norte-americana e europeia, mas na China a legislação já é mais branda, o que não deixaria de afetar toda a coletividade mundial.

Corroborando com esse entendimento, Silva e Barbosa Júnior (2018, p. 125) mencionam que na época de sua pesquisa havia cerca de 2.409 protocolos de terapia gênica em estudo no mundo, dos quais 2.287 ainda estavam na primeira e na segunda fase das quatro impostas pela comunidade científica, sendo esse número resultante de falhas de segurança e por não ser possível calcular os efeitos colaterais dos procedimentos.

Por todo o exposto, deve-se destacar que a biotecnologia juntamente com a engenharia genética estão causando verdadeiras mudanças no meio ambiente e na visão da sociedade sobre o futuro, tendo em vista que seu poder é, até então, imensurável e desafia todo o conhecimento adquirido até aqui.

## **2. Os requisitos gerais da responsabilidade civil e a responsabilidade civil ambiental**

Em uma retrospectiva histórica do instituto da responsabilidade civil, cita-se que no tempo antes de Cristo os seres humanos já entravam em conflitos familiares, tribais, por terras, entre outros. Entretanto, devido ao fato de o Direito ainda não ser prevacente, cada vítima exercia seu direito em ser reparado por meio da vingança privada e da Lei de Talião, “olho por olho, dente por dente”.

Durante a República Romana, foi criada a Lei das XII Tábuas, na qual se estabeleceu a obrigação de reparar o dano por meio da composição econômica, não vinculando-o à culpa. Ou seja, o causador do dano deveria pagar uma pecúnia à sua vítima, sendo essa pena chamada de *poena* (GONÇALVES, 2017).

Ainda durante a República Romana, a *Lex Aquilia* estabeleceu a necessidade de se reunirem os requisitos do dano decorrente de ato ilícito, da lesão patrimonial e da culpa do agente na realização da conduta (GONÇALVES, 2017).

Séculos depois, os franceses elaboraram o Código Napoleônico, documento em que se delimitaram os princípios norteadores da responsabilidade civil. Naquela época, em razão da inexistência da responsabilidade civil objetiva, determinou-se que a reparação exigia a presença da culpa (GONÇALVES, 2017).

Influenciado pelo direito francês, o direito brasileiro da época imperial previa a reparação natural ou a indenização com juros reparatórios à vítima de dano, sendo essa obrigação transmissível hereditariamente aos sucessores do agente e de quem suportou o dano (GONÇALVES, 2017).

O Código Civil de 1916 vinculava a exigência da demonstração da culpa ou dolo do agente para que fosse determinado que este reparasse sua vítima, vinculando-se à teoria da responsabilidade subjetiva.

Já o atual Código Civil (CC) prevê a teoria da responsabilidade subjetiva (art. 186 *c/c caput* do art. 927), mas também inova ao prever uma cláusula geral de responsabilidade objetiva (parágrafo único do art. 927), que pode ser dividida em duas teorias: a teoria do dano objetivo e a teoria do risco. Na primeira, presente o dano, o agente deve indenizar sua vítima, independentemente da culpa; na segunda, aquele que exerce atividade considerada de risco assume o dever de ressarcir os danos causados a terceiros em decorrência dela.

Sobre essa diferenciação entre subjetiva e objetiva, Santiago e Campello (2015, p. 178) dizem que:

Sendo a regra no Direito Civil pátrio, a responsabilidade civil subjetiva só cede espaço para a configuração da responsabilidade civil objetiva quando há disposição expressa de texto legal autorizando a responsabilização do agente causador do dano, independentemente da verificação de culpa pelo evento danoso, o que, incontestavelmente, é uma exceção no ordenamento jurídico, exatamente pelo perigo de responsabilizar alguém sem investigação de sua contribuição culposa para o dano.

Após essa breve contextualização histórica, é possível definir a responsabilidade civil como o instituto do Direito que obriga o autor de ato ilícito a indenizar sua vítima pelos efeitos jurídicos que sua ação lhe causou na esfera civil.



Tartuce (2020, p. 59) destaca que esse instituto possui três funções principais, sendo a função compensatória, a sancionatória e a preventiva. A primeira está vinculada à determinação de quando uma compensação é necessária, associando-a à “transmissão ou alocação dos custos relacionados ao evento danoso, da vítima para o ofensor”. A segunda consiste no fato de que a indenização que deriva da responsabilidade civil serve como sanção para quem violou a regra, seja ela a lei ou o contrato, trazendo um caráter educacional para que não haja novas práticas. Por fim, a preventiva está na não admissão das condutas ilícitas.

