

# NOVAS BIOTECNOLOGIAS E RECUPERAÇÃO DE INFORMAÇÕES: um estudo empírico acerca do estado da arte da biotecnologia CRISPR/Cas9 na base de dados das agências de fomento CAPES, CNPq, FAPERGS e FAPESP

 Luan Christ Rodrigues<sup>1</sup>

## Palavras-Chave

recuperação de informações; pesquisas científicas; CRISPR/Cas9; agências de fomento.

## SUMÁRIO

**1. Introdução. 2. Metodologia. 3. O desenvolvimento da biotecnologia CRISPR/Cas9. 4. A recuperação de informações e o estado da arte das pesquisas científicas envolvendo CRISPR/Cas9 cadastradas nas bases de dados publicadas com financiamento das agências de fomento CAPES, CNPq, FAPESP e FAPERGS. 5. Conclusão. 6. Referências.**

## Resumo

O trabalho tem como foco estudar a recuperação de informações públicas sobre pesquisas científicas envolvendo a biotecnologia CRISPR/Cas9 financiadas e disponíveis na base de dados de agências de fomento, ambicionando pensar em condições para a justificação pública de aplicações biotecnológicas em sociedade. Utilizando-se o método de abordagem hipotético-dedutivo, estuda-se a biotecnologia CRISPR/Cas9 em um plano histórico-evolutivo em face de suas potencialidades à sociedade, englobando a reflexão sobre os aspectos éticos que permeiam seus respectivos riscos; recorre-se à técnica de análise de textos ou dados denominada Mineração de textos, para analisar a evolução de CRISPR/Cas9 no Brasil. Conclui-se que mecanismos como o Serviço de Informação ao Cidadão, regulamentados pela Lei de Acesso à Informação, em alguns casos, podem não ser eficientes para a recuperação de informações disponíveis junto às agências de fomento no Brasil.

<sup>1</sup> Professor da Universidade do Estado de Mato Grosso. Doutorando em Direito, Estado e Constituição pela Universidade de Brasília (UnB). Mestre em Direito e Sociedade pela Universidade La Salle. Graduado em Direito pela Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul (PUCRS).

# NEW BIOTECHNOLOGIES AND INFORMATION RETRIEVAL: an empirical study about the state-of-the-art of the biotechnology CRISPR/Cas9 of the funding agencies CAPES, CNPq, FAPERGS e FAPESP

 Luan Christ Rodrigues<sup>2</sup>

## Keywords

information retrieval; scientific research; CRISPR/Cas9; funding agencies.

## Abstract

The work aims to study the recovery of public information on scientific research involving CRISPR/Cas9 financed and available in the database of funding agencies, in order to think about conditions for the public justification of biotechnological applications in society. Using a hypothetico-deductive approach, we intend to study the biotechnology CRISPR/Cas9 in a historical-evolutionary perspective, considering its potential for society and encompassing the reflection on the ethical aspects that permeate their respective risks; applying the technique of text or data analysis called text mining, to analyze the evolution of CRISPR/Cas9 in Brazil. The conclusion is that mechanisms such as the Citizen Information Service, regulated by the Law on Access to Information, in some cases, may not be efficient for the retrieval of information available from development agencies in Brazil.

<sup>2</sup> Professor at the State University of Mato Grosso. PhD student in Law, State and Constitution at the University of Brasília (UnB). Master in Law and Society from La Salle University. Graduated in Law from the Pontifical Catholic University of Rio Grande do Sul (PUCRS).



## 1 INTRODUÇÃO

Já se tem notícia da configuração de uma quarta revolução industrial, justamente pela constatação de haver uma tendência de acoplamento de aplicações tecnológicas, dentre elas fala-se nas novas biotecnologias (Schwab, 2016). Nesse campo, o direito à informação torna-se ponta de lança, pois reivindica para a coletividade condições razoáveis para acompanhar os avanços biotecnológicos, os quais transformam o modo de vivência social a todo instante.

A justificativa do estudo tem como alicerce o papel do compartilhamento informacional objetivo ao público em geral no processo de mensuração das hipóteses inclusivas ou problemáticas para a implementação de novas biotecnologias em sociedade, dentro do início da cadeia de produção do conhecimento tecnocientífico, que neste trabalho consiste na recuperação de informações envolvendo projetos de pesquisa sobre CRISPR/Cas9<sup>3</sup> financiados e custodiados pelas agências de fomento Fundação de Amparo à pesquisa do Estado do Rio Grande do Sul (FAPERGS), Fundação de Amparo à pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP), Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES).

A escolha de tais agências de fomento se deve pelo fato de que a FAPESP é a maior fundação estadual do Brasil, a FAPERGS representa o estado ao qual está sendo realizado o presente estudo e a CAPES e o CNPq por serem as duas maiores agências de fomento de âmbito nacional.

<sup>3</sup>CRISPR-Cas9 é a sigla de "Clustered Regularly Interspaced Short Palindromic Repeats – Cas9 associated", a significar, em tradução livre, o seguinte: "Repetições Palindrômicas Curtas Agrupadas e Regularmente Interpassadas – associada à proteína 9".

Assim, o seguinte problema foi proposto para investigação: a Lei de Acesso à informação (LAI) garante mecanismos eficientes de recuperação de informações sobre projetos de pesquisa envolvendo CRISPR/Cas9 financiados pelas agências de fomento CAPES, CNPq, FAPERGS e FAPESP?

O trabalho tem como objetivo investigar a eficiência da recuperação de informações sobre os projetos de pesquisa da biotecnologia CRISPR/Cas9 cadastrados nas bases de dados oficiais pelas agências de fomento no Brasil (FAPERGS, FAPESP, CNPq e CAPES), por intermédio do Serviço de Informações ao Cidadão (SIC), seguindo os parâmetros da Lei de Acesso à Informação (Lei 12.527/2011), além da orientação do constituinte ao Estado, estabelecendo a necessária fiscalização das entidades dedicadas à pesquisa e manipulação de material genético, nos termos do art. 225, § 1º, inciso II, da Constituição da República Federativa do Brasil (CRFB).

A presente pesquisa empregou o método de abordagem hipotético-dedutivo, no intuito de investigar duas hipóteses: que há um avanço exponencial de CRISPR/Cas9 desencadeante de novos riscos biotecnológicos; que os mecanismos de recuperação de informações nas agências de fomento FAPERGS, FAPESP, CNPq e CAPES sobre projetos de pesquisa envolvendo CRISPR/Cas9 podem ser ineficientes.

Na primeira parte do estudo, examina-se os avanços de CRISPR/Cas9 em face dos riscos biotecnológicos e o fomento ao debate ético de seu desenvolvimento no PubMed<sup>4</sup> e no Portal de Periódicos da CAPES.

Na segunda parte do artigo, realiza-se a recuperação quantitativa de informações so-

<sup>4</sup>Base de dados da Biblioteca Nacional de Medicina dos Estados Unidos.



bre projetos de pesquisa financiados pelas agências de fomento CAPES, CNPq, FAPESP e FAPERGS envolvendo CRISPR/Cas9, a partir de mecanismos de solicitação de informação ao cidadão.

## 2 METODOLOGIA

Quanto ao método de procedimento, analisar-se-á o objeto de estudo em um viés histórico-evolutivo, permeando o cruzamento de dados entre o crescimento das pesquisas científicas sobre CRISPR/Cas9 e o correspondente fomento de debates acerca das implicações éticas dos potenciais riscos socioambientais desta biotecnologia em repositórios de publicações científicas.

Quanto aos tipos e técnicas de pesquisa, fez-se uso de pesquisa documental e revisão bibliográfica de textos doutrinários em livros e periódicos científicos analisando a temática proposta, bem como de convenções internacionais.

Partindo-se dos parâmetros da LAI, a análise empírica de recuperação de informações preconizada no estudo coaduna-se com os critérios de busca definidos em cada base de dados das agências de fomento (transparência ativa),<sup>5</sup> dado as pesquisas não disporem de método unificado de coleta de dados. Utiliza-se a técnica de mineração de textos denominada Sobek<sup>6</sup> para descobrir informações relevantes à pesquisa por intermédio de dados que contenham alguma estrutura (semi-estruturados) (Rezende *et al.*, 2011) especificamente

na base de dados da FAPESP.<sup>7 8</sup>

A Mineração de textos agrega técnicas de visualização de dados e possibilita encontrar conceitos-chave e grupos semelhantes de documentos para melhor análise e organização da informação. Via de regra, utiliza-se de análises gramaticais e léxicas, extração de informações, sumarização (resumo de informações) ou *clustering* (agrupamento de informações) (Rezende *et al.*, 2011).

Na presente análise empírica, utilizar-se-á o agrupamento de informações textuais com o intuito de “[...] indicar documentos que possuam alguma informação em comum e colocá-los em um grupo” (Furtado, 2004, p. 35), facilitando, no entendimento do referido autor, a organização de documentos dispostos de forma desorganizada “[...] em grupos ou conjuntos de documentos de mesmo assunto, identificando uma certa organização” (Furtado, 2004, p. 35).

Identifica-se e seleciona-se as características mais marcantes de todos os projetos de pesquisa estudados, examinando-se seus objetivos. Em um primeiro momento, opera-se o mecanismo de busca das agências de fomento que têm base de dados (CNPq<sup>9</sup> e FAPESP) neste primeiro ponto de recorte sob o critério da expressão “CRISPR-Cas9” para auferir o montante global dos projetos financiados pela temática.

Classifica-os, em um segundo momento, conforme o tipo de aplicação estudada. Aqui, foram identificadas pesquisas

<sup>7</sup>Disponível ao público pelo endereço eletrônico <<http://bv.fapesp.br/pt/>>.

<sup>8</sup>É importante frisar que o uso da ferramenta Sobek foi um facilitador para a análise de um montante elevado de projetos de pesquisa disponíveis na base de dados da FAPESP. Na base de dados do CNPq, a outra agência de fomento analisada que também tem base de dados – disponível em: <<http://cnpq.br/projetos-pesquisa>> – não foi necessário o uso da ferramenta Sobek, porquanto há um montante limitado em 10 projetos de pesquisa, os quais foram analisados manualmente apenas pelo critério de busca por termos na própria base de dados. As demais agências de fomento estudadas não têm base de dados sobre projetos de pesquisa financiados disponíveis ao público geral na internet, impossibilitando o uso da ferramenta Sobek.

<sup>9</sup>Base de dados disponível em: <<http://cnpq.br/projetos-pesquisa>>.

<sup>5</sup>(...) Transparência Ativa: quando o Estado concede proativamente amplo acesso a informações de interesse coletivo e geral, divulgando-as, principalmente, em seus sítios eletrônicos na Internet.” (Sarlet & Molinaro, 2016, p. 19). Nos termos do art. 8º da LAI, os órgãos e entidades públicas são obrigados a divulgar, na internet, informações básicas por eles produzidas ou custodiadas sobre projetos de órgãos e entidades. (Heinen, 2014).

<sup>6</sup>A ferramenta Sobek foi desenvolvida a partir do algoritmo proposto por Schenker (2003), possibilitando a identificação de um diagrama contendo os conceitos relevantes e as relações de um texto, por intermédio da construção automatizada de grafos para a análise da frequência dos termos deste texto. Disponível em: <<http://sobek.ufrgs.br/>>.



envolvendo o sistema de edição genética CRISPR-Cas9 voltadas aos seres humanos, animais não-humanos, alternativas sustentáveis a fontes fósseis, e intervenções genéticas em plantas. Devido ao fato de ser vasto o montante de pesquisas encontrados em seres humanos, realiza-se uma segunda classificação das pesquisas quanto ao tipo de doença e aplicação odontológica.

