

**PROJETO GENOMA HUMANO E MANIPULAÇÃO GENÉTICA: PANORAMA HISTÓRICO,
APLICAÇÕES E ANÁLISE DE CASOS SEGUNDO A MEDICINA, O DIREITO E A BIOÉTICA**

*Human Genome Project and Genetic Manipulation: historical overview, applications
and case analysis according to Medicine, Law and Bioethics*



Antonio Evangelista de Souza Netto¹¹⁶



Flávia Jeanne Ferrari¹¹⁷

¹¹⁶ Juiz de Direito Titular de Entrância Final do Tribunal de Justiça do Estado do Paraná. Diretor-Geral do Fórum. Juiz Eleitoral Titular da 69 Zona Eleitoral do Tribunal Regional Eleitoral do Paraná. Diretor do Fórum Eleitoral. Membro da Comissão Permanente de Segurança do Tribunal Regional Eleitoral do Paraná. Pós-doutor em Direito pela Universidade de Salamanca - Espanha. Pós-doutor em Direito pela Università degli Studi di Messina - Itália. Pós-doutor em Direito pelo Centro Universitário Curitiba (UNICURITIBA) - Brasil. Pós-doutor em Direito pela Universidade de Coimbra - Portugal. Professor.

¹¹⁷ Doutoranda e Mestre em Direito Empresarial e Cidadania pelo Centro Universitário Curitiba-UNICURITIBA. Analista de licitação. Pregoeira. Advogada inscrita na OAB-PR. Presidente da Comissão de Direito Militar da Subseção OAB-Lapa-PR. Coordenadora da ESA da Subseção OAB-Lapa-PR. Secretária-Geral da Associação Comercial Industrial Agropecuária da Lapa - ACIAL Gestão 2024 - 2026. Professora. Registro ORCID: 0000-0002-3990-7633. Lattes: [//lattes.cnpq.br/1064406440921045](http://lattes.cnpq.br/1064406440921045). Email: flaviajeane.ferrari@hotmail.com



Suellen Cristina Figueiredo¹¹⁸



Hellen Cristina Figueiredo¹²⁰

a

r

i

119

¹¹⁸ Graduada do curso de medicina na Universidade Federal da Integração Latino-Americana (UNILA). Participa do Grupo de Pesquisa de Direito Médico e Bioética da Universidade de São Paulo de Ribeirão Preto (USP-RP). Formação como Especialista em Controle do Tráfego Aéreo pela Escola de Especialistas de Aeronáutica EEAR - Força Aérea Brasileira (FAB). Lattes: <http://lattes.cnpq.br/0471478877752676>

¹²⁰ Advogada. Mestranda em Ciências Aeroespaciais na Universidade da Força Aérea. Membro ativo da Associação Brasileira de Estudos de Defesa (ABED). Lattes: <http://lattes.cnpq.br/0785878561583614>

O artigo aborda o Projeto Genoma Humano (PGH), a manipulação genética e suas implicações sob as perspectivas da Medicina, do Direito e da Bioética.

O PGH, iniciado em 1990, visava mapear e sequenciar o genoma humano, trazendo avanços significativos para a medicina preditiva e a compreensão de doenças genéticas. No entanto, o uso indiscriminado da genética, especialmente por biohackers, levanta preocupações éticas e jurídicas devido à falta de legislação específica e aos riscos de manipulações genéticas amadoras. A medicina preditiva, impulsionada pelo PGH, permite a identificação precoce de genes relacionados a doenças como Parkinson, Alzheimer, hemocromatose e fibrose cística, possibilitando tratamentos mais eficazes. A aplicabilidade da genética se estende ao cotidiano, como no "Teste do Pezinho" e na identificação de predisposições genéticas para dislipidemia e hipertensão. Contudo, o uso indiscriminado da genética por biohackers e cientistas, como nos casos de Josiah Zayner e He Jiankui, revela a necessidade de regulamentação e fiscalização. A manipulação genética amadora e a edição de genes em embriões humanos levantam questões sobre o direito à vida, a segurança dos indivíduos e as consequências a longo prazo dessas práticas. O artigo destaca a importância de princípios éticos e jurídicos para orientar as pesquisas genéticas, como a promoção do bem-estar, a transparência, o cuidado, a responsabilidade científica, o respeito pelas pessoas, a justiça e a cooperação transnacional. No Brasil, a falta de legislação específica é suprida por normas constitucionais, penais, civis e pela Lei de Biossegurança, mas a crescente disseminação de kits de manipulação genética exige regras mais claras e específicas. A análise de casos como o de He Jiankui, condenado por prática ilegal da medicina, e as perspectivas russas sobre o uso militar da manipulação genética evidenciam a necessidade de um debate global sobre os limites éticos e jurídicos da manipulação genética. O artigo conclui que é preciso equilibrar o progresso científico com a proteção da vida humana, evitando que a manipulação genética se transforme em uma arma biológica ou militar.