Vale mencionar que a responsabilidade civil é parte do direito das obrigações, tendo em vista que o principal efeito do ato ilícito é a obrigação do infrator em reparar o dano causado à sua vítima. Entretanto, para que seja configurada e haja essa obrigação, devem estar provados pelo menos os seguintes requisitos: ação ou omissão voluntária, nexos causal, dano e culpa.

Tal afirmação decorre do previsto no art. 186 do CC, em que consta que “aquele que, por ação ou omissão voluntária, negligência ou imprudência, violar direito e causar dano a outrem, ainda que exclusivamente moral, comete ato ilícito” (BRASIL, 2002).

Sobre a conduta, esta deve ser voluntária, positiva (ação) ou negativa (omissão), e deve gerar dano a alguém em decorrência de violação a dever legal ou contratual. Sua origem pode estar vinculada ao ato do próprio agente, de terceiro sob o qual ele detém a guarda ou aos danos causados por coisas ou animais que lhe pertençam (TARTUCE, 2020).

Para a conduta positiva ou para o ato comissivo, a responsabilidade civil é vinculada à imprudência, tendo em vista que o agente agiu, mas não deveria ter procedido daquela forma.

Como exemplo, cita-se a ação de um paramédico do SUS que deixa um idoso cair durante o transporte para a ambulância, causando-lhe fraturas. Perceba que houve a conduta, entretanto esta não foi realizada da maneira mais adequada, ensejando dano ao idoso, o que obriga o Estado a ressarcir-lo pelos efeitos suportados.

Para a conduta negativa, o agente deveria agir para evitar o dano, conforme imposição legal, mas manteve-se inerte, por isso a responsabilidade civil é vinculada à negligência ou à imperícia e a vítima deve provar a omissão do agente em cumprir seu dever:

Para que se configure a responsabilidade por omissão é necessário que exista o dever jurídico de praticar determinado fato (de não se omitir) e que se demonstre que, com a sua prática, o dano poderia ter sido evitado. O dever jurídico de agir (de não se omitir) pode ser imposto por lei (dever de prestar socorro às vítimas de acidente imposto a todo condutor de veículo pelo art. 176, I, do Código de Trânsito

Brasileiro) ou resultar de convenção (dever de guarda, de vigilância, de custódia) e até da criação de alguma situação especial de perigo (GONÇALVES, 2017, p. 58).

A culpa pode ser dividida em sentido amplo (*lato sensu*) e em sentido estrito (*stricto sensu*). A primeira é marcada pelo dolo do agente, ou seja, a pessoa tem conduta positiva ou negativa com a vontade de violar o direito de alguém, estando ciente dos danos que pode vir a causar, conforme art. 186 do CC. Já na segunda o dano é causado pela negligência ou imprudência do autor do dano, que desrespeita dever preexistente ou o direito subjetivo alheio.

Faz-se necessário, também, conceituar o que é negligência, imprudência e imperícia. Esta é a incapacidade técnica do agente para exercício de uma atribuição; essa é uma ação que o agente deveria abster-se de ter para evitar o dano e aquela é uma conduta omissiva, em que o agente deixa de tomar as precauções necessárias para evitar o dano (TARTUCE, 2020).

Quanto ao nexos causal, este é a ligação entre o ato ilícito e o dano causado, ou seja, é o elemento imaterial que demonstra a causa e o efeito entre a conduta do agente e o dano. Na responsabilidade subjetiva, a causalidade está baseada na presença da culpa durante a conduta do agente; na responsabilidade objetiva, está nas hipóteses de sua configuração prevista em lei, como no caso da atividade de risco, por exemplo.

Importa destacar que o legislador previu as excludentes do nexos causal e, conseqüentemente, do dever de indenizar, sendo o caso fortuito ou de força maior, fato exclusivo da vítima e fato de terceiro:

O caso fortuito ou de força maior verifica-se no fato necessário, cujos efeitos não era possível evitar ou impedir, segundo o artigo 393, parágrafo único, do Código Civil. Trata-se de fato externo à conduta do agente, de natureza inevitável ou imprevisível. Já o fato exclusivo da vítima é causada excludente do nexos causal porque o agente, aparente causador direto do dano, é mero instrumento do acidente. O fato de terceiro, por sua vez, verifica-se quando o ato de uma pessoa (terceiro) que não tem nenhuma ligação com o causador aparente do dano e o lesado é a causa exclusiva de um evento danoso. Assim, afasta-se qualquer relação de causalidade entre a conduta do autor aparente e a vítima (SILVA, 2016, p. 571).