Cria-se um novo critério a partir do enquadramento das pesquisas em seres humanos de acordo com a classificação internacional de doenças e problemas relacionados à saúde (conhecida como classificação internacional de doenças – CID 10), que fornece códigos relativos à classificação de doenças publicada pela Organização Mundial de Saúde (OMS).<sup>10</sup> Assim, além das aplicações odontológicas, separa-se as doenças em: síndromes, doenças infecciosas (e parasitárias), doenças cancerígenas (e tumorais), psicoses, doenças hereditárias e controle de mutações gênicas (distúrbios metabólicos e imunológicos).

Exporta-se e reúne-se em um banco de dados no excel as informações obtidas pelo critério de busca por termos e pela ferramenta Sobek na base de dados da FAPESP, bem como as informações adquiridas manualmente na base de dados do CNPq, visando posterior descrição gráfica e temática.

### 3 O DESENVOLVIMENTO DA BIOTECNOLOGIA CRISPR/CAS9

Com o desenvolvimento da tecnociência<sup>11</sup> – considerando a genética como área de conhecimento científico – desde o projeto genoma humano, possibilitou-se entender

<sup>10</sup>Utiliza-se a classificação internacional de doenças e problemas de saúde relacionados atualizada na versão do ano 2016, disponível no site do órgão cujo link encontra-se no seguinte endereço: <<http://apps.who.int/classifications/icd10/browse/2016/en>>.

<sup>11</sup>Entende-se por tecnociência “[...] a manipulação e criação de formas de vida artificiais sejam humanas, técnicas ou ambientais a partir da manipulação dos dados elementares da natureza”. (Azambuja, 2013, pp. 323-340).

a estrutura do DNA, isto é, decodificar o genoma humano (Petterle, 2007). Tal estrutura fora, em 1974, passível de alteração por meio da engenharia genética a partir da criação da técnica denominada TALEN (*Transcription Activator-Like Effector Nucleases*), com o intuito de editar o genoma humano e não mais somente descrevê-lo. Devido à baixa precisão do uso da técnica TALEN,<sup>12</sup> aprofundou-se o debate sobre as potencialidades quanto ao uso de novas biotecnologias interventivas em organismos vivos.

O âmbito jurídico não é alheio ao risco. Para Jasanoff (2012), o risco transformou-se em um conceito que é significativo e dá direção à regulamentação ambiental contemporânea. Gomes (2007) sustenta que o risco é incorporado nos institutos jurídicos, como, por exemplo, o da responsabilidade objetiva.

Assim, a normatividade tenta mitigar a probabilidade de danos advindos de atividades cada vez mais tecnológicas a níveis empiricamente seguros ou – entendendo-se que a segurança é algo incompatível com os avanços tecnológicos – ao menos em níveis cientificamente razoáveis de prever (Jasanoff, 2012). A tendência é que o controle de atividades tecnológicas costuma falhar diante de ameaças imprevisíveis e invisíveis que não ingressam na administração de riscos (Ayala, 2011), evidenciando, como asseveram Leite *et al.* (2016), que “[...] o Estado não pode ser o herói que irá garantir a eliminação total do risco” (p. 229). Nesse caso, argumentam a necessidade de buscar uma gestão responsabilizada de riscos.

Os avanços no campo do conhecimento científico e tecnológico desencadeados pela Terceira Revolução Industrial (Revolução

<sup>12</sup>Sobreveio a técnica ZFN (Zinc Fingers Nucleases) para aperfeiçoar a técnica TALEN na precisão da edição gênica. No entanto, não gerou tanta repercussão ética ou de biossegurança. (Goldim & Lauxen, 2015, pp. 202-226).



Tecnocientífica Informacional), em meados do século XX, foi o grande propulsor da noção de responsabilidade pelo risco, devido ao incremento tecnocientífico e a conseqüente necessidade de os Estados enquadrarem juridicamente os novos danos decorrentes (Gomes, 2007).

No cenário atual, Schwab (2016) já fala em uma Quarta Revolução Industrial, característica da fusão de tecnologias que se constroem e aplicam umas às outras no plano físico, digital e biológico, diferente de tudo o que já foi visto nas revoluções anteriores, porquanto a velocidade e alcance tecnológico progride de modo exponencial (não linear), o que encampa de modo sistemático na atuação dos Estados, empresas e sociedade, descortinando novos campos de aplicação desse novo estágio de conhecimento. Envolve diversas áreas, como, por exemplo, a inteligência artificial, a robótica, a internet das coisas (IoT, sigla em inglês), os veículos autônomos, a impressão em 3D, a nanotecnologia, a biotecnologia, o armazenamento de energia e a computação quântica.

Neste contexto, a biotecnologia CRISPR-Cas9 ensejou certa mistura de temor com medo ante às implicações médicas, éticas, sociais e ambientais deste sistema de edição genética, adquirindo especial interesse de pesquisadores devido à sua velocidade, facilidade e versatilidade de uso terapêutico para curar doenças genéticas e alterar demais características fisiológicas (Mariscal & Petropanagos, 2016).

CRISPR<sup>13</sup> é um sistema natural em que as bactérias se defendem contra o ataque de vírus.<sup>14</sup> Em algumas situações, os vírus atacam as bactérias inserindo o seu DNA no sistema imunológico bacteriano chamado de agrupa-

mentos de curtas repetições palindrômicas regularmente interpassadas – CRISPR.

Durante os próximos ataques de vírus, o mecanismo utiliza um RNA codificado no DNA bacteriano que serve de guia para encontrar o fragmento de DNA viral invasor, ativando, assim, uma proteína associada à CRISPR chamada Cas9, que corta como um “bisturi genético” o DNA viral e protege a bactéria (Aznar *et al.*, 2017). Após, o sistema realiza a reparação celular, eliminando ou inserindo algumas bases nitrogenadas que compõem o DNA – adenina, citosina, guanina ou timina (Braverman, 2017).

Em 2012, Emmanuelle Charpentier e Jennifer Doudna identificaram que este sistema de autodefesa bacteriana poderia ser programável, trocando um fragmento de reconhecimento viral por outro falso, conseguiram fazer com que o sistema cortasse propositalmente outros genes (Mukherjee, 2016). Deste modo, permite-se a remoção, modificação, inserção e apagamento de sequências específicas de DNA em organismos vivos (Aznar *et al.*, 2017).

Atualmente, CRISPR levanta uma série de implicações no âmbito científico, ético, político e jurídico. Não obstante reconheça-se o papel da bioética e do biodireito, e estes aliados ao estudo de casos paradigmáticos para análise de novas técnicas interventivas em genomas de organismo vivos em prol de decisões políticas e elaboração normativa, pensa-se, por outro lado, que no atual estágio do estado social e democrático de direito, necessita-se envolver efetivamente o público nesta deliberação.

Para compreendermos a complexidade da situação, no Quadro n. 1 delineiam-se os principais riscos e benefícios na aplicação de ferramentas de edição genética no contexto da sociedade atual em face dos riscos biotecnológicos.

<sup>13</sup> Identificada em 1987 nos genomas bacterianos.

<sup>14</sup> O sistema foi encontrado em 45,1% dos genomas bacterianos sequenciados e em 87% de archaea (procariontes que não são bactérias) sequenciadas. (Université Paris-Sud 11, 2017).



### Quadro 1 – Principais observações sobre os riscos e benefícios relacionadas à aplicação de edição genética.

Benefícios	Riscos
Avanço exponencial do conhecimento tecnocientífico a partir da aplicação da edição genética em organismos vivos.	Conflito filosófico e teológico sobre a definição do conceito de “vida” (natural e artificial) e o papel da edição genética em modificar e criar novas formas de vida. A insuficiência de um senso comum teórico para debate entre cientistas, filósofos, cientistas sociais, juristas e sociedade civil em geral para a compreensão, terminologia e diálogo da biotecnologia CRISPR-Cas9 (Elguer et al., 2017).
Edição genética pelo sistema CRISPR com baixo custo, maior precisão e relativa facilidade de utilização.	Preocupações com biossegurança. Ascensão de “biólogos de garagem” do movimento do it yourself (DIYbio), cujo enfoque é criar acessibilidade às novas biotecnologias – a exemplo do que fora feito no começo da revolução informática, mas aqui pensa-se exclusivamente para fins de biohacking e mau uso (Kuiken, 2016).
Edição genética de organismos geneticamente modificados para propósitos ecológicos, como bactérias comendo plásticos, isto é, quebrando as ligações moleculares de poliéster, por exemplo (Mathiesen, 2016).	Criação de organismos geneticamente modificados cujas características fisiológicas não foram adaptadas por natureza, induzindo novos nichos ecológicos que causam efeitos ambientais evolutivos imprevisíveis (Elguer et al., 2017).
Edição genética pelo sistema CRISPR para proporcionar a cura de doenças genéticas.	Possibilidade de exploração do patrimônio genético humano para fins não terapêuticos por segmentos como o transhumanismo.
O uso de células-tronco pluripotentes com o potencial de dar origem a quaisquer células no corpo, auto organizando-se em estruturas similares a órgãos como intestino, pâncreas, fígado e olhos.	
Intervenções por meio da optogenética para entender como as células nervosas contribuem para funções cerebrais complexas, como aprendizagem, memória, dor e prazer.	Revelando novas informações sobre o funcionamento cerebral pode servir para controlar o comportamento humano (Parrington, 2016).
Edição genética a partir de direcionamento gênico para fins de prevenir doenças propagadas por mosquitos, ratos e carrapatos, como mecanismo de controle de pestes, aumento da diversidade genética de animais em extinção, bem como mecanismo de conservação de animais à mudança climática.	<p>Pesquisas de campo realizadas localmente podem ter impactos no ecossistema a nível global.</p> <p>Alteração na dinâmica populacional de espécies num contexto evolutivo desconhecido (Elguer et al., 2017).</p> <p>Ser utilizada como arma biológica.</p> <p>A alteração genética pode originar resistência a antibióticos ou outras circunstâncias ameaçadoras à saúde humana (Dana et al., 2012).</p>

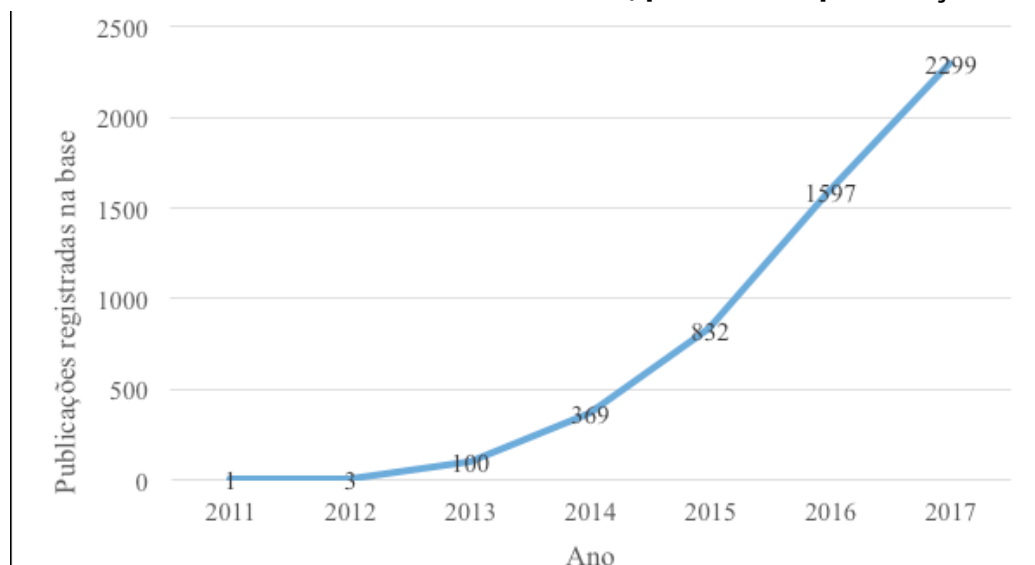
Fonte: Elaborado pelo autor com base em dados secundários qualitativos (artigos científicos).