PALAVRAS-CHAVE: Projeto Genoma Humano; Manipulação Genética; Bioética; Direito; Saúde.

This article discusses the Human Genome Project (HGP), genetic manipulation, and its implications from the perspectives of Medicine, Law, and Bioethics. The HGP, initiated in 1990, aimed to map and sequence the human genome, bringing significant advances to predictive medicine and the understanding of genetic diseases. However, the indiscriminate use of genetics, especially by biohackers, raises ethical and legal concerns due to the lack of specific legislation and the risks of amateur genetic manipulations. Predictive medicine, driven by the HGP, allows for the early identification of genes related to diseases such as Parkinson's, Alzheimer's, hemochromatosis, and cystic fibrosis, enabling more effective treatments. The applicability of genetics extends to everyday life, as in the "Heel Prick Test" and in the identification of genetic predispositions for dyslipidemia and hypertension. However, the indiscriminate use of genetics by biohackers and scientists, as in the cases of Josiah Zayner and He Jiankui, reveals the need for regulation and oversight. Amateur genetic manipulation and gene editing in human embryos raise questions about the right to life, the safety of individuals, and the long-term consequences of these practices. The article highlights the importance of ethical and legal principles to guide genetic research, such as the promotion of well-being, transparency, care, scientific responsibility, respect for people, justice, and transnational cooperation. In Brazil, the lack of specific legislation is made up for by constitutional, criminal, and civil norms and the Biosafety Law, but the increasing dissemination of genetic manipulation kits requires clearer and more specific rules. The analysis of

cases such as that of He Jiankui, convicted of illegal practice of medicine, and Russian perspectives on the military use of genetic manipulation highlight the need for a global debate on the ethical and legal limits of genetic manipulation. The article concludes that it is necessary to balance scientific progress with the protection of human life, preventing genetic manipulation from becoming a biological or military weapon.

KEYWORDS: *Human Genome Project; Genetic Manipulation; Bioethics; Law; Health.*

INTRODUÇÃO

Dissertar sobre o Projeto Genoma Humano, Manipulação Genética, Direitos e Bioética requer profundos conhecimentos técnicos e históricos aquém dos aqui brevemente expostos.

A temática, que para alguns parece um tanto quanto discreta ou retraída, evidencia mais do que nunca sua grande importância diante de seus desdobramentos recentes, como não raro vemos noticiados na mídia popular ou até mesmo por abordagens levianas em serviços de streaming. Vão de experimentos "inocentes", sob o pretexto de se aprender sobre ciência, os forjados de “boas intenções” para salvar vidas ou erradicar doenças, até aqueles que visam a substituição de órgãos e partes vitais por maquinaria tecnológica com a finalidade de se ter alguma vantagem pessoal ou militar.

Mas a quem pertence o direito da manipulação da vida? Até onde nos é permitido, sob qualquer forma, manipular um ser humano? Quais são as consequências a curto, médio e longo prazo dessas ações?

Em 1902, o médico canadense William Osler, considerado o pai da Medicina Moderna, proferiu as seguintes palavras:

“Arrancar da natureza os segredos que deixaram os filósofos perplexos em todas as épocas, rastrear

até suas fontes as causas das doenças, correlacionar as vastas reservas de conhecimento, para que possam estar rapidamente disponíveis para a prevenção e cura das doenças – essas são nossas ambições”.

Todavia, é preciso pensar e pesar tais ambições para que não transformemos a ciência em uma arma humana letal. Ou pior, para que não tornemos o ser humano em uma arma biológica. (STONE, 2003).

Dessa forma, o presente estudo visa incitar a discussão sobre a temática abordando, para tal, o que foi o Projeto Genoma Humano, seus resultados no campo da saúde, a aplicabilidade da genética nos dias atuais, seu uso indiscriminado e as implicações jurídicas da sua manipulação à luz do Direito e da Bioética.