Por fim, o dano *lato sensu* é a lesão causada a qualquer bem jurídico, incluindo os bens imateriais, como a honra e a moral. O dano *stricto sensu* é a lesão causada efetivamente ao patrimônio avaliável em dinheiro da vítima, sendo medido pela diminuição desse valor (dano material). Assim, correlaciona-se diretamente à indenização, em que indenizar é a reparação do dano causado à vítima para tentar reparar a situação anterior (GONÇALVES, 2017).

Destaca-se que, nesse caso, o dano patrimonial é formado pelo que a vítima efetivamente perdeu (dano emergente) e o que deixou de lucrar (lucros cessantes), conforme art. 402 do CC.

Ademais, o dano deve ser certo, pessoal e direto. Certo, no sentido de ser atual, sendo que um dano futuro pode ser igualmente certo na esfera judicial, no sentido de sua inevitabilidade; pessoal, tendo em vista que somente a vítima pode pleiteá-lo em juízo, salvo nos casos de dano coletivo; e direto, porque sua finalidade é impedir ações de vítimas mediatas, fundadas sobre prejuízo por repercussão.

A par dos requisitos básicos para configuração da responsabilidade, passa-se à sua junção na esfera ambiental para os casos de engenharia genética e modificação do DNA.

## **2.1 Responsabilidade civil ambiental**

Diante da modernização da sociedade e da necessidade de usufruir de todos os recursos disponíveis para alcançar um progresso ainda maior, o homem passou a destruir a natureza e seus recursos, contaminando as águas, poluindo o ar, desmatando e extinguindo diversas espécies da flora e da fauna. Isso, porque, em um posicionamento antropocêntrico, não conseguiu perceber que o meio ambiente e o ser humano podiam coexistir em uma relação benéfica para ambos.

Nesse contexto, o Direito teve de intervir no intuito de preservar e proteger o meio ambiente para que as futuras gerações tivessem condições de viver com alimentação adequada, saúde e bem-estar. Para tanto, surgiu o Direito Ambiental, destinado a estudar os princípios e as regras tendentes a impedir a destruição ou a degradação dos elementos naturais (GONÇALVES, 2017).

A palavra “ambiente” indica o lugar, o sítio, o recinto, o espaço que envolve os seres vivos ou as coisas. A expressão “meio ambiente”, embora redundante (porque a palavra “ambiente” já inclui a noção de meio), acabou consagrada entre nós. Em sentido amplo, abrange toda a natureza original e artificial, bem como os bens culturais correlatos, de molde a possibilitar o seguinte detalhamento: “meio ambiente natural” (constituído pelo solo, a água, o ar atmosférico, a flora, a fauna), “meio ambiente cultural” (integrado pelo patrimônio arqueológico, artístico, histórico, paisagístico, turístico) e “meio ambiente artificial”, formado pelas edificações, equipamentos urbanos, comunitários, enfim todos os assentamentos de reflexos urbanísticos (GONÇALVES, 2017, p. 89).

O meio ambiente foi elevado à classificação de bem jurídico essencial à vida, à saúde e à sobrevivência do homem, sendo objeto de diversas leis, convenções internacionais e acordos entre os países no intuito de preservá-lo, tamanha sua importância.

No cenário jurídico brasileiro, a proteção ao meio ambiente está contida no *caput* do art. 225 da Constituição Federal de 1988 (CF/88) que dispõe, que “ Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao poder público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações” (BRASIL, 1988).

Nesse diapasão, o legislador previu, no §3º do artigo supramencionado, que aquele que causar dano ambiental, chamado de poluidor, deverá sofrer sanções penais e administrativas, além de ser responsabilizado civilmente a reparar os danos causados.

O poluidor pode ser pessoa natural ou jurídica, de direito público ou privado, responsável direta ou indiretamente por atividade causadora da degradação ambiental, conforme o inciso IV do art. 3º da Lei nº 6.938/81.