No cenário internacional, analisando-se a literatura científica envolvendo o sistema de edição genética CRISPR-Cas9 a partir das publicações no PubMed, vinculado à biblioteca nacional de medicina dos Estados

Unidos, buscou-se a palavra “CRISPR Cas9” em título e resumo para cada ano para evidenciar a evolução das publicações científicas no decorrer dos anos, conforme gráfico a seguir.



**Gráfico 1– Distribuição das publicações registradas na base de dados do PubMed envolvendo CRISPR Cas9, por ano de publicação.**



Fonte: Elaborado pelo autor com base nos dados do PubMed: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/>>.

Pode-se perceber do gráfico acima que, do ano de 2011 ao de 2012, as publicações tiveram um aumento de 200%, ao passo que, de 2012 a 2013, o aumento foi de aproximadamente 3.200%. Esse aumento repentino se explica pelo fato de, como mencionado no início do capítulo, no segundo semestre de 2012, Emmanuelle Charpentier e Jennifer Doudna terem identificado que o sistema de autodefesa bacteriana CRISPR poderia ser programável a partir da proteína Cas9, permitindo, assim, aplicações em organismos vivos – removendo, modificando, inserindo e apagando sequências específicas de DNA – como será explicitado no capítulo seguinte perante a análise empírica das informações disponíveis sobre os projetos de pesquisa financiados pelas agências de fomento no Brasil. A publicação dessa descoberta (Charpentier et al., 2012) compõe a estatística do ano de 2012 ilustrada no gráfico anterior.

Já no ano de 2014, o número de publicações no PubMed chegou a 369, representando

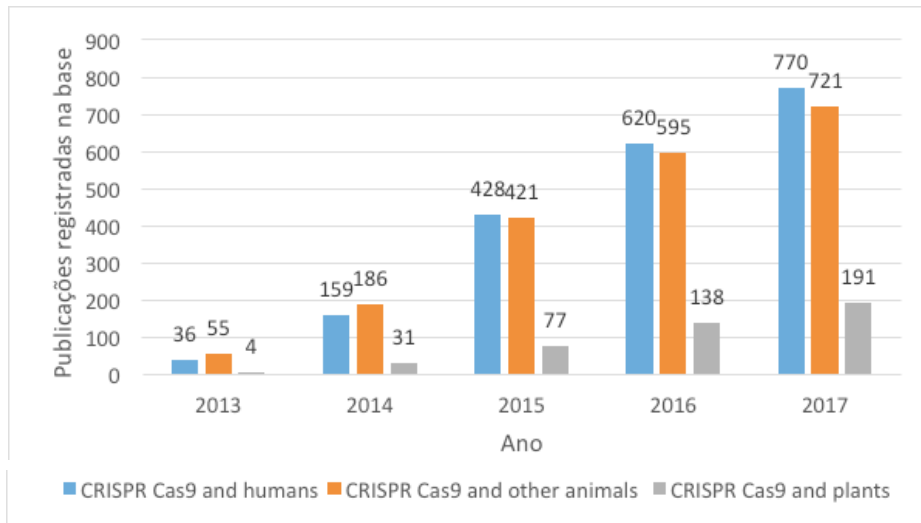
um aumento de 269% em relação ao ano de 2013, que possuía 100 publicações. Com relação ao ano de 2015, observa-se que o aumento das publicações em relação ao ano anterior foi de aproximadamente 125%, sendo que em 2016 passou para aproximadamente 92% em relação ao ano anterior. Por fim, pode-se afirmar que, de 2016 a 2017, o aumento do número de publicações foi de aproximadamente 44%.

Utilizando a combinação dos termos “CRISPR Cas9 and humans”, “CRISPR Cas9 and other animals”, e “CRISPR Cas9 and plants” em título e resumo para cada ano, projetado com base nas publicações no PubMed até 2017, verifica-se na coleta de dados do Gráfico 2 (abaixo) o aumento de publicações ao longo dos últimos anos, nele compreendido o tipo de espécie potencialmente beneficiada (seres humanos), bem como aplicações em animais não humanos, além de aplicações em plantas.<sup>15</sup>

<sup>15</sup> Em 2011 e 2012, primeiros anos de publicações envolvendo a biotecnologia CRISPR/Cas9, nenhuma das aplicações tinha o enfoque em espécies de animais ou plantas, e sim em microorganismos. Fonte: PubMed: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/>>.



**Gráfico 2– Distribuição das publicações registradas na base de dados do PubMed, quanto ao tipo de espécie, envolvendo CRISPR Cas9, por ano de publicação.**



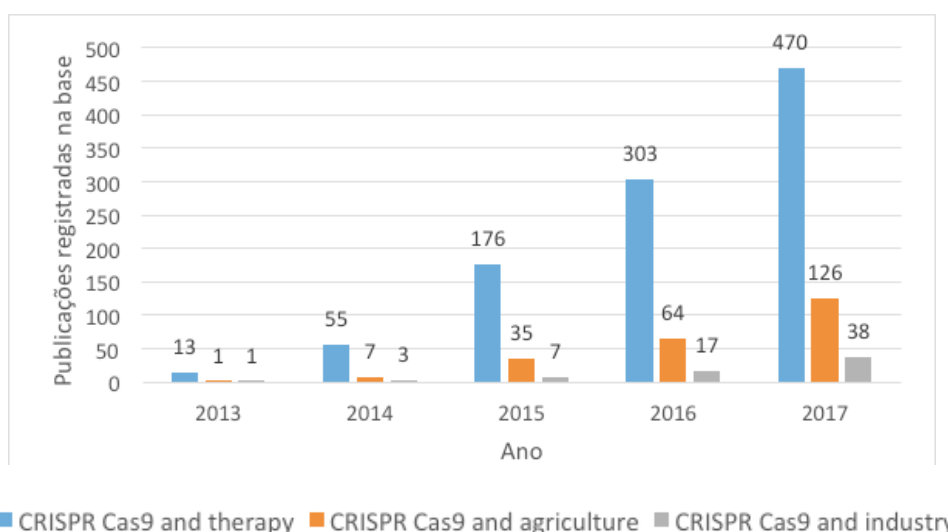
Fonte: Elaborado pelo autor com base nos dados do PubMed: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/>>.

As publicações científicas envolvendo o sistema de edição genética CRISPR Cas9 foram estendidas em diversos campos, quanto ao tipo de aplicação, abrangendo terapias, agricultura e indústria. Para tanto, valendo-se da combinação dos termos “CRISPR

Cas9 and therapy”, “CRISPR Cas9 and agriculture”, e “CRISPR Cas9 and industry” no PubMed, em título e resumo para cada ano, projeta-se o tipo de aplicação biotecnológica com base nas publicações até 2017 no Gráfico 3 a seguir.<sup>16</sup>

<sup>16</sup> De 2011 a 2013, primeiros anos de publicações envolvendo a biotecnologia CRISPR/Cas9, nenhuma das aplicações abrangia aplicações industriais, na agricultura, ou para fins terapêuticos. Fonte: PubMed: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/>>.

**Gráfico 3– Distribuição das publicações registradas na base de dados do PubMed, quanto ao tipo de aplicação, envolvendo CRISPR Cas9, por ano de publicação.**



Fonte: Elaborado pelo autor com base nos dados do PubMed: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/>>.



Este artigo encontra-se licenciado com uma Licença Creative Commons - Atribuição 4.0 Internacional

NOVAS BIOTECNOLOGIAS E RECUPERAÇÃO DE INFORMAÇÕES: um estudo empírico acerca do estado da arte da biotecnologia CRISPR/Cas9 na base de dados das agências de fomento CAPES, CNPq, FAPERGS e FAPESP  
Luan Christ Rodrigues

Por outro lado, quando se pretende analisar a harmonia entre o constatado crescimento das publicações envolvendo o sistema CRISPR-Cas9 ao longo dos últimos anos e aspectos éticos junto ao PubMed, percebe-se, a partir da busca dos termos “CRISPR-Ca9” e “CRISPR Cas9 and ethics” que, das 4.604 publicações até novembro de 2017, 37 delas versam sobre aspectos éticos, isto é, 0.8% da literatura acadêmica. No Portal de Periódicos Capes,<sup>17</sup> usando o mesmo procedimento, encontram-se 14.874 publicações até novembro de 2017 envolvendo o sistema CRISPR-Cas9, das quais 1.330 referem-se às implicações éticas, ou seja, 9% das publicações.

Nesse cenário, o conhecimento científico sobre o tema necessita de mais reflexões críticas a serem difundidas objetivamente à sociedade quanto a seu uso indevido, especialmente nos ditames da Declaração Universal de Bioética e Direitos Humanos (2005), que preceitua nos artigos 18 a 20 um debate público pluralista, até mesmo em comitês de ética em pesquisa multidisciplinares e independentes, visando à gestão apropriada e avaliação adequada de novas estratégias de redução de riscos relativos à medicina, às ciências da vida e às biotecnologias que lhes estão associadas. A ética do conhecimento cria uma importância prática nesse processo.<sup>18</sup> Cite-se, como exemplo, o caso de algumas revistas científicas criarem mecanismos internos de análise dos materiais a serem publicados, os quais, se constituírem um risco inaceitável de uso indevido, são rejeitados (Journal Editors and Authors Group, 2003). Douglas e Savulescu (2010) elencam três abordagens estratégi-

cas da gestão de risco:

1. A abordagem do *laissez faire* – cientistas e suas instituições são deixados para lidar com (ou ignorar) as preocupações com o uso indevido como acharem conveniente.
2. Um *requisito para consideração* – cientistas e/ou suas instituições são obrigados a avaliar o risco de uso indevido representado por seu trabalho, mas são livres de responder como acharem conveniente.
3. Um *requisito para uma consideração independente* – alguns projetos devem ser considerados por um órgão independente antes de serem financiados, realizados ou publicados. (pp. 687-693)

Em havendo aderência à abordagem de risco de número dois e três acima, necessita-se de refinamento do processo de redução do risco indevido. Primeiro, deve ser exigido esclarecimento ao avaliar os riscos graves de danos à sociedade e ao meio ambiente (teste de precaução); que os benefícios da pesquisa se sobreponham à possíveis prejuízos (teste de dano-benefício); ou que seja esclarecido que não há risco claro e imediato de uso indevido (teste proativo) (Douglas & Savulescu, 2010). Evidentemente que tais abordagens e testes devem ser analisados empiricamente, pois se o ser humano pode equivocarse nos riscos ou menosprezar os benefícios do conhecimento, também poderá atrapalhar o avanço científico sendo preventivo por demasiado medo.

Os avanços biotecnológicos, fruto de pesquisas desenvolvidas por instituições financiadas por agências de fomento, são importantes na promoção do progresso

<sup>17</sup> Informações coletadas no seguinte endereço: <<http://www.periodicos.capes.gov.br/>>.

<sup>18</sup> Nesse contexto, o termo “ética”, como explica Jasanoff (2012, pp. 180-181), “[...] não cobre toda a gama de realinhamentos sociais e econômicos que acompanham grandes mudanças tecnológicas, nem as suas consequências distributivas, particularmente como a tecnologia se desenvolve através das sociedades e mercados globais”.

econômico e tecnológico. Mas será que as incertezas científicas e ambientais referidas anteriormente não fazem com que tais pesquisas necessitem de justificação pública? Criaram-se mecanismos de acesso aberto a dados de pesquisas científicas e, se indisponíveis, concebeu-se ferramentas jurídicas para a garantia desse acesso. Partindo-se da concepção de que o Estado é (ou deveria ser) transparente, as informações sobre os projetos de pesquisa financiados devem ser difundidas de forma objetiva e devem estar disponíveis em sua integralidade ao público em geral.<sup>19</sup> É o que trabalhar-se-á no item seguinte, contextualizando empiricamente a recuperação de informações e a categorização temática das pesquisas científicas financiadas por agências de fomento no Brasil envolvendo os tipos de aplicação biotecnológica CRISPR/Cas9.