1 O PROJETO GENOMA HUMANO

O entendimento total da complexidade humana é, indubitavelmente, um dos grandes enigmas que a ciência procura desvendar desde os primórdios da Genética. Entender o funcionamento humano, bem como o próprio meio externo pode influenciar e permitir ao homem a capacidade de diferenciar-se de seus pares ao longo das gerações, é um dos campos mais intrigantes e promissores da medicina.

Não obstante, há pouco mais de três décadas, o desejo de se desvendar o “manual de

instruções do ser humano” motivou uma das iniciativas mais ousadas da história da genética: o Projeto Genoma Humano.

A ideia, que começou em meados da década de 80, após uma série de eventos e debates realizados envolvendo o tema, suscitou o desejo de ir além por parte de algumas instituições envolvidas.

Dentre elas, destacam-se como pioneiras a Academia Nacional de Ciências (NAS), o Instituto Nacional de Saúde (NIH) e o Departamento de Energia (DOE) dos Estados Unidos da América, que após ter o apoio de seu Congresso, pôde finalmente dar início aos trabalhos. Algum tempo depois, renomadas universidades e diversas empresas privadas e estatais de mais de dezoito países apoiariam a causa, criando-se, então, um consórcio internacional para esse fim (NATIONAL INSTITUTES OF HEALTH, 2019).

Porém, é somente em 1990, que o estágio inicial de planejamento do projeto foi finalmente concluído e publicado, trazendo um plano de pesquisa de quinze anos com objetivos claros e um orçamento estimado em três bilhões de dólares. Dentre as metas, que mais tarde foram revistas e aprimoradas, estavam: i) o mapeamento e sequenciamento do genoma humano; ii) o mapeamento e sequenciamento do DNA de organismos modelo; iii) o mapeamento físico; iv) o estabelecimento da variação na sequência humana; v) o desenvolvimento de recursos para coletar, armazenar, distribuir e analisar os dados produzidos; vi) a criação de tecnologias apropriadas necessárias para alcançar esses objetivos e, por fim, vii) redução de custos na linha

de pesquisa genômica (COLLINS; MORGAN; PATRINOS, 2003; NATIONAL INSTITUTES OF HEALTH, 2019).

Dessa forma, o projeto iniciou-se, oficialmente, no dia 1º de outubro de 1990, nos Estados Unidos, contando com a participação de pesquisadores da Alemanha, China, França, Japão e Reino Unido. Dava-se início à chamada “Era Genômica” (FLÓRIA-SANTOS; NASCIMENTO, 2006; NATIONAL INSTITUTES OF HEALTH, 2019).

Todavia, é de suma importância salientar que, ainda em 1989, anterior ao início das pesquisas e sob a orientação do Comitê Consultivo do Programa sobre o Genoma Humano, é criado o Grupo de Trabalho ELSI (o Grupo de Trabalho Conjunto NIH-DOE sobre Implicações Éticas, Legais e Sociais da Pesquisa do Genoma Humano).

Já em 1990, é publicado o primeiro relatório, no qual o referido grupo assente sobre sua responsabilidade, no que tange antecipar e abordar as implicações do mapeamento e sequenciamento do genoma humano para os indivíduos e sociedade (NATIONAL INSTITUTES OF HEALTH, 2019).

Ao longo de seus trabalhos, o Grupo ELSI intermediou várias discussões políticas iniciais, desenvolveu e propôs opções de abordagem e sugeriu recomendações sobre a temática a nível global.

Além disso, promoveu consultoria e supervisão aos programas de pesquisa acerca não apenas das questões relacionadas à genética, mas também daquelas consideradas emergentes na época, como o xenotransplante, que é a denominação dada ao transplante de órgãos entre

diferentes espécies, e pesquisas envolvendo portadores de deficiências cognitivas (NATIONAL INSTITUTES OF HEALTH, 2019).

Com todas as regras iniciais estabelecidas e início dos trabalhos, não tardou para que o primeiro grande feito do Projeto Genoma Humano fosse divulgado. Em 1994, um ano antes do previsto pelo cronograma interno, os pesquisadores foram capazes de estabelecer os mapas de ligação genética, considerados a primeira e principal ferramenta para o rastreamento dos genes causadores de uma determinada doença. Utilizando as próprias palavras do geneticista Ph.D. Richard Gibbs, um dos primeiros colaboradores do Projeto Genoma e líder de uma das frentes de estudo do sequenciamento genético, “a necessidade acelerou a revolução”. Isso porque o projeto foi o pano de fundo para o desenvolvimento de diversas áreas de conhecimento, como por exemplo, a revolução da internet, que em 2000 permitia que todas as frentes de estudo já se conectassem e trocassem informações através dessa tecnologia, ou do próprio crescimento da biologia computacional, que alavancou uma geração de especialistas em bioinformática (GIBBS, 2020; NATIONAL INSTITUTES OF HEALTH, 2019).