No caso da responsabilidade civil ambiental, a norma base a tratar do tema é a Lei de Política Nacional do Meio Ambiente (Lei nº 6.938/81). De acordo com seu art. 14, §1º, a responsabilidade do poluidor pelos danos causados será objetiva, ou seja, o infrator é obrigado, independentemente da comprovação da culpa, a indenizar ou reparar os efeitos de sua atividade ao meio ambiente e a terceiros, bastando a demonstração de sua ação ou omissão, do dano e donexo causal.

Ademais, o posicionamento predominante na jurisprudência e na doutrina jurídico-ambiental é, para os danos ambientais, aplicar a teoria do risco integral, ou seja, espécie de responsabilidade civil objetiva agravada. Segundo Silva (2016), nesse caso, o dever de indenizar ocorre inclusive nas hipóteses em que for demonstrada alguma das excludentes do nexocausal.

Sobre a indenização e/ou reparação, Romeu Faria Thomé da Silva explica que se o poluidor conseguir reparar o dano imediata e completamente, restaurando o bem lesado ao *status quo ante*, não há que indenizar. Entretanto, caso a lesão seja irreparável, o infrator deverá pagar em dinheiro pelo dano causado, sendo a pecúnia revertida à preservação ambiental (SILVA, 2016).

Ainda, conforme mesmo diploma legal, o Ministério Público tem legitimidade para propor ação de responsabilidade civil, tendo em vista que os danos não são suportados somente pelo indivíduo, mas por toda a coletividade.

Nesse mesmo entendimento, países criaram políticas de proteção ao meio ambiente e surgiu o princípio do poluidor-pagador, segundo o qual é obrigação do poluidor arcar com os danos por ele causados ao meio ambiente, devendo pagar pelas despesas de prevenção, repressão e reparação da poluição provocada.

Quanto à solidariedade, esta não se presume, mas resulta da lei ou da vontade entre as partes (art. 265 do CC). Na hipótese do dano ambiental, quem tem

originariamente o dever de indenizar e reparar é o causador do dano, entretanto, caso haja mais de um, todos devem responder solidariamente, conforme art. 942, *caput*, do Código Civil e §3º do art. 225 da CF/88.

Após a explanação do que é a responsabilidade civil e quais as suas características no âmbito do Direito Ambiental, faz-se necessário correlacioná-la ao patrimônio genético enquanto bem ambiental, o que será feito a seguir.

### 3. O patrimônio genético e a responsabilidade civil ambiental

Conforme mencionado, o meio ambiente ecologicamente equilibrado é direito de todos e essencial para a vida saudável. Para assegurar a efetividade dessa tutela, o legislador previu, no §1º do art. 225 da CF/88, que é dever do Poder Público, entre outros, “preservar a diversidade e a integridade do patrimônio genético do País e fiscalizar as entidades dedicadas à pesquisa e manipulação de material genético” (BRASIL, 1988).

Dessa prescrição legal é possível afirmar que o patrimônio genético é classificado para o ordenamento pátrio como bem jurídico integrante do meio ambiente e, portanto, bem ambiental que deve ser protegido e preservado. Assim, estando o genoma humano inserido na definição daquele, é também bem tutelado pela Constituição Federal:

O patrimônio genético é o universo de componentes físicos, psíquicos e culturais que começam no antepassado remoto, permanecem constantes, embora com naturais mutações ao longo das gerações, e que, em conjugação com fatores ambientais e num permanente processo de interação, passam a constituir a nossa própria identidade e que, por isso, temos o direito de guardar e defender e depois transmitir. **O genoma humano determina o patrimônio genético porque, se o genoma de um indivíduo for manipulado geneticamente (antes de seu próprio nascimento), este fica, à partida, alterado, condicionado às limitações impostas pelo genoma modificado.** (BARBAS, 2007, p. 12, grifo nosso).

Corroborando com essa conclusão, a Lei nº 6.938/81 também incluiu no conceito de meio ambiente “o conjunto de condições [...] e interações de ordem física, química e biológica, que permite, abriga e rege a vida” (BRASIL, 1981).

Em âmbito internacional, os países editaram diversas declarações sobre o genoma humano, sendo a principal a Declaração Universal sobre o Genoma Humano e os Direitos Humanos (UNESCO, 1997), documento em que o genoma foi definido como bem da humanidade, já que todos possuem sua identidade genética originada de um ancestral comum, vedando sua comercialização.