#### **4 A RECUPERAÇÃO DE INFORMAÇÕES E O ESTADO DA ARTE DAS PESQUISAS CIENTÍFICAS SOBRE CRISPR/CAS9 CADASTRADAS NAS BASES DE DADOS PUBLICADAS COM FINANCIAMENTO DAS AGÊNCIAS DE FOMENTO CAPES, CNPQ, FAPESP E FAPERGS**

Fatores epigenéticos podem produzir variações não-genéticas das células humanas em contato com o meio ambiente (Francis, 2015) a manifestarem, por exemplo, uma doença genética que estava silenciada ou alterar – por meio de CRISPR/Cas9 – o meio ambiente em que o gene da doença está inserido a partir de um vírus adeno-associado (AAV)<sup>20</sup>,

<sup>19</sup> É importante referir que o artigo 7º, §1º, da Lei n. 12.527/2011, restringe o acesso à informação referente a projetos de pesquisa e desenvolvimentos científicos ou tecnológicos cujo sigilo seja necessário à segurança social e estatal.-se. No artigo 4º da Lei n. 12.527/2011, são indicados os conceitos jurídicos de informação. Para Heinen (2014, pp. 117-121), trata-se de uma “verdadeira interpretação autêntica” do legislador para “evitar discussões judiciais acerca dos elementos normativos indeterminados, constantes no limiar da LAI”. Nesse aspecto, o referido autor entende que o legislador teve a intenção de enfatizar que “as informações públicas, portanto, são de propriedade do cidadão, e não do Estado”, conforme trabalhar-se-á no capítulo seguinte.  
<sup>20</sup> Vetor de transferência gênica para terapias genéticas em seres humanos. (Carvalho, 2010).

servindo como método de tratamento de doenças como a diabetes, mesmo que não altere a sequência de DNA (Araoka *et al.*, 2017). Tal perspectiva faz repensar o modo como o ser humano interage com o meio ambiente, a partir de visão adaptativa em prol da biologia evolutiva. Nesse sentido, a existência humana se evidencia pela capacidade natural de alterar-se de acordo com o meio ambiente e não por manter-se estagnada (Goldim & Lauxen, 2015).

Assim sendo, uma das características que define a existência humana e densifica sua dignidade é a liberdade (Andorno, 2009), entendida aqui como atributo de sua condição racional para a escolha da conduta a seguir, ao passo que a liberdade científica também deve vir condicionada harmonicamente com a dignidade humana para possibilitar a evolução do conhecimento científico e a implementação de novas biotecnologias em sociedade (Goldim & Lauxen, 2015).

Tal entrelace entre a liberdade de pesquisa científica e a dignidade humana também pode ser verificado nos principais instrumentos internacionais envolvendo pesquisa genética, quais sejam, a Declaração Universal sobre o Genoma Humano e os Direitos Humanos (artigo 10º), a Declaração Universal de Bioética e Direitos Humanos (artigo 2º e seguintes), a Declaração Internacional sobre Dados Genéticos Humanos (artigo 1º) e a Declaração das Nações Unidas sobre a Clonagem de Seres Humanos (Petterle & Sarlet, 2014).

Além do mais, no artigo 5º, inciso IX, da CRFB, a livre expressão da atividade intelectual, artística, científica e de comunicação, insculpada no catálogo de direitos fundamentais, é assegurada a todo cidadão e constituída como uma das características das socieda-

des democráticas contemporâneas (Farias, 2008).

Neste contexto, a liberdade de pesquisa científica possui uma dimensão individual enquanto direito subjetivo exercido por cidadãos como, por exemplo, cientistas e professores, além de uma dimensão coletiva pública ou privada, evidenciada, como exemplo, na autonomia universitária (Petterle & Sarlet, 2014). Da mesma forma, a partir da multifuncionalidade dos direitos fundamentais, a liberdade de pesquisa científica apresenta-se em uma dimensão subjetiva e objetiva, como observam Petterle e Sarlet (2014), *in verbis*:

[...] abarca um leque de posições subjetivas e deveres objetivos (com destaque para os deveres de proteção, especialmente mediante organização e procedimento [...] que vinculam o poder público e, em determinada medida, os atores privados, pois precisamente considerando a força dos grandes empreendimentos farmacêuticos e produtores de tecnologia, os quais também promovem pesquisa e em parte financiam a pesquisa no setor público, assume relevo a assim chamada eficácia “externa” ou “horizontal” dos direitos fundamentais na esfera das relações privadas [...]. (pp. 17-18)

Conforme salientado pelos autores supramencionados (2014, p. 18), em que pese “[...] o objeto de regulamentação legislativa dependa de uma série de pressupostos fáticos e jurídicos”, o artigo 5º, § 1º, da CRFB realça a importância da compreensão da unidade do sistema jurídico, contendo direitos fundamentais com eficácia imediata assegurada

no próprio texto constitucional.

Na mesma dimensão argumentativa, o artigo 218 da CRFB fora regulamentado pela Lei n. 10.973/2004, bem como pelo Decreto n. 9.283/2018, estabelecendo programas de incentivo à pesquisa científica e realçando o alcance da autonomia tecnológica do país, destacando-se, aqui, o papel das agências de fomento como a CAPES, o CNPq e as fundações estaduais, como a FAPERGS e a FAPESP (Canotilho *et al.*, 2013).<sup>21</sup>

E é justamente a partir dessas agências de fomento que se dimensiona o que está sendo pesquisado acerca do sistema de edição genética CRISPR-Cas9 no Brasil, por intermédio da análise empírica de dados quantitativos dos projetos de pesquisa publicados em suas bases de dados.

Para contextualizar o que está sendo pesquisado nas quatro agências de fomento escolhidas, utiliza-se a análise a partir do critério crescente do número de projetos financiados por cada agência de fomento. Assim, começar-se-á a recuperação de informações a partir da CAPES (projetos não divulgados), passando para a FAPERGS (2 projetos), depois o CNPq (10 projetos) e, por fim, a FAPESP (96 projetos).

Verificou-se que a CAPES e a FAPERGS lamentavelmente não possuem uma base de dados de projetos de pesquisa financiados disponível ao público em geral. Entende-se que tal ausência, no estado contemporâneo, além de limitar a divulgação proativa de informações públicas aos cidadãos de agência de fomento estadual e de âmbito nacional, representa uma atitude incompatível ao que se preconiza hodiernamente e, por essa razão, necessitaria ser efetivada

<sup>21</sup> Com desdobramentos também nos modelos concebidos nas constituições estaduais de São Paulo e Rio Grande do Sul, como referir-se-á na sequência.

para que o público em geral não seja tolhido de exercer o controle social de pesquisas, o que acaba, no mínimo, enfraquecendo o poder de fiscalização da sociedade.

Assim, entra em pauta a questão da transparência estatal face ao avanço científico, na qual Pascual (2006) explica a importância da criação de mecanismos para a sua efetivação, visando atingir as seguintes finalidades: diminuição da arbitrariedade e abusos indesejáveis; facilitar a identificação de elementos subjetivos que acaba influenciando o avanço científico e ajuda a ampliar o diálogo e a crítica; bem como detectar eventuais inconsistências e prejuízos à sociedade.<sup>22</sup>

De qualquer forma, pelo que disciplina o artigo 5º, inciso XXXIII, da CRFB, “[...] todos têm o direito a receber dos órgãos públicos informações [...] de interesse coletivo ou geral, que serão prestados no prazo da lei.” Sobreveio a Lei n. 12.527/2011, conhecida como Lei de Acesso à Informação (LAI), a qual representa um avanço em prol da participação democrática e vislumbra criar, dentre outros aspectos, condições de aperfeiçoamento da transparência passiva<sup>23</sup> pela possibilidade de o cidadão ter acesso à informação produzida e custodiada por órgãos e entidades públicas por intermédio do Serviço de Informações ao Cidadão (SIC).

Tendo em vista que as fundações públicas são subordinadas à LAI, nos termos do art. 1º, parágrafo único, inciso II, garantindo-se assim o acesso à informação pública dos órgãos demandados a fornecê-las (Heinen,

2014), requereu-se informações sobre todos os projetos de pesquisa financiados pela CAPES e a FAPERGS<sup>24</sup> sobre a ferramenta de edição genética pelo sistema CRISPR-Cas9, com título do projeto, resumo, instituição sede, vigência e nome do pesquisador junto ao SIC. Solicitou-se que as informações fossem fornecidas em formato digital, se disponíveis, conforme estabelece o artigo 11, § 5º, da LAI. Em cumprimento ao artigo 11 da LAI, o acesso (e eventualmente cópia) às informações requisitadas deve ser concedido de imediato.

Não sendo possível conceder o acesso imediato, solicitou-se que a resposta, em conformidade com o § 1º do artigo supra, fosse expedida em até 20 dias corridos, contados do protocolo do requerimento junto à CAPES e à FAPERGS. Na eventualidade de que as informações solicitadas não fossem fornecidas, requereu-se que fosse apontada a razão da negativa (artigo 11, § 1º, inciso II, da LAI), bem como, se fosse o caso, eventual grau de classificação de sigilo (ultrassecreto, secreto ou reservado), nos termos do artigo 24, § 1º, da LAI.

Do requerimento de acesso à informação pelo SIC, recebeu-se a resposta tempestiva da demanda registrada sob o n. 23480021424201712 pela CAPES,<sup>25</sup> nos seguintes termos: “Não é possível pesquisar por meio da ferramenta utilizada, como você cita. No entanto, é possível fazer a pesquisa pelo termo na página do Catálogo de Teses pelo link: “<http://bancodeteses.capes.gov.br/banco-teses/#!/>” Posteriormente, a resposta ofertada pela CAPES fora complementada via *e-mail* com o seguinte: “Não é possível rastreamos projetos de pesquisa pela ferramenta que o pesquisador usa. No catálogo

<sup>22</sup> Refira-se, a propósito, a inovação no cenário legislativo da Espanha em matéria de direito à informação a partir da Lei n. 19/2018, Lei Nacional de Transparência, Acesso à Informação Pública e Bom Governo. Montilla (2016, pp. 53-69) aduz que um dos elementos que retratam tal inovação legislativa é que, acompanhado ao direito de acesso à informação, há a tutela da chamada “publicidade ativa” (arts. 5 a 11, da Lei n. 19/2018), pela qual o Estado é obrigado a publicar informação pública para que seja possível a efetiva participação cidadã no controle do exercício do poder público.

<sup>23</sup> “Transparência Passiva: quando o Estado fornece informações específicas solicitadas por pessoas físicas ou jurídicas.” (Sarlet & Molinaro, 2016, p. 19).

<sup>24</sup> Trata-se de fundação estadual, sujeitando-se, nesse caso, ao Decreto n° 49.111/2012, art. 1º, parágrafo único.

<sup>25</sup> A resposta da CAPES pelo e-mail encontra-se em sua integralidade no Anexo A.

de teses há referências ao termo solicitado, no entanto não a tese ou dissertação lá inserida, pode ou não ter sido financiada pela CAPES.”

Embora a resposta tenha acontecido, é surpreendente verificar como uma agência como a CAPES não possui mecanismos para atender efetivamente ao pedido da informação solicitada pelo cidadão. Como é possível o Poder Público Federal cobrar a implementação da LAI sem que este possa não a aplicar em agência de âmbito nacional?

Neste contexto, é interessante notar que 100% dos pedidos de acesso à informação foram respondidos por agentes do Poder Executivo Federal via e-SIC, com base no relatório de pedido de acesso à informação fornecido pela Controladoria Geral da União (CGU) no ano da realização da coleta de dados do presente estudo (2017).<sup>26</sup> Constata-se ainda que houve algum tipo de recurso para aproximadamente 9% dos pedidos solicitados em 2017, dos quais 93% foram respondidos e 48% dos recursos foram deferidos<sup>27</sup>. Ocorre que não é possível localizar o percentual de respostas que não atenderam efetivamente ao pedido do cidadão por inexistirem mecanismos para tanto, como fora constatado anteriormente. Entende-se que o aprimoramento desta perspectiva possa contribuir para uma melhor compreensão dos fatores que levam ou não a implementação da LAI no Poder Executivo Federal.