Em fevereiro de 2001, um time de quase três mil pesquisadores publicou, na revista americana Nature, o que foi chamado de primeiro rascunho do projeto, um arcabouço que continha nada menos que três bilhões de pares de bases do genoma humano, o correspondente a cerca de 90% da composição humana. Em 2003, dois anos antes do prazo final, o Projeto Genoma Humano é

declarado finalizado, tendo entregue, ao final, 99% do genoma eucromático, que foi publicado no ano de 2004 também pela revista Nature (NATIONAL INSTITUTES OF HEALTH, 2019).

É válida também a observação de que o genoma eucromático não corresponde, na íntegra, a todo genoma humano, mas cerca de 90% de seu sequenciamento. Dessa forma, não tendo entregue a totalidade do mapeamento genético, bem como não alcançando total êxito no que se refere à descoberta de certas doenças genéticas, o projeto foi alvo de duras críticas, oriundas de parte do meio científico, sendo taxado por alguns como um projeto fracassado (GIBBS, 2020; LATHAM, 2011; LEITE, 2006; SESARDIC, 1993).

Todavia, é preciso ver além e reconhecer que, mesmo não tendo alcançado todas as suas metas, tendo sido elas superestimadas ou não, muito se descobriu e se evoluiu a partir dos primeiros passos galgados pelo Projeto Genoma Humano.

2 A IMPORTÂNCIA DOS RESULTADOS DO PROJETO GENOMA HUMANO PARA A MEDICINA

A medicina inaugurou uma nova era com o “Projeto Genoma Humano”. Este, que se autointitulou como o “Livro da Vida”, prometia o conhecimento do ser humano como um todo, do nascer ao morrer. Isso permitiria não somente a descoberta daqueles genes e sequenciamentos responsabilizados por doenças especificamente genéticas, mas também propiciando o que chamamos hoje de medicina preditiva. Esta

combina variáveis, como condições biológicas, hábitos e estilo de vida, e calcula a probabilidade de esse indivíduo desenvolver determinadas doenças (ASTONI-JÚNIOR; IANNOTTI, 2012; LEE, 2021).

Em linhas gerais, a medicina preditiva é, idealmente, a possibilidade de prever para prevenir, e tem no diagnóstico genético a área de maior ação através de terapia genética, a clonagem e a utilização de embriões para pesquisa (GONÇALVES; PAIVA, 2017; MATTE; GOLDIM, 1998).

Quanto ao posicionamento da comunidade médica atual, em relação às possibilidades trazidas pelo Projeto Genoma, não encontraremos uma unanimidade. Isso porque alguns profissionais se deparam com diversos aspectos éticos, étnicos e morais acerca do assunto. Mas, no geral, a grande maioria das produções científicas encontradas hoje rege a favor da perpetuação desse estudo. Isso porque, apesar de ter sido apontado lá atrás por algumas entidades como um projeto fracassado e não ter entregado tudo o que prometeu, trouxe resultados importantíssimos para esse campo, permitindo, ainda nos dias atuais, importantes avanços para a medicina.

Um exemplo é a contribuição do médico Ph.D. e diretor do Instituto Nacional de Pesquisa do Genoma Humano, Francis S. Collins, que publicou no *The New England Journal of Medicine*, em 1999, o artigo intitulado *Medical and Societal Consequences of the Human Genome Project* (Consequências Médicas e Sociais do Projeto Genoma Humano). Nele, o autor cita a

importância do Projeto Genoma para a compreensão da Doença de Parkinson, o que foi permitido pelo isolamento de genes, especificamente a proteína alfa-sinucleína, encontrada principalmente na porção pré-sináptica dos neurônios.

Através desse isolamento, descobriu-se que a mutação desse gene, que ocorre por conta de um processo de proteólise (quebra proteica), determina a doença de Parkinson.

Apesar de, ainda hoje, não termos uma cura para o Parkinson e não entendermos ao certo o porquê a doença ocorre, pacientes em uso de certas medicações, que agem nesse foco, apresentaram retardo na progressão da doença, além da redução dos sintomas. Esse resultado representa não só um avanço para a medicina, como também um enorme ganho para os pacientes que podem se beneficiar do achado.