Em âmbito nacional, além da Constituição Federal, a Lei de Biossegurança trata sobre o assunto, baseando-se no princípio da precaução, tendo em vista as

incertezas científicas sobre os impactos ambientais e a saúde humana que podem surgir em decorrência do uso da biotecnologia.

Ademais, por meio dela, o legislador permitiu a pesquisa e a terapia com células-tronco embrionárias, desde que atendidas as condições já mencionadas neste artigo, sendo proibida a engenharia genética em célula germinal, zigoto ou embrião humanos bem como em organismo vivo ou manejo *in vitro* de DNA/RNA natural ou recombinante em desacordo com a norma:

Art. 5º É permitida, para fins de pesquisa e terapia, a utilização de células-tronco embrionárias obtidas de embriões humanos produzidos por fertilização **in vitro** e não utilizados no respectivo procedimento, atendidas as seguintes condições:

I – sejam embriões inviáveis; ou

II – sejam embriões congelados há 3 (três) anos ou mais, na data da publicação desta Lei, ou que, já congelados na data da publicação desta Lei, depois de completarem 3 (três) anos, contados a partir da data de congelamento.

[...]

Art. 6º Fica proibido:

[...]

I – engenharia genética em organismo vivo ou o manejo **in vitro** de ADN/ARN natural ou recombinante, realizado em desacordo com as normas previstas nesta Lei;

III – engenharia genética em célula germinal humana, zigoto humano e embrião humano (BRASIL, 2005).

Fato comum é que todas as normativas sobre o assunto de manipulação genômica devem primar pelos princípios éticos essenciais da dignidade da pessoa humana, não podendo o corpo humano ser objeto de comércio; da intimidade e identidade genética, sendo que todos têm direito de escolha entre conhecer ou não seu genoma bem como ter seus dados privados; e, por fim, da igualdade e da não discriminação gênica.

No contexto dos estudos, dos testes e da manipulação da sequência genética, Morgado (2016, p. 12) faz um questionamento importante sobre a relação entre o homem, o genoma e o Direito:

Terá o genoma humano um significado puramente biológico? Ou será também portador de uma dignidade antropológica? O homem encontra-se, cada vez mais, perante opções de fundo que vão determinar a espécie humana ou a dissolução da própria ideia de pessoa. Os avanços científicos fazem com que seja atual a vetusta questão das relações entre pessoa e corpo. A resposta parece óbvia: a pessoa não pode ser considerada uma *res*, um objeto. O homem é, por excelência, o protagonista da ordem jurídica; é uno, indivisível e irrepetível. O corpo humano é visto como uma nova entidade jurídica. Urge rever algumas categorias tradicionais do Direito alicerçadas em bases naturais até então inalteráveis. É, também, necessário adaptar ou modificar princípios jurídicos que possibilitem restituir ao corpo a uni-

dade perdida em virtude da sua decomposição em diversas partes, como produto dos inúmeros avanços científicos.

Entretanto, apesar dessas observações, a autora conclui que, nos tempos atuais, o corpo humano se tornou um conjunto de peças desmontáveis, uma fonte lucrativa de matéria-prima, uma coisa que se compra, troca e manipula (MORGADO, 2016).

Por essa razão, cabe ao Direito resguardar o princípio da dignidade da pessoa humana e proteger o genoma humano das manipulações científicas que possam representar uma descaracterização deste enquanto elemento interno e único de cada um bem como um risco para a coletividade, quando se pensa em danos futuros e ainda indetermináveis decorrentes desses estudos biotecnológicos.

### **3.1 Responsabilização civil em decorrência da manipulação genética**

O uso da engenharia genética possibilita avanços na área da saúde, enquanto propulsora de possíveis tratamentos para doenças hereditárias incuráveis. Entretanto, também apresenta riscos que devem ser considerados, como, por exemplo a possível produção de seres híbridos com a introdução de genes de espécies diferentes em humanos, a produção de clones, a seleção genética antes do nascimento, a probabilidade de os pacientes ativarem outros genes danosos em decorrência da terapia gênica, etc.

Giddens (2007) explica que pode até parecer inútil falar de risco, pois sempre convivemos com ele. Pode-se mesmo falar dos riscos que a sociedade medieval impunha, em razão da pobreza e da marginalização. No entanto, não havia um conceito de risco. “A idéia de risco parece ter se estabelecido nos séculos XVI e XVII, e foi originalmente cunhada por exploradores ocidentais ao partirem para suas viagens pelo mundo” (GIDDENS, 2007, p. 32). Mais tarde, a palavra risco foi integrada à economia para expressar as probabilidades de perda em transações e investimentos.