Considerando os parâmetros de transparência da LAI, é democrático que à sociedade seja tolhido o direito à informação disponível sobre projetos de pesquisa financiados com recursos públicos envolvendo novas biotecnologias que implicam riscos por vezes des-

conhecidos? De modo complementar, não acaba prejudicando o próprio controle social dos atos administrativos a ser materializado, segundo Ohlweiler (2016), por meio da criação de condições para o acesso à informação pública, “[...] com as devidas orientações sobre os procedimentos que devem ser realizados, fornecendo as informações contidas em registros, documentos, arquivos, e sempre de forma primária, íntegra, autêntica e atualizada» (p. 49), dificultando, na linha adotada por Pascual (2006), o ocultamento de eventuais infrações e aumentando a probabilidade de que alguém as advirta?

Assim sendo, desenvolver caminhos possíveis para conceber uma cultura de transparência na Administração Pública desvela, nos ensinamentos de Barcellos (2015), a percepção do legislador “[...] de que os problemas na matéria são abrangentes e não serão superados de forma rápida ou automática apenas com a edição de um ato legislativo” (p. 1.744), o que exige a mudança de consciência nessa nova relação entre os cidadãos e os agentes vinculados ao Estado, afastando-se de posições antagônicas. Do contrário, a falta de informação pública “[...] pode causar certas circunstâncias em tal grau de incerteza, angústia, medo e em definitivo sofrimento, que é obrigatório descrever tal omissão como um tratamento desumano e degradante” (Pascual, 2006, p. 371).

Conforme apontado em relatório do órgão sem fins lucrativos denominado “Transparência Brasil”<sup>28</sup>, verifica-se que o desrespeito à LAI por parte dos órgãos públicos ante à obstaculização do acesso à informação ao cidadão não é um caso isolado. Para tanto, o Transparência Brasil solicitou, no primeiro

<sup>26</sup> Disponível em: <<https://esic.cgu.gov.br/sistema/Relatorios/Anual/RelatorioAnualPedidos.aspx>>.o.

<sup>27</sup> Disponível em: <<https://esic.cgu.gov.br/sistema/Relatorios/Anual/RelatorioAnualRecursos.aspx>>.

<sup>28</sup> É uma organização independente, autônoma e não governamental, focada no combate à corrupção no Brasil. No site do órgão <<https://www.transparencia.org.br/>> são difundidos, em especial, estudos sobre desvios e utilização inadequada de recurso públicos. Cf. Figueiredo e Santos, 2013.



semestre de 2017, pedidos de informações a 206 órgãos públicos de todos os poderes e esferas federativas, instando a cada órgão a base de dados de todos os pedidos de informação apurados desde a entrada em vigor da LAI em 2012 até abril de 2017. Desse montante, contabilizou-se que 95 (46%) dos órgãos indagados ficaram silentes, 35 (17%) inviabilizaram o acesso à informação, 47 (23%) concederam parcialmente o acesso à informação e somente 29 (14%) disponibilizaram integralmente o acesso à informação solicitada (Sakai & Galf, 2017).

Por outro lado, a resposta da solicitação de acesso à informação junto à FAPERGS pelo SIC foi registrada sob o n. 17837.<sup>29</sup> Sem o resumo dos projetos foi fornecido apenas a informação parcial do pedido solicitado, sob o argumento de que não poderia disponibilizar o resumo dos projetos financiados em virtude de não tramitarem internamente na agência de fomento. A FAPERGS<sup>30</sup> então comunicou possuir dois projetos de pesquisa financiados utilizando a ferramenta de edição genética pelo sistema CRISPR-Cas9 e consistiam acerca da análise do desenvolvimento da Doença de Alzheimer e tratamento de Hemofilia B, ambos com o intuito de utilizar modelo animal para as investigações.

Passa-se agora a analisar as pesquisas nas agências de fomento CNPq e FAPESP, que em cumprimento ao dever de dar publicidade a projetos de pesquisa financiados disponibilizam acesso à informação ao público em geral em seus bancos de dados.

Investigando os projetos de pesquisa na base de dados<sup>31</sup> do CNPq envolvendo o sis-

<sup>29</sup> A resposta da FAPERGS pelo e-mail encontra-se em sua integralidade no Anexo B.

<sup>30</sup> Dentro dos modelos estaduais de financiamento, o Estado do Rio Grande do Sul, nos termos do artigo 236 da Constituição do Estado do Rio Grande do Sul, deve repassar à FAPERGS a dotação equivalente a, no mínimo, 1,5% da receita líquida de impostos para o custeio do órgão com pesquisa científica e tecnológica.

<sup>31</sup> O banco de dados do CNPq encontra-se disponível em: <<http://cnpq.br/projetos-pesquisa>>.

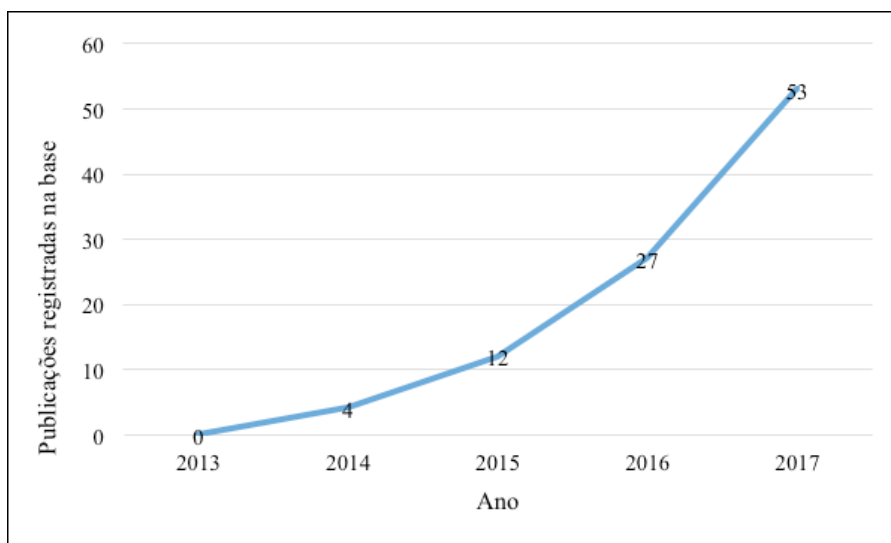
tema CRISPR-Cas9 pelo critério de busca por termos anteriormente explanado, foram localizados 10 projetos, os quais possuem ênfase na intervenção em animais não-humanos, a partir da produção de animais geneticamente modificados como método favorável para a produção de biofármacos compostos por células de glândula mamária caprina e análise de toxinas naturais para agentes terapêuticos derivados de espécies de serpentes e lagartos; há também estudos versando sobre o tratamentos de doenças em seres humanos, são elas: *doenças cancerígenas e tumorais*, como o câncer de mama e estratégias de identificação da funcionalidade de células tumorais; *doenças infecciosas e parasitárias*, como a doença de chagas, leishmaniose, hanseníase, malária, ceratite herpética (herpes ocular); e *doenças hereditárias*, como a hemofilia B.

Verifica-se que os projetos de pesquisa apoiados com o financiamento do CNPq até 2017 estão estendidos em campos de investigação biológica e medicina humana. O principal enfoque encontra-se na aplicação da biotecnologia CRISPR/Cas9 para possível tratamento de doenças infecciosas e parasitárias (5 projetos financiados), as quais demandam maior atenção dos pesquisadores financiados pelo CNPq.

Sob a perspectiva metodológica de mineração de textos previamente explicitada, parte-se para análise quantitativa dos 96 projetos de pesquisa apoiados com o financiamento da FAPESP envolvendo CRISPR-Cas9 na base de dados disponível ao público pelo endereço eletrônico <<http://bv.fapesp.br/pt/>>. Refira-se que a análise será realizada em plano cronológico crescente entre o ano de 2014 a 2017 (Gráfico n. 4), ilustrando os tipos de aplicações encontrados.



**Gráfico 4–Distribuição dos projetos de pesquisa da base de dados da FAPESP envolvendo CRISPR Cas9, por ano de publicação.**



Fonte: Elaborado pelo autor com base nos dados da FAPESP: <<http://www.bv.fapesp.br/pt/>>.

Verifica-se que, no ano de 2014, a FAPESP<sup>32</sup> começa a apoiar pesquisas envolvendo o sistema de edição genética CRISPR-Cas9 com o financiamento de 4 projetos (Gráfico n. 4): um projeto no âmbito da agricultura, com o estudo de doenças prejudiciais à produtividade do cacau; outro voltado a aplicação odontológica, estudando as implicações de fissuras de lábio e palato;<sup>33</sup> além de dois projetos relacionados à análise do desenvolvimento de doenças cancerígenas e tumorais. No primeiro, o objetivo da pesquisa buscou silenciar determinado gene com CRISPR-Cas9 para estudar o desenvolvimento fisiológico da próstata na incidência de possíveis tratamentos relacionados a sua disfunção. O segundo projeto foi delineado para verificar o desenvolvimento celular de

doenças mitocondriais<sup>34</sup> cancerígenas.

Já no ano de 2015, os projetos financiados pela FAPESP triplicaram em relação ao ano anterior, totalizando 12 projetos (Gráfico n. 4), os quais possuem temáticas relacionadas a agricultura, intervenções genéticas em animais não-humanos e estudos voltados a doenças em seres humanos.

No âmbito da agricultura, encontrou-se um projeto de pesquisa para compreender o funcionamento de genes da cana-de-açúcar no intuito de aprimorar a produção da sacarose (açúcar). Com relação às pesquisas relacionadas a animais não-humanos, denota-se projetos concernentes ao tratamento da *Muscular Dystrophy* em Golden Retriever (GRMD); para a análise da expressão gênica em embriões de camundongos transgênicos; bem como para a criação de

<sup>32</sup> Inserido nos modelos de financiamento estadual, o Estado de São Paulo deve repassar à FAPESP o mínimo de 1% de sua receita tributária para o custeio do órgão com pesquisa científica e tecnológica (artigo 271 da Constituição do Estado de São Paulo).

<sup>33</sup> Nesse projeto, os cientistas buscavam realizar experimentos com o peixe-zebra, entendido como um ótimo modelo para, dentre outros aspectos, estudar genes humanos para o desenvolvimento craniofacial (mandíbula e palato). Cf. Disponível em: <<http://www.bv.fapesp.br/pt/bolsas/154447/estudo-funcional-de-mutacoes-no-gene-cdh-1-implicadas-em-fissuras-labiopalatinas-por-meio-da-tecnica/>>.

<sup>34</sup> As mitocôndrias são organelas citoplasmáticas com DNA próprio distinto do núcleo. Servem para dar energia para as células do corpo manterem a adequada função dos órgãos. Tratando-se de embrião humano, o mau funcionamento dessas organelas podem, segundo informações da Human Fertilisation and Embryology Authority (HFEA), desencadear mais de 150 patologias diferentes (doenças cardiovasculares, distúrbios mentais e até cegueira), algumas das quais ligadas a fatores externos ou epigenéticos. Trata-se de anomalia hereditária. (HFEA, 2011).



camundongos transgênicos para a análise de comportamentos instintivos relacionados ao olfato.

Interessante notar que dos 12 projetos financiados em 2015, apenas o alusivo ao tratamento de GRMD (distrofia muscular em cachorros Golden Retriever) foi calcado em trazer avanços terapêuticos a animais não-humanos. Mesmo assim, tal tratamento voltado a raça canina Golden Retriever, ao fim e ao cabo, tinha como um de seus objetivos servir como ponto de partida para terapias em seres humanos. Isso porque a GRMD é homóloga à distrofia muscular de Duchenne (DMD) que acomete seres humanos.