A descoberta do processo proteolítico a nível cerebral também permitiu a correlação e constatação do seu envolvimento no processo patológico do Alzheimer, da Doença de Huntington e da Ataxia Espinocerebelar, todas doenças neurodegenerativas hereditárias. Essa descoberta permitiu um melhor direcionamento para o estudo e compreensão de cada patologia, além de aprimorar condutas que melhoram a qualidade de vida dos afetados em algum nível (COLLINS, 1999).

Em adendo, dando continuidade aos estudos iniciados no Projeto Genoma Humano, em 2017, a Food and Drug Administration (FDA), a agência federal do Departamento de Saúde e Serviços Humanos dos Estados Unidos, aprovou o

uso de um novo medicamento para Doença de Huntington após resultados positivos ao seu uso, conforme estudo liderado pelo Grupo de Estudo Huntington (HUNTINGTON STUDY GROUP, 2017).

Outra descoberta citada no artigo de Collins refere-se à alteração do Gene HFE, mutação responsável pelo desenvolvimento da chamada hemocromatose. A patologia, que decorre das alterações no metabolismo do ferro, faz com que o organismo acumule o íon em diversos órgãos, culminando em sintomas multissistêmicos e que, se não tratado precocemente, pode levar o indivíduo a óbito. Dessa forma, a descoberta prematura do gene defeituoso permite evitar as diversas consequências da doença, que podem ser silenciosas em seu início, tais como o diabetes mellitus, neuropatias, cirrose hepática, cardiopatias, doenças reumáticas e outras. Por sorte, o problema pode ser facilmente remediado com um procedimento chamado flebotomia ou sangria, ou seja, a drenagem de um pouco desse sangue para diminuição das taxas de ferro no organismo.

Em outro artigo publicado em 2007, na revista *Scientific American*, de autoria da médica Ph.D. Anna D. Barker e pelo supramencionado Dr. Collins, intitulado *Mapping the cancer genome* (Mapeamento do Genoma do Câncer), é evidenciada a importância do projeto para a construção do chamado Atlas do Genoma do Câncer (*The cancer genome atlas - TCGA*), que, apesar de não ter sido finalizado, permitiu a descoberta de mais de 20 mil genes relacionados

a cânceres primários, que correspondem, atualmente, a 33 tipos de cânceres diferentes.

Dentre eles, podemos citar o gene BRCA1/BRCA2, relacionado ao câncer de mama precoce, descritos por um grupo de cientistas, em 2005, na *Revista Internacional de Medicina Molecular*. Esse gene, que também está relacionado com o câncer de ovário, foi descoberto em 1990 e seus resultados aprimorados ao longo do projeto (MAGUIRE et al., 2005).

Outro exemplo de como a medicina se beneficiou e ainda se beneficia do Projeto Genoma Humano é quando abordamos o tema fibrose cística, considerado o avanço mais significativo no campo da genética em 50 anos.

Sob a liderança do geneticista Ph.D. Lap-Chee Tsui, um grupo de pesquisadores descobriu o gene denominado CFTR, que contém as variantes responsáveis pelo desenvolvimento da doença. O gene, mais tarde, foi também associado pelo grupo à infertilidade masculina, pancreatite e asma (BONETTA, 2002; CANADIAN MEN'S HEALTH FOUNDATION, 2012).

Em 2012, a FDA aprovou o primeiro medicamento para um grupo de pacientes portadores de fibrose cística e, atualmente, já temos remédios de nova geração que amenizam os sintomas e reduzem complicações da doença, permitindo uma melhor qualidade de vida para os pacientes (CYSTIC FIBROSIS FOUNDATION, 2012).

Dessa forma, tem-se no mapeamento genético um novo mundo de oportunidades quanto à compreensão dos componentes genéticos de diversas doenças e distúrbios

complexos, resultantes da interação do ambiente, estilo de vida e os pequenos efeitos de muitos genes.

Dentre elas, meta ainda em aberto para o campo da saúde, a possibilidade de uma medicina individualizada (COLLINS, 1999).

A ideia de uma individualização no tratamento tem como premissa a subclassificação das doenças, conforme a condição de cada indivíduo. Por exemplo, indivíduos diagnosticados com Alzheimer que possuem um subtipo específico do gene da doença são menos responsivos a certos tipos de drogas utilizadas para aqueles pacientes com o mesmo diagnóstico, porém que não apresentam o mesmo subtipo genético. Essa possibilidade reduz a ocorrência de reações tóxicas causadas por certos grupos de fármacos e ainda permite uma melhor resposta do seu usuário.