No entanto, continua Giddens (2007, p. 33), “[r]isco não é o mesmo que infortúnio ou perigo. Risco se refere a infortúnios ativamente avaliados em relação a possibilidades futuras”. Assim, a palavra passa a pressupor uma sociedade que quer romper com o passado, buscando o futuro, a transformação. Daí identifica-se o risco com a civilização industrial moderna.

Por isso, lendo Giddens, é fácil correlacionar o risco à manipulação genética, devido aos pressupostos de ambos e a estarem propensos à transformação. “O risco é a dinâmica mobilizadora de uma sociedade tendente à mudança, que deseja determinar seu próprio futuro em vez de confiá-lo à religião, à tradição ou aos caprichos da natureza” (GIDDENS, 2007, p. 34)

É claro que a natureza também apresenta seus riscos, mas o ser humano, com os avanços tecnológicos, transpôs a barreira natural para buscar as rédeas do seu próprio futuro. Com isso, uma outra classe de riscos se impôs: o risco fabricado. “À medida que o risco fabricado se expande, passa a haver algo de mais arriscado no risco. [...] Simplesmente não sabemos qual é o nível de risco, e em muitos casos não saberemos ao certo antes que seja tarde demais” (GIDDENS, 2007, p. 38).

Como enfrentar esse risco indeterminado tanto em gradação quanto em temporalidade?

A resposta do Direito é: por meio do princípio da precaução, que amplia a proteção que a simples prevenção poderia proporcionar. Esse princípio não vem para minimizar ou impedir a ameaça de mal conhecido, mas se ocupa da probabilidade de mal sério, irreversível e ainda desconhecido. A precaução impede condutas que, devido ao estado atual do conhecimento, não representam sequer uma certeza de dano, mas uma mera probabilidade. No entanto, como apresenta um cenário pessimista e irreversível, essa probabilidade deve ser obstada.

Influenciado pela preocupação em zelar pelas condições adequadas de vida para as gerações futuras, o Direito incumbiu-se de impor limites ao risco fabricado por meio da responsabilidade civil.

No que tange à regulamentação pertinente aos danos oriundos da engenharia genética e da biotecnologia, a Carta Magna não trata do assunto especificamente, mas traça normas gerais que embasam a Lei de Biossegurança. Por exemplo, cita-se o dever imposto ao poder público de “controlar a produção, a comercialização e o emprego de técnicas, métodos e substâncias que comportem risco para a vida, a qualidade de vida e o meio ambiente” (BRASIL, 1988), de onde é possível compreender que cabe à administração pública controlar o uso da engenharia genética em território nacional enquanto técnica.

A Lei de Biossegurança prevê, em seu art. 20, a responsabilidade civil ambiental pelo dano ambiental, independentemente da existência de culpa, cabendo ao responsável repará-lo ou indenizá-lo, conforme a teoria do risco integral e a responsabilidade objetiva. Vale mencionar que, nesse mesmo dispositivo, o legislador também previu a possibilidade da responsabilização solidária.

Ainda, o §4º do art. 2º dessa lei estendeu aos patrocinadores ou financiadores de atividades ligadas à engenharia genética a corresponsabilidade pelos danos causados em decorrência de seu exercício, independentemente de serem entidades públicas ou privadas, nacionais ou estrangeiras.

No entanto, apesar dessa regulamentação, ainda existem problemas em sua eficácia e aplicabilidade, como, por exemplo, a dificuldade da caracterização do dano e a comprovação do nexo causal entre este e a atividade de biotecnologia.



Isso acontece em decorrência da falta de conhecimento científico e métodos de apuração eficientes; pelo fato de o dano dessa atividade poder se manifestar anos depois de sua realização e pela possibilidade de várias outras causas influenciarem na manifestação do dano.

Desses fatores decorre o posicionamento adotado pelos autores deste artigo de que, no caso de danos ambientais provocados pela atividade da engenharia genética e da biotecnologia, onexo causal deve ser interpretado de maneira extensiva, bastando a caracterização da atividade, sendo que se não houvesse esta, não haveria dano.

Ademais, cabe recordar que o dano ambiental deve ser certo, porque não pode ser meramente hipotético, e atual, porque já existe ou já existiu quando da propositura da ação de responsabilidade civil. Entretanto, essa última regra não é absoluta, podendo haver dano futuro, em decorrência de fato novo relacionado com as consequências do efeito danoso, desde que seja certo na data do ajuizamento da ação.