Projetos associados a doenças em seres humanos representam a maioria dos financiamentos em 2015. Fazem referência aos seguintes temas: *controle de mutações gênicas* relacionadas ao funcionamento do sistema imunológico à resistência de patógenos e ao desenvolvimento neural, seu impacto na saúde e doenças, e no desenvolvimento de terapias direcionadas; ao tratamento de *doenças parasitárias* como a dengue e doença de chagas, bem como relativo ao treinamento de pesquisadores no Reino Unido para o tratamento de doenças transmitidas por vetores (parasita, protozoário, vírus ou bactéria) no Estado de São Paulo com CRISPR-Cas9; *doenças cancerígenas*, como o linfoma de Hodgkin; análise do desenvolvimento de *síndromes*, como a de Marfan,<sup>35</sup> e terapias de reposição enzimática benéficas à intervenção de *doenças genéticas*, como a doença de Gaucher.<sup>36</sup>

<sup>35</sup>Doença cujas manifestações clínicas incluem crescimento excessivo dos ossos, escoliose e deformidades torácicas. Cf. Disponível em: <<http://bv.fapesp.br/pt/bolsas/157785/geracao-de-mutacoes-no-gene-fbn1-em-celulas-tronco-pluripotentes-induzidas-ips-cs-utilizando-o-sist/>>.

<sup>36</sup>Doença que ataca o baço e o fígado. O indivíduo acometido por ela não possui enzimas suficientes para equilibrar substâncias gordurosas em células. Cf. Disponível em: <<http://bv.fapesp.br/pt/bolsas/157061/humanizacao-do-sistema-de-glicosilacao-de-pichia-pastoris-pela-tecnica-crispr-cas9-visando-a-express/>>.

No ano de 2016, praticamente dobraram os projetos de pesquisa financiados pela FAPESP envolvendo CRISPR-Cas9 em relação ao ano anterior. Os 27 projetos de pesquisa ilustrados no Gráfico n. 4 versam sobre alternativas sustentáveis a fontes de energias fósseis, aplicações na agricultura, bem como focados em estudos relacionados a doenças e aplicações odontológicas em seres humanos.

Encontraram-se pesquisas referentes a alternativas sustentáveis a fontes fósseis como o bioetanol e o etanol lignocelulósico, derivados de leveduras adaptadas geneticamente, a fim de aumentar a segurança energética benéfica ao meio ambiente. Com enfoque na agricultura, localizaram-se projetos para a promoção de crescimento vegetal eficaz e para o melhoramento genético de plantas. No âmbito de aplicações odontológicas, o enfoque de 2016 versou exclusivamente no fortalecimento de tecido ósseo para implantes.

Pesquisas interventivas em animais não-humanos constituíram-se nos seguintes estudos: análise de mutações gênicas e distúrbios metabólicos em camundongos; malformações renais, cardíacas e deficiências cognitivas em moscas e galos; e, análise das etapas da determinação sexual e transplantes de células germinativas em peixes.

Em humanos, no ano de 2016, desenvolveram-se pesquisas relacionadas aos seguintes assuntos: *tumores e cânceres*, como o de mama e ovário, estudo sobre resistência a quimioterápicos em células cancerígenas, análise da instabilidade genética no contexto de danos ao DNA pelo câncer, novas estratégias terapêuticas para o glioblastoma<sup>37</sup>

<sup>37</sup>Tumor do cérebro mais comum e apresenta altas taxas de mortalidade devido a sua agressividade e baixas respostas aos tratamentos disponíveis atualmente, sendo o tempo de sobrevida menor do que dois anos." Cf. Disponível em: <<http://bv.fapesp.br/pt/bolsas/165387/efeitos-da-regulacao-da-traducao-via-rsk-em-glioblastomas/>>.

e estudo de mutações gênicas cancerígenas; como em 2015, as *síndromes*, como a de Marfan, são novamente estudadas; *doenças degenerativas*, como a de Parkinson e de Lafora; *doenças parasitárias*, como a de chagas e dengue; *doenças hereditárias*, como o angioedema e psoríase; e *controle de distúrbios metabólicos* em virtude de deficiências enzimáticas.

Em 2017, houve 53 projetos financiados pela FAPESP, praticamente dobrando o número de pesquisas em referência ao ano anterior. Como ocorreu no ano de 2016, os projetos de 2017 versaram sobre alternativas sustentáveis a fontes de energias fósseis, aplicações na agricultura, bem como pesquisas relacionadas a doenças e aplicações odontológicas em seres humanos.

Nesse ano, as pesquisas sobre alternativas sustentáveis a fontes de energias fósseis calcaram-se no estudo da biomassa lignocelulósica e leveduras industriais. Ahmed *et al.* (2018) destacam a importância econômica e os fatores geopolíticos que levaram a comunidade científica a adotar soluções para o esgotamento de combustíveis fósseis, por meio da utilização de CRISPR/Cas9 no processo de produção de biocombustíveis.

Na agricultura, analisaram-se a influência de proteínas no tamanho final do órgão reprodutor feminino de plantas; a criação de plantas transgênicas da cana-de-açúcar resistentes a pragas; o tratamento do cancro cítrico (doença de planta) em plantas; a geração de plantas que contenham uma mutação desejada de forma livre de transgênicos com alta produtividade; a diminuição da competição de micro-organismos contaminantes da fertilização de vegetais; a promoção do crescimento vegetal saudável; o tratamento de fungos em frutos, melhorias de

características nutricionais de frutos; bem como o controle e resistência a pragas. Nas visões de Bhowmik *et al.* (2018), a biotecnologia CRISPR/Cas9 representa uma grande promessa para enfrentar os desafios emergentes da agricultura, especialmente no que diz respeito ao surto de pragas devido às mudanças climáticas.

No que pertine às aplicações odontológicas, os projetos foram calcados no fortalecimento de tecido ósseo para implante; fissuras de lábio e palato; além de terapias gênicas para regeneração óssea. No magistério de Gianobile *et al.* (2018), o intuito da utilização de CRISPR/Cas9 no âmbito odontológico é o de permitir uma melhor compreensão dos genes relacionados às malformações e doenças bucais.

Em animais não-humanos, as temáticas de 2017 visavam o tratamento de Hepatite B e posterior clonagem reprodutiva em bovinos, além do estudo da herança mitocondrial de bovinos, bem como à clonagem reprodutiva e cultivo de células pluripotentes. Bendixen *et al.* (2010) e Chan (2013) ensinam que primatas, porcos e cães têm semelhanças com seres humanos de ordem fisiológica, tamanho de órgãos, aspectos anatômicos e metabolismo. Tais semelhanças os tornam excelentes modelos para doenças humanas no contexto de CRISPR/Cas9 (Zhao *et al.*, 2019).

O estudo do sistema CRISPR-Cas9 em 2017 envolvendo seres humanos centrou-se nas seguintes temáticas: *cânceres e tumores*, como o melanoma, glioblastoma, meduloblastoma, câncer de mama, câncer de pulmão, metástases, patógenos intracelulares, análise de células tumorais e tolerância imunológica a tumores; *síndromes*, como a de Usher; *doenças infecciosas ou parasitárias*.



rias, como o HIV-1, a leishmaniose visceral, doença de Chagas, dengue e leptospirose; *psicoses*, como a esquizofrenia; *doenças hereditárias*, como a anemia falciforme e doença renal policística; *controle de mutações gênicas*, como autofagia; e análise da inativação do cromossomo X em células tronco pluripotentes humanas.

Por outro lado, denota-se que o sistema de edição genética CRISPR-Cas9 possui pontos controvertidos que ainda demandam esclarecimentos, especialmente para a prevenção e cura de doenças que acometem o genoma humano. Como visto anteriormente, a despeito de a maioria dos financiamentos analisados estarem relacionados ao tratamento de doenças em seres humanos, as possíveis aplicações clínicas ainda são pouco conhecidas, exigindo a difusão de debates multidisciplinares nas diversas camadas da sociedade.

Por fim, com o intuito de ilustrar a complexidade dos problemas agregados, refere-se pesquisa publicada em 2018, liderada por pesquisadores da Universidade de Stanford que analisaram, dentre outros aspectos, o sangue de 22 bebês e 12 adultos saudáveis e tiveram respostas do organismo imunes às duas formas mais usadas da proteína Cas9. 79% dos participantes dos estudos criaram anticorpos contra a proteína composta pela bactéria *Staphylococcus aureus* e 65% dos integrantes do estudo geraram anticorpos contra a proteína integrada pela bactéria *Streptococcus pyogenes* (Bode *et al.*, 2018). Isso significa que terapias genéticas em seres humanos envolvendo o sistema CRISPR/Cas9, no estágio atual, podem ou não representar riscos à saúde do indivíduo.

## 5 CONCLUSÃO

A análise dos dados coletados foi importante para constatar que as pesquisas brasilei-

ras envolvendo CRISPR/Cas9 estão em ritmo crescente e observa-se que os projetos de pesquisa versando sobre doenças infecciosas e parasitárias são os assuntos mais pesquisados pelos cientistas financiados pelo CNPq e pela FAPESP. Ademais, os dados publicados nas agências de fomento que possuem banco de dados (CNPq e FAPESP) ou, em não havendo, forneceram os dados a partir dos parâmetros normativos (FAPERGS), são de difícil compreensão aos leigos, e de igual complexidade a categorização temática de tais dados constatados empiricamente, que não constam, por exemplo, informações acerca da avaliação do comitê de ética acerca dos potenciais riscos.

Seguindo os parâmetros normativos de criar condições para a fiscalização de atividades arriscadas à saúde humana, animal e vegetal, verificou-se que para a sua concretização no início da cadeia de uso conhecimento tecnocientífico, as pesquisas científicas financiadas pelas agências de fomento no Brasil sobre a biotecnologia CRISPR/Cas9 necessitam garantir o acesso à informação dos projetos de pesquisa financiados de forma objetiva à coletividade, nos termos do art. 5º, inc. XXXIII, da CRFB.

O crescente patrocínio das agências de fomento sobre o sistema CRISPR/Cas9 cristaliza a diversidade de âmbitos de aplicação e acaba evidenciando a necessidade de novas e melhores informações acerca dos projetos de pesquisa estudados, podendo servir para que os dados possam ser contrastados pelos cidadãos a partir de críticas que fomentem novas reflexões e opiniões, bem como facilitando inclusive a fiscalização das entidades dedicadas à pesquisa e manipulação de material genético, em sintonia com o disposto no art. 2º, incisos I, IV, VII e VIII, da Lei nº 10.650/2003, que impõe à Administração



Pública o dever de garantir a coletividade o acesso a todas as informações relevantes de matéria ambiental relativas, dentre outros fatores, a qualidade do meio ambiente, aos riscos ambientais e a diversidade biológica.

Note-se, a liberação comercial de novas biotecnologias é o final do processo de produção que começa nas pesquisas científicas. Evidentemente que não há a possibilidade de saber o estado da arte de pesquisas envolvendo novas biotecnologias em empresas privadas, especialmente por questões envolvendo propriedade industrial. A partir de projetos de pesquisa financiados pelas agências de fomento a recuperação de informações, como verificado, somente em tese é garantida e ainda parcialmente. No caso, a CAPES não disponibilizou quaisquer dados e, assim como a FAPERGS, não possui banco de dados, nem mesmo utilizando-se ferramentas instrumentalizadas pela Lei de Acesso à Informação, como o Serviço de Informações ao Cidadão, que lançou novas luzes, as quais, em uma democracia, deveriam ser eficientes.