Além disso, a iniciativa enseja o desenvolvimento da farmacogenômica, que pode usar as informações sobre a variação genética para prever respostas e promover terapias medicamentosas mais adequadas a cada paciente. Ressalta-se que, desde 1982, mais de cinquenta medicamentos baseados em genes foram disponibilizados para uso clínico nos Estados Unidos, muitos deles utilizados para o tratamento de câncer, cardiopatias, acidente vascular encefálico, diabetes e muitas vacinas (COLLINS, 1999).

Portanto, o Projeto Genoma Humano fez grandes contribuições para a medicina e, apesar de o projeto ter sido finalizado, os estudos continuaram e continuam avançando. Vale

ressaltar que a sequência do genoma humano foi novamente mapeada e disponibilizada, porém agora de forma integral, conforme divulgado em março de 2022 pela revista Scientific American. Se o mapeamento não fornece todas as respostas, ao menos nos permite cada vez mais trilhar rumo a uma era de melhores condições de saúde e bem-estar à sociedade (GREEN, 2022).

3 A APLICABILIDADE E OS RESULTADOS DA GENÉTICA NO NOSSO DIA A DIA

Falar e pensar sobre genética pode parecer muito distante ou inatingível para milhares de pessoas, afinal, o tema remete quase sempre à ideia de doenças que parecem ter uma conotação de raridade e/ou demandam o peso de um diagnóstico incurável. Todavia, sua aplicação é muito mais comum do que se imagina.

O próprio teste de triagem neonatal com análises genéticas e bioquímicas associadas, o popular “Teste do Pezinho”, é um exemplo desse uso. A testagem, que é tida como obrigatória no Brasil e realizada em todos os recém-nascidos, faz parte de uma triagem neonatal que permite rastrear diversas doenças. É realizado de forma gratuita pelo Sistema Único de Saúde (SUS) e tem capacidade de identificar entre seis e doze doenças genéticas, a depender do estado em que é realizado.

No entanto, é possível encontrar atualmente laboratórios particulares no país que já oferecem exames com a capacidade de identificar uma gama de 300 doenças potencialmente tratáveis e podem ter seu curso natural modificado, quando identificadas precocemente. Infelizmente, essa última opção

refere-se a um recurso com preço pouco atraente e acessível para a maior parte da população (BRASIL, 2021; DLE COLLECT, 2021).

Outro exemplo de como as alterações genéticas podem estar presentes em nosso dia é através dos casos de dislipidemia, o conhecido “colesterol alto” ou “excesso de gordura no sangue”. Estudos demonstram que, entre 40 e 60% dos casos, a doença pode estar relacionada a alterações genéticas. Dessa forma, tendo-se por base que o desencadeamento da doença é progressivo e tem seu processo de desenvolvimento ainda na infância, a detecção precoce desse grupo de genes permitiria uma melhor abordagem e cuidados pelos indivíduos afetados (GARCÍA-GIUSTINIANI; STEIN, 2016).

Assim como a dislipidemia, a Hipertensão Arterial Sistêmica (HAS), ou “pressão alta”, também representa um grande problema de saúde pública. No entanto, apesar de o componente genético por si só representar apenas uma pequena parcela dos casos de hipertensão, há evidências de que o meio externo pode influenciar e alterar os genes correlacionados com a doença. Nesse contexto, cientistas associam muitos genes à patologia, porém, descobertas revelaram o *STK39* (serina-treonina quinase), o primeiro gene de suscetibilidade da hipertensão, que faria do paciente sal-sensível, ou seja, mais intolerante ao consumo de sal que outros indivíduos, que não possuem o gene (BOMBIG; FRANCISCO; MACHADO, 2014; FUNDAÇÃO DE AMPARO À PESQUISA DO ESTADO DE SÃO PAULO, 2008; LOPES, 2014).

É importante frisar que as Doenças Crônicas Não Transmissíveis (DCNT) correspondem a 72% das causas de óbito por ano no Brasil, sendo 30% delas devido às doenças cardiovasculares, como a dislipidemia e a hipertensão arterial (MATOS, 2022).

No presente contexto, a Genética faz-se presente em nosso cotidiano e, por outro lado, também demanda mais conhecimento por parte dos menos esclarecidos, para que a medicina preditiva possa ser colocada em seu devido lugar de destaque e fornecer uma melhora significativa da qualidade da saúde populacional.