A título de exemplo, Gonçalves (2017) cita a ocorrência de dano decorrente de atividade nuclear e de danos à saúde, sendo que não foi inteiramente realizado, mas fatalmente será, em decorrência de fatos já consumados e provados.

Por isso, é de suma importância que o Brasil desenvolva uma legislação mais completa sobre o assunto da manipulação genômica, a fim de evitar o desrespeito aos princípios da precaução e da dignidade humana bem como proteger os brasileiros de possíveis danos irreversíveis à saúde sua e de sua descendência, como ocorreu nos testes da terapia gênica mencionados e dos bebês geneticamente modificados.

## **Considerações finais**

Primeiramente, é primordial destacar que as manipulações no genoma humano, ainda que realizadas na esfera individual, podem afetar toda a coletividade, tendo em vista que seus efeitos serão suportados pela sua família e pela sociedade. Como consequências desse uso, cita-se a possibilidade da discriminação e a perda da identidade genética, ativação de genes de doenças até então desconhecidas, dentre outros danos que podem ser irreversíveis em nível global.

Enquanto bem jurídico integrante do princípio da dignidade humana, a intervenção no patrimônio genético humano deve ser feita em parâmetros que respeitem a individualidade de cada um e não signifiquem a objetificação do corpo humano, enquanto coisa com valor econômico e comercial. Deve-se priorizar a saúde como objetivo principal, focando apenas no tratamento e na cura das doenças hereditárias.

Nesse sentido, a evolução dessa área da engenharia genética deve ser acompanhada de perto pelo Direito, a fim de resguardar os direitos das gerações futuras e da preservação do meio ambiente. Para tanto, as regras devem ser impostas de maneira a precaver os riscos do progresso, com extrema cautela e zelo, tendo em vista as sérias consequências que podem surgir desse uso desenfreado da biotecnologia no organismo humano.

No Brasil, há uma generalização da Constituição Federal na proteção do patrimônio genético. Quanto ao âmbito infraconstitucional, há apenas a Lei de Biossegurança, que menciona o uso da biotecnologia e da engenharia genética em material humano, sem muitas especificações quanto às responsabilidades inerentes aos que exercem essa atividade.

Destaca-se que, conforme explicado, apesar de haver a previsão legal da responsabilidade civil por dano ambiental e de esta ser objetiva, ainda existem dificuldades em demonstrar o nexo causal entre a atividade da engenharia genética e o dano, tendo em vista que, muitas vezes, este só estará presente depois de muitos anos.

Por isso, faz-se necessária a criação de uma legislação específica ou mais detalhada sobre a responsabilização civil no caso de dano ambiental decorrente da manipulação genética, em que haja uma interpretação mais ampla na caracterização de seus requisitos, tendo em vista que a tendência é que essas técnicas sejam usuais no futuro e haja tentativas de burlar as regras impostas, como ocorreu na China.

Portanto, conclui-se que a evolução e o aprimoramento da ciência é inerente à sociedade dos próximos anos. Entretanto, cabe ao legislador criar regras para proteger a dignidade humana e o meio ambiente de eventuais erros e desvios bem como de seus danos, tornando esse desenvolvimento mais ético e responsável.

## Referências

BARBAS, Stela Marcos de Almeida Neves. *Direito do genoma humano*. Coimbra: Almedina, 2007.

BRASIL. *Constituição da República Federativa do Brasil*: promulgada em 5 de outubro de 1988. 4. ed. São Paulo: Saraiva, 1990.

BRASIL. *Lei nº 3.071, de 1º de janeiro de 1916*. Código Civil dos Estados Unidos do Brasil. Rio de Janeiro: Diário Oficial da União, 1916.

BRASIL. *Lei nº 10.406, de 10 de janeiro de 2002*. Institui o Código Civil. Brasília, DF: Diário Oficial da União, 2002.