No cenário atual de riscos globais e em diversos graus de densificação, presente nos desafios do desenvolvimento da biotecnologia CRISPR/Cas9, torna-se urgente exigir que os órgãos vinculados ao Estado tenham paredes de vidro. Governos democráticos devem combater a falta de transparência na recuperação de informações para criar condições de possibilidade à participação cidadã, gerando a capacidade de alterar e transformar a dinâmica do Estado, colocando-o, de fato, ao benefício comunitário.

## 6 REFERÊNCIAS

Ahmed, T., Ismail, M., Javed, M. R. Khan, F., Khurshid, M., Noman, M., & Sadaf, M., et al. (2018). Current situation of biofuel production and its enhancement by

CRISPR/Cas9-mediated genome engineering of microbial cells. *Microbiological Research*, 219, 1-11.

Andorno, R. (2009). "Liberdade" e "dignidade" da pessoa: dois paradigmas opostos ou complementares na bioética? In J. Martins-costa, L. L. Möller, (Org.). *Bioética e responsabilidade*. (p.73-93). Rio de Janeiro: Forense.

Araoka, T., Belmonte, J. C. I., Campistol, J. M., Hatanaka, F., Liao, H. K., Lu, L. F. & O'Keefe, D.D. et al. (2017). In Vivo Target Gene Activation via CRISPR/Cas9-Mediated Trans-Epigenetic Modulation. *Cell*, 171(7), 1495-1507.

Ayala, P. A. (2011). *Devido processo ambiental e o direito fundamental ao meio ambiente*. Rio de Janeiro: Lumen Juris.

Azambuja, C. C. (2013). Ética e tecnociência. *Revista de Filosofia Aurora*, 25(36), 323-340.

Aznar, J., Hernández-Andreu, J. M. & Tatay, L. G. (2017). Mitochondrial modification techniques and ethical issues. *Journal of Clinical Medicine*, 6(3), 6-25.

Barcellos, A. P. (2015). Acesso à informação: os princípios da Lei nº 12.527/2011. *Quaestio Iuris*, 8(3), 1.741-1.759.

Bendixen, C., Bendixen, E., Danielsen, M. & Larsen K. (2010). Advances in porcine genomics and proteomics: a toolbox for developing the pig as a model organism for molecular biomedical research. *Brief Funct Genomics*, 9(208), 208-219.

Bhowmik, P., Haque, E., Hassan, M. M., Islam, T., Karim, M. R., Rahman, M. & Śmiech, M. et al. (2018). Application of CRISPR/Cas9 genome editing technology for the improvement of crops cultivated in tropical climates: recent progress, prospects, and challenges. *Front. Plant Sci*, 9(617).

Bode, N. M., Camarena, J., Charlesworth, C. T., Cieniewicz, B., Cromer, M. K., Dejene, B. & Deshpande, P. S. et al. (2018). Identification of pre-existing adaptive immunity to Cas9 proteins in humans. *BioRxiv*, 1-6.

Braverman, I. (2017a). Gene Drives, Nature, Governance: An Ethnographic Perspective. *University at Buffalo*



- School of Law Legal Studies Research, 17(6), 1-28.
- Braverman, I. (Ed.). (2017b). *Gene editing, law, and the environment: life beyond the human*. Londres: Routledge.
- Canotilho, J. J. G., Mendes, G. F., Sarlet, I. W., & Streck, L. L. (Coords.). (2013). *Comentários à Constituição do Brasil*. São Paulo: Saraiva; Almedina.
- Carvalho, A. C. P. V. (2010). *Construção e caracterização de um vírus Adeno-associado com expressão direcionada para células em divisão*. Dissertação (Mestrado em Biotecnologia), Universidade de São Paulo/ Instituto Butantan IPT, São Paulo.
- Chan, A. W. S. (2013). Progress and prospects for genetic modification of nonhuman primate models in biomedical research. *ILAR J.*, 54 (2013), 211-223.
- Charpentier, E., Chylinski, K., Doudna, J., Hauer, M., Fonfara, I. & Jinek, M. (2012). A programmable dual-RNA-guided DNA endonuclease in adaptive bacterial immunity. *Science*, 337(6096), 816-821.
- Dana, G. V., Kuiken, T., Rejeski, D. & Snow, A. A. et al. (2012). Synthetic biology: four steps to avoid a synthetic-biology disaster. *Nature*, 483(29), 1.
- Elguer, B. S., Heidari, R. & Shaw, D. M. (2017). CRISPR and the rebirth of synthetic biology. *Science and Engineering Ethics*, 23(2), 351-363.
- Farias, E. P. (2008). *Colisão de direitos: a honra, a intimidade, a vida privada e a imagem versus a liberdade de expressão e comunicação*. Porto Alegre: Fabris.
- Figueiredo, V. S. & Santos, W. J. L. (2013). Transparência e controle social na Administração Pública. *Temap*, São Paulo, 8(1), 1-20.
- Francis, R. C. (2015). *Epigenética: como a ciência está revolucionando o que sabemos sobre hereditariedade*. Rio de Janeiro: Zahar.
- Furtado, M. I. V. (2004). *Inteligência competitiva para o ensino superior privado: uma abordagem através da mineração de dados*. Tese (Doutorado em Engenharia Civil), UFRJ, Rio de Janeiro.
- Giannobile, W. V., Mishina, Y., Uang, J & Yu, N. (2018). Genome Editing: A new horizon for oral and craniofacial research. *Journal of Dental Research*, 98(24), 1-10.
- Goldim, J. R. (2015). Genetics and ethics: a possible and necessary dialogue. *J. Community Genet*, 6(3), 193-196.
- Goldim, J. R. & Lauxen, E. C. U. (2015). Intervenções genéticas em seres humanos: aspectos éticos e jurídicos. *Barbarói*, 45(1), 202-226.
- Gomes, C. A. (2007). *Risco e modificação do acto autorizativo concretizador de deveres de proteção do ambiente*. Tese (Doutorado em Direito), Universidade de Lisboa, Lisboa.
- Heinen, J. (2014). *Comentários à Lei de Acesso à Informação: Lei nº 12.527/2011*. Belo Horizonte: Editora Fórum.
- HFEA. Human Fertilisation and Embryology Authority (2011). *Scientific review of the safety and efficacy of methods to avoid mitochondrial disease through assisted conception*. Report provided to the Human Fertilisation and Embryology Authority. Recuperado em 08 junho, 2017, de [http://www.hfea.gov.uk/docs/2011-04-18\\_Mitochondria\\_review\\_-\\_final\\_report.PDF](http://www.hfea.gov.uk/docs/2011-04-18_Mitochondria_review_-_final_report.PDF).
- Jasanoff, S. (2012). *Science and Public Reason*. EUA: Routledge.
- Journal Editors and Authors Group (2003). Uncensored Exchange of Scientific Results. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 100(4), 1464.
- Kuiken, T. (2017). Vigilante Environmentalism: Are Gene Drives Changing How We Value and Govern Ecosystems? In: I. Braverman (ed.). *Gene Editing, Law, and the Environment: Life Beyond the Human*. (pp. 95-112). Londres: Routledge.
- Leite, J. R. M., Ayala, P. A. & Silveira, P. G. (2016). Estado de Direito Ambiental e Sensibilidade Ecológica: os Novos Desafios à Proteção da Natureza em um Direito Ambiental de Segunda Geração. In J. R. M. Leite e A. C. Wolkmer (org.). *Os "novos" direitos no Brasil: natureza e perspectivas: uma visão básica das novas conflitos jurídicas*. (pp. 223-260). São Paulo: Saraiva.
- Mariscal, C. & Petropanagos, A. (2016). CRISPR as a

driving force: the Model T of biotechnology. *Monash Biotech Rev.*, 24(2), 101-116.

Mathiesen, K. *Could a new plastic-eating bacteria help combat this pollution scourge?* Recuperado em 20 maio, 2017, de <https://www.theguardian.com/environment/2016/mar/10/could-a-new-plastic-eating-bacteria-help-combat-this-pollution-scourge>.

Montilla, J. A. M. Transparencia y acceso a la información en España. (2016). In: I. W. Sarlet et al. (Coord). *Acesso à informação como direito fundamental e dever estatal*. (pp. 53-69). Porto Alegre: Livraria do Advogado Editora.

Mukherjee, S. (2016). *O gene: uma história íntima*. Tradução de Laura Teixeira Motta. São Paulo: Companhia das Letras.

Ohlweiler, L. P. (2016). A efetividade do acesso às informações administrativas e o direito à boa administração pública: questões hermenêuticas sobre a transparência na administração pública e a Lei nº 12.527/2011. In I. W. Sarlet et al. (Coord). *Acesso à informação como direito fundamental e dever estatal*. (pp. 27-52). Porto Alegre: Livraria do Advogado Editora.

Parrington, J. (2016). *Redesigning life: how genome editing will transform the world*. Reino Unido: Oxford.

Pascual, G. D. (2006). *Derechos fundamentales y riesgos tecnológicos*. Madrid: Centro de Estudios Políticos y Constitucionales.

Petterle, S. R. (2007). *O direito fundamental à identidade genética na Constituição brasileira*. Porto Alegre: Livraria do Advogado Editora.

Petterle, S. R. & Sarlet, I. W. (2014). Liberdade de pesquisa científica como direito humano e fundamental e seus limites: a pesquisa com seres humanos e os parâmetros protetivos estabelecidos pelo direito internacional e sua recepção no Brasil. *Espaço Jurídico*, 15(1), 13-38.

Rezende, S. O., Marcacini, R. M. & Moura, M. F. (2011). O uso da mineração de textos para extração e organização não supervisionada de conhecimento. *Revista de Sistemas de Informação da FSMA*, 7(1), 7-21.

Sakai, J. & Galf, R. (2017). *Quase metade dos principais órgãos públicos brasileiros descumprem a Lei de Acesso à Informação*. Recuperado em 18 novembro, 2017, de [http://www.achadosepedidos.org.br/uploads/publicacoes/Relatorio\\_LAI\\_180917.pdf](http://www.achadosepedidos.org.br/uploads/publicacoes/Relatorio_LAI_180917.pdf).

Sarlet, I. W. & Molinaro, C. A. (2016). O direito à informação na ordem constitucional brasileira: breves apontamentos. In: SARLET, Ingo Wolfgang et. al. (Coord). *Acesso à informação como direito fundamental e dever estatal*. (pp. 11-26). Porto Alegre: Livraria do Advogado Editora.

Savulescu, J. & Douglas, T. (2010). Synthetic biology and the ethics of knowledge. *Journal of Medical Ethics*, 36(11), 687-693.

Schenker, A. (2003). *Graph-Theoretic Techniques for Web Content Mining*. EUA: PhD thesis, University of South Florida.

Schwab, K. (2016). *A quarta revolução industrial*. Tradução de Daniel Moreira Miranda. São Paulo: Edipro.

Université Paris-Sud 11. (2017). *CRISPRs web server*. Recuperado em 14 maio, 2017, de <http://crispr.i2bc.paris-saclay.fr>.

Zhao, J. (2019). Genome editing in large animals: current status and future prospects. *National Science Review*, 6(3), 402-420.

---

**Data de submissão:** 01/09/2018

**Data de Aceite:** 02/07/2020

---

---

## ANEXOS



## Anexo A - Íntegra da resposta da CAPES pela solicitação SIC – 23480021424201712

29/01/2018 Email [REDACTED]  
RES: Resposta Demanda SIC - 23480021424201712

[REDACTED] <[REDACTED]@capes.gov.br>

seg 09/10/2017 09:45

Para [REDACTED]

Prezado [REDACTED]

Complementando a resposta, Não é possível rastreamos projetos de pesquisa pela ferramenta que o pesquisador usa. No catálogo de teses há referências ao termo solicitado, no entanto não a tese ou dissertação lá inserida, pode ou não ter sido financiada pela CAPES.

Respeitosamente,

[REDACTED]

Coordenador de Comunicação Social  
CCS/CAPES  
61 2022 6217 – 61 9 8237 2111  
[REDACTED]@capes.gov.br

De: [REDACTED]  
Enviada em: segunda-feira, 9 de outubro de 2017 09:36  
Para: [REDACTED] <[REDACTED]@capes.gov.br>; [REDACTED] <[REDACTED]@capes.gov.br>  
Cc: [REDACTED] <[REDACTED]@capes.gov.br>; [REDACTED] <[REDACTED]@capes.gov.br>  
Assunto: Resposta Demanda SIC - 23480021424201712

Bom dia, [REDACTED]

Segue abaixo a resposta a sua solicitação SIC 23480021424201712:

\*Prezado [REDACTED]

Não é possível pesquisar por meio da ferramenta utilizada, como você cita. No entanto, é possível fazer a pesquisa pelo termo na página do Catálogo de Teses pelo link:  
<http://bancodeteses.capes.gov.br/banco-teses/#/>

Atenciosamente,  
SIC/CAPES

Em até 10 dias é possível impetrar recurso para análise do coordenador de Comunicação Social"

 [REDACTED] Analista em Ciência e Tecnologia  
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO 2022-6231 CCS

Setor Bancário Norte, Quadra 2, Bloco L, Lote 6, Edifício Capes, 11º andar - CEP: 70040-020, Brasília-DF

De: [REDACTED]  
Enviada em: sexta-feira, 15 de setembro de 2017 11:00

<https://outlook.live.com/owa/?path=/mail/search/tp> 1/3

29/01/2018 Email [REDACTED]  
Para: [REDACTED] <[REDACTED]@capes.gov.br>; [REDACTED] <[REDACTED]@capes.gov.br>  
Cc: [REDACTED] <[REDACTED]@capes.gov.br>; [REDACTED] <[REDACTED]@capes.gov.br>  
Assunto: Inserção de demanda no sistema e-SIC

Prezado [REDACTED]

Informamos que a sua demanda foi cadastrada no sistema e-Sic, com prazo para resposta para o dia 9/10. De qualquer forma, enviaremos a resposta ao seu questionamento por e-mail também.

Atenciosamente,

 [REDACTED] Analista em Ciência e Tecnologia  
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO 2022-6231 CCS

Setor Bancário Norte, Quadra 2, Bloco L, Lote 6, Edifício Capes, 11º andar - CEP: 70040-020, Brasília-DF

De: Presidência da CAPES  
Enviada em: sexta-feira, 8 de setembro de 2017 13:57  
Para: Comunicação/Capes <[REDACTED]@capes.gov.br>  
Assunto: Requerimento de informações (Lei 12.527/2011)

Prezados Senhores,

Boa Tarde. De ordem, solicitamos a gentileza de nos auxiliar no sentido de encaminhar esta demanda ao Setor Competente.

Atenciosamente,

Marta

 [REDACTED] ASS. TÉCNICO III  
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO 2022-6002 Presidência - Gabinete

Setor Bancário Norte, Quadra 2, Bloco L, Lote 06, CEP 70040-020 - Brasília, DF - CEP: 70040-020, Brasília - DF

De: [REDACTED]  
Enviada em: sexta-feira, 8 de setembro de 2017 13:06  
Para: Presidência da CAPES <[REDACTED]@capes.gov.br>; faleconosco <[REDACTED]@capes.gov.br>  
Assunto: Requerimento de informações (Lei 12.527/2011)

Ilmo. Sr. Diretor Presidente da CAPES, Prof. Dr. Abilio Afonso Baeta Neves

Eu, [REDACTED], portador do CPF nº [REDACTED], residente e domiciliado em [REDACTED] e com endereço à Rua [REDACTED], nº 29, Apto. 307, com fundamento no art. 5º, inc. XXXIII, da Constituição Federal e no artigo 11 e ss. da Lei 12.527/2011 (Lei de Acesso a Informações Públicas), dirijo-me respeitosamente a Vossa Senhoria, com o objetivo de apresentar a seguinte

<https://outlook.live.com/owa/?path=/mail/search/tp> 2/3

29/01/2018 [REDACTED]

REQUERIMENTO DE INFORMAÇÕES

relacionadas ao acesso de pesquisas científicas financiadas pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES).

O Requerente solicita informações sobre todos os projetos de pesquisa financiados pela CAPES sobre a ferramenta de edição genética pelo sistema CRISPR/Cas9, com título do projeto, resumo, instituição sede, vigência e nome do pesquisador.

Solicito que as informações sejam fornecidas em formato digital, se disponíveis, conforme estabelece o artigo 11, § 5º, da lei 12.527/2011. Para o recebimento da resposta, comunico o seguinte endereço eletrônico: [REDACTED]

Em cumprimento ao artigo 11 da lei 12.527/11, o acesso (e eventualmente cópia) às informações requisitadas deve ser concedido de imediato. Não sendo possível conceder o acesso imediato, peço que a resposta, em conformidade com o § 1º do artigo supra, seja expedida em até 20 dias corridos, contados do protocolo deste requerimento junto à CAPES.

Na eventualidade de as informações solicitadas não serem fornecidas, requeiro que seja apontada a razão da negativa (art. 11, § 1º, inc. ii, da lei 12.527/11), bem como, se for o caso, eventual grau de classificação de sigilo (ultrassecreto, secreto ou reservado), nos termos do artigo 24, § 1º, da Lei 12.527/2011.

Desde logo agradeço pela atenção.

Aguardo confirmação de recebimento e peço deferimento.

Att.,

[REDACTED]

<https://outlook.live.com/owa/?path=/mail/search/tp> 3/3

**Anexo B - Íntegra da resposta da FAPERGS pela solicitação SIC – 17837**

29/01/2018

Acesso à informação - Resposta

Data: 06-10-2017 [17:22:37 -03]  
De: [REDACTED]@fapergs.rs.gov.br  
Para: [REDACTED]  
Assunto: Acesso à informação - Resposta

Prezada(o) Cidadã(o):

Em resposta à sua solicitação, conforme detalhada abaixo, comunicamos o retorno a seguir:

17837

## DEMANDA

ASSUNTO: Acesso à informação - Resposta

UNIVERSIDADES, PESQUISAS, CURSOS E ESTÁGIOS: REQUERIMENTO DE INFORMAÇÕES relacionadas ao acesso de pesquisas científicas financiadas pela Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio Grande do Sul (FAPERGS). O Requerente solicita informações sobre todos os projetos de pesquisa financiados pela FAPERGS sobre a ferramenta de edição genética pelo sistema CRISPR/Cas9, com título do projeto, resumo, instituição sede, vigência e nome do pesquisador. Solicito que as informações sejam fornecidas em formato digital, se disponíveis, conforme estabelece o artigo 11, § 5º, da Lei 12.527/2011. Para o recebimento da resposta, comunico o seguinte endereço eletrônico: luan@rodrigues-advogado.adv.br. Em cumprimento ao artigo 11 da Lei 12.527/11, o acesso (e eventualmente cópia) às informações requisitadas deve ser concedido de imediato. Não sendo possível conceder o acesso imediato, peço que a resposta, em conformidade com o § 1º do artigo supra, seja expedida em até 20 dias corridos, contados do protocolo deste requerimento junto à FAPERGS. Na eventualidade de as informações solicitadas não serem fornecidas, requero que seja apontada a razão da negativa (art. 11, § 1º, inc. II, da Lei 12.527/11), bem como, se for o caso, eventual grau de classificação de sigilo (ultrassecreto, secreto ou reservado), nos termos do artigo 24, § 1º, da Lei 12.527/2011. Desde logo agradeço pela atenção.

## DEMANDANTE

PESSOA: [REDACTED]

TELEFONE: [REDACTED]

E-MAIL: [REDACTED]

ENDEREÇO: [REDACTED]

## RESPOSTA

Prezado(a) Senhor(a). Relativo ao seu pedido de informação ao Governo do Estado do Rio Grande do Sul, informamos que os projetos de pesquisa financiados pela FAPERGS, que utilizam a ferramenta de edição genética pelo sistema CRISPR/Cas9, são os seguintes:

- 1) Título do Projeto: Sistema de edição genômica CRISPR-Cas9 em zebrafish para desenvolvimento de modelos complementares da Doença de Alzheimer.  
Quanto ao resumo do projeto, a FAPERGS não possui esta informação, por se tratar de um Edital de Bolsa Institucional- PROBIT/FAPERGS/2015-2016, sendo que o projeto não tramita internamente pela FAPERGS. Instituição sede: Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul - Faculdade de Biociências  
Vigência: agosto de 2015 a julho de 2016  
Pesquisador coordenador: Mônica Ryff Moreira Roca Vianna
- 2) Título do Projeto: Integração do Sistema CRIS-PITCH com RNAi e microhomologia medida por CRISPR-Cas9 para a inserção do sítio-dirigida no genoma bovino de vetor de expressão na glândula mamária para a produção do Fator IX humano de coagulação sanguínea (FIX).  
Quanto ao resumo do projeto, a FAPERGS não possui esta informação, por se tratar de um Edital de Bolsa Institucional- PROBIT/FAPERGS/2016-2017, sendo que o projeto não tramita internamente pela FAPERGS. Instituição sede: Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul - Faculdade de Farmácia  
Vigência: agosto de 2016 a julho de 2017  
Pesquisador coordenador: Luciana Reilly Bertolini

Algumas orientações importantes:

- Se a resposta for o indeferimento ao pedido de acesso à informação ou não apresentar as razões da negativa ao acesso, comunicamos que é possível solicitar o reexame da demanda dentro do prazo de 10 (dez) dias, a contar do recebimento dessa mensagem eletrônica.
- O pedido de reexame da demanda deverá ser feito, pelo próprio cidadão, no formulário apresentado [aqui](#).

[http://108.167.188.85:2095/cpsess6118654592/horde/imp/view.php?view\\_token=auYqvVYIMA\\_qJSXRkZ48wu&actionID=print\\_attach&buid=1781...](http://108.167.188.85:2095/cpsess6118654592/horde/imp/view.php?view_token=auYqvVYIMA_qJSXRkZ48wu&actionID=print_attach&buid=1781...) 1/2

29/01/2018

Acesso à informação - Resposta

devido fundamentar de maneira clara e objetiva quais itens da resposta não atendem satisfatoriamente sua solicitação, incluindo o esclarecimento daquilo que poderia ser respondido pela Administração Pública Estadual e foi negado.

- Após o recebimento do pedido de reexame, a autoridade máxima do órgão terá um prazo de 10 (dez) dias para reexaminar e responder. A resposta será enviada também por meio deste e-mail.

Atenciosamente,

Casa Civil

[Central de Informação](#)

Esta mensagem, incluindo quaisquer anexos, é de acesso restrito e destina-se, exclusivamente, à pessoa ou entidade para a qual foi endereçada. Se você a recebeu indevidamente, por favor, elimine-a e informe o equívoco ao emitente imediatamente. O uso não autorizado do conteúdo da mensagem ou anexos é proibido e sujeito o infrator às penalidades cabíveis.

[http://108.167.188.85:2095/cpsess6118654592/horde/imp/view.php?view\\_token=auYqvVYIMA\\_qJSXRkZ48wu&actionID=print\\_attach&buid=1781...](http://108.167.188.85:2095/cpsess6118654592/horde/imp/view.php?view_token=auYqvVYIMA_qJSXRkZ48wu&actionID=print_attach&buid=1781...)



Este artigo encontra-se licenciado com uma  
Licença Creative Commons - Atribuição 4.0 Internacional

NOVAS BIOTECNOLOGIAS E RECUPERAÇÃO DE  
INFORMAÇÕES: um estudo empírico acerca do estado da arte da  
biotecnologia CRISPR/Cas9 na base de dados das agências  
de fomento CAPES, CNPq, FAPERGS e FAPESP

Luan Christ Rodrigues