4 O USO INDISCRIMINADO DA GENÉTICA NOS DIAS ATUAIS

Se, por um lado, o conhecimento da genética nos permite progredir rumo ao desenvolvimento no campo da saúde, por outro, há uma nova tendência bastante preocupante no que diz respeito ao seu uso para o benefício próprio de grupos restritos. Essa tendência, que vem ganhando cada vez mais força e chamando a atenção das autoridades para o assunto, ainda perdura na falta de legislação sobre o tema, permitindo os mais diferentes tipos de atrocidades, a partir da manipulação genética indiscriminada.

Frente a essa nova tendência, estão os chamados biohackers, biólogos moleculares amadores que testam em si, ou em outros seres, técnicas para aprimoramento físico e/ou mental, utilizando-se dos mesmos equipamentos que um profissional, mas sem se submeterem às regras da ciência convencional.

E se antes as pesquisas desse cunho pareciam complexas, hoje se tem na internet todos os tipos de aparelhos, insumos e informações necessárias para se construir uma estação de trabalho em sua própria casa e a um custo bastante acessível (GRUBER, 2019).

Um dos casos mais conhecidos na atualidade tem como protagonista Josiah Zayner. Ele é um biofísico americano e ex-funcionário da NASA, considerado um dos líderes globais do movimento Biohacker e acumula publicações e prêmios por seus trabalhos desenvolvidos na área da engenharia genética. É ainda fundador do The Odin (O Odin), empresa que vende ferramentas e kits do tipo “faça você mesmo” para todas as idades e níveis de instrução, incentivando o estudo e desenvolvimento da área, através de experimentações em plantas, animais e humanos (ARBULU, 2019; ODIN, 2021).

Todavia, recentemente Zayner vem sendo investigado e acusado por praticar a medicina sem licença, após se autoinjetar DNA oriundo da tecnologia CRISPR-Cas9, durante uma conferência de biotecnologia, alegando que o componente na seringa auxiliaria no crescimento de mais músculos, teste comprovadamente ineficaz posteriormente.

A atitude fez com que o biofísico conquistasse uma legião de seguidores, mas o colocou também na mira das autoridades, cuja preocupação é o incentivo de indivíduos sem experiência na produção e uso de compostos biológicos, que podem se tornar potencialmente prejudiciais (ARBULU, 2019; SAMUEL, 2019).

A CRISPR, ou Repetições Palindrômicas Curtas Agrupadas e Regularmente Interespaçadas, é uma ferramenta que permite modificações e/ou rearranjos genômicos nas cadeias de DNA. Através dessa técnica, pode-se mudar padrões genéticos de um ser vivo. Kits da tecnologia em questão também são facilmente encontradas à venda na internet (VASCONCELOS; FIGUEIREDO, 2015).

Outro caso famoso de manipulação genética que ganhou os holofotes foi o experimento do cientista chinês He Jiankui, que em 2018 anunciou ter modificado geneticamente o DNA de dois embriões, para que eles pudessem resistir ao vírus HIV repassado por um de seus genitores. A tecnologia utilizada por He Jiankui foi a CRISPR-Cas9, não considerada segura para o uso em humanos.

Mas, o que parece ser um experimento repleto de boas intenções, na verdade levanta a problemática do desconhecido. Isso porque, ao proceder com a pesquisa, os resultados de Jiankui não foram exatamente o esperado. Primeiramente, os dois embriões, duas irmãs gêmeas nascidas, tiveram seus genes modificados disformemente, além de terem acoplado ao seu DNA proteínas desconhecidas, fazendo das irmãs cobaias de um experimento, que pode resultar em maiores problemas futuros. Como resultado, as autoridades chinesas interpretaram o ato ilegal e consideraram que o cientista não detinha qualificação médica para tal, violando a regulamentação sobre pesquisa científica e gestão médica (GORVETT, 2021; PRESSE, 2019).

Igualmente, é válido citar que em uma análise retrospectiva de estudos realizados em

embriões humanos, pesquisadores do Instituto Francis Crick, na Inglaterra, descobriram que 16% das amostras apresentavam mutações indesejadas. Porém, indo além, muitos outros testes já realizados em animais figuram tais anomalias, de coelhos geneticamente modificados para serem mais enxutos, mas que acabaram com longas línguas, até bovinos editados para não terem chifre, que tiveram sua imunidade totalmente comprometida no processo (GORVETT, 2021; TFCI, 2021).

Apesar de um campo ainda novo, é possível também encontrarmos referências dos impactos da prática biohacking na saúde mental, principalmente no que se refere ao transumanismo, ou seja, no melhoramento da condição humana com o uso de aparatos tecnológicos. Como exemplo, foi elucidado, em um reporte de caso polonês, situação em que um paciente, aparentemente com implantação subcutânea de chip controlado externamente, apresentou episódios de alucinações e comportamento social inadequado.

Tais desdobramentos foram associados a efeitos da neuromodulação autorrealizada, na qual se supõe a utilização inadequada de uma via de estimulação transcraniana, uma ferramenta terapêutica da psiquiatria, mas que tem tido sua importância vulgarizada pelos chamados “neurohackers” (TYRAS; JAROSZEWSKA, 2021; VILAÇA; DIAS, 2014).

Destarte, tais casos apenas reafirmam a necessidade de que esse tipo de testagem seja realizado apenas em ambiente controlado e por profissionais capacitados, e põe em pauta,

novamente, temas de suma importância como saúde, bem-estar, bioética e direito.

5 IMPLICAÇÕES JURÍDICAS DA MANIPULAÇÃO GENÉTICA À LUZ DO DIREITO E DA BIOÉTICA

É inquestionável que o Projeto Genoma trouxe avanços significativos à humanidade, beneficiando amplamente as ciências médicas, em especial a área da Engenharia Genética. Porém, em vista da franca evolução, no que tange o aperfeiçoamento genético, a dissenso do progresso, crescem também fortes preocupações frente aos efeitos desconhecidos e resultados insatisfatórios, obtidos por intermédio da manipulação genética amadora ou não especializada, prática que possivelmente viola diversos direitos fundamentais e humanitários, dentre eles, e o mais importante, o direito à vida, conforme art. 5º, caput da CF/88. (BRASIL, 1988). Desta feita, faz-se necessário debater acerca da necessidade de traçar limites quanto à manipulação genética e, conseqüentemente, criar dispositivos legais específicos de aplicabilidade e eficácia imediata, objetivando, em primeiro momento, o caráter preventivo e, posteriormente, o caráter punitivo, se necessário. Afinal de contas, quanto maior é o poder de manipulação da vida humana, maior é a necessidade de se impor limites éticos e jurídicos. Vale ainda ressaltar que os assuntos que envolvem a Engenharia Genética e Biotecnologia devem ser estudados e positivados com base em princípios amplos, qualitativos e limítrofes, esclarecidos pelo Biodireito e pela Bioética, para reflexões críticas e

respostas práticas dadas aos casos concretos, protegendo-se o bem-estar coletivo e afastando-se o entendimento de que a ciência deve se pautar apenas por regras econômicas e mercadológicas, como dispõe o art. 6º da Declaração sobre o uso do progresso científico e tecnológico no interesse da Paz e em benefício da Humanidade (ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS, 1975).

Consequente, outras obras internacionais importantes, como Human Genome Editing (Editando o Genoma Humano), produzido em 2017, pela National Academy of Medicine (Academia Nacional de Medicina dos Estados Unidos), também trazem suas conclusões e recomendações quanto à temática. Nesta, concluída por um grupo de peritos responsáveis por analisar em profundidade as implicações clínicas, sociais, éticas e legais das tecnologias de edição genética, defende-se a proteção dos princípios éticos legais, nos quais os seguintes valores devem fundamentar e nortear as pesquisas na área: promoção do bem-estar, transparência, cuidado, responsabilidade científica, respeito pelas pessoas, justiça e cooperação transnacional (NACIONAL ACADEMY OF MEDICINE, 2017; SGANZERLADL; PESSINI, 2020).

No tocante ao Brasil, diferentemente do que ocorre no Reino Unido, onde as pesquisas genéticas são reguladas e fiscalizadas por um único departamento governamental, ou ainda também contrário aos Estados Unidos, cujas regras são individuais e relacionadas ao trabalho e ao órgão financiador, há uma falta de legislação específica ou instituição com olhar direcionado

para a temática. No entanto, as normas brasileiras encontram múltiplos subsídios sancionadores, embasados na Constituição Federal, no Código Penal, no Código Civil, na Lei de Contravenções Penais, no Direito Médico, nos Conselhos Regionais de Medicina e Bioética, no Conselho Federal de Medicina e, talvez o mais importante dos dispositivos, na Lei de Biossegurança (NACIONAL ACADEMY OF MEDICINE, 2017; DEPARTMENT FOR ENVIRONMENT OOD & RURAL AFFAIRS