BRASIL. *Lei nº 11.105, 24 de março de 2005*. Regulamenta os incisos II, IV e V do § 1º do art. 225 da Constituição Federal, estabelece normas de segurança e mecanismos de fiscalização de atividades que envolvam organismos geneticamente modificados – OGM e seus derivados, cria o Conselho Nacional de Biossegurança – CNBS, reestrutura a Comissão Técnica Nacional de

Biossegurança – CTNBio, dispõe sobre a Política Nacional de Biossegurança – PNB, revoga a Lei nº 8.974, de 5 de janeiro de 1995, e a Medida Provisória nº 2.191-9, de 23 de agosto de 2001, e os arts. 5º, 6º, 7º, 8º, 9º, 10 e 16 da Lei nº 10.814, de 15 de dezembro de 2003, e dá outras providências. Brasília, DF: Diário Oficial da União, 2005.

GIDDENS, Anthony. *Mundo em descontrolado: o que a globalização está fazendo de nós*. Trad. Maria Luiza X. de A. Borges. 6. ed. Rio de Janeiro: Record, 2007.

GONÇALVES, Carlos Roberto. *Direito Civil Brasileiro*. 12. ed. São Paulo: Saraiva, 2017. v. 4.

LIY, Macarena Vidal. Cientistas chineses dizem ter criado os primeiros bebês geneticamente modificados. *El País*, 26 nov. 2018. Disponível em: [https://brasil.elpais.com/brasil/2018/11/26/ciencia/1543224768\\_174686.html](https://brasil.elpais.com/brasil/2018/11/26/ciencia/1543224768_174686.html). Acesso em: 21 abr. 2021.

MORGADO, Marta da Fonseca. Intervenções no genoma humano: problemática ético-jurídica. *Revista Jurídica Luso Brasileira*, ano 2, n. 6, p. 1.119-1.160, 2016. Disponível em: [www.cidp.pt/revistas/rjlb/2016/6/2016\\_06\\_1119\\_1160.pdf](http://www.cidp.pt/revistas/rjlb/2016/6/2016_06_1119_1160.pdf). Acesso em: 21 abr. 2021.

NAVES, Bruno Torquato de Oliveira; REIS, Émilien Vilas Boas. Crispr-Cas9, biossegurança e bioética: uma análise jusfilosófica-ambiental da engenharia genética. *Veredas do Direito*, Belo Horizonte, v. 16, n. 34, p. 123-152, jan./abr. 2019.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS PARA A EDUCAÇÃO, A CIÊNCIA E A CULTURA (UNESCO). *Declaração Universal do Genoma Humano e dos Direitos Humanos*. UNESCO, 1997. Disponível em: [https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000122990\\_por](https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000122990_por). Acesso em: 25 abr. 2020.

RAMOS, Ana Virgínia Gabrich Fonseca Freire. *Vida humana: da manipulação genética à neoeugenia*. Rio de Janeiro: Lumen Juris, 2015.

RAMOS, Ana Virgínia Gabrich Fonseca Freire; REIS, Émilien Vilas Boas. Técnica e Genética: a manipulação da vida. In: PADILHA, Norma Sueli; CAMPELLO, Livia Gaigher Bosio; FREITAS, Vladimir de Passos (Orgs.). *Direito Ambiental*. Florianópolis: CONPEDI/FUNJAB, 2013, p. 511-529. v. 1. Disponível em: <http://www.publicadireito.com.br/artigos/?cod=3f2e2a6fcb760125>. Acesso em: 29 mar. 2021.

SÁ, Maria de Fátima Freire de; NAVES, Bruno Torquato de Oliveira. *Bioética e Biodireito*. 5. ed. Indaiatuba: Foco, 2021.

SANTIAGO, Mariana Ribeiro; CAMPELLO, Livia Gaigher Bósio. A responsabilidade civil por atividade de risco e o paradigma da solidariedade social. *Veredas do Direito*, Belo Horizonte, v. 12, n. 23, p. 169-193, jan.-jun. 2015. Disponível em: <http://revista.domhelder.edu.br/index.php/veredas/article/view/451>. Acesso em: 30 abr. 2021.

SILVA, Ana Cláudia Rabelo; BARBOSA JÚNIOR, José. Realidades e perspectivas do uso de terapia gênica no tratamento de doenças. *Revista Faculdade Ciências Médica: Sorocaba*, 2018. Disponível em: <https://revistas.pucsp.br/index.php/RFCMS/article/view/35040>. Acesso em: 21 abr. 2021.

SILVA, Romeu Faria Thomé da. *Manual de direito ambiental*. 6. ed. rev. ampl. e atual. Salvador: JusPODIVM, 2016.

TARTUCE, Flávio. *Responsabilidade Civil*. Rio de Janeiro: Grupo GEN, 2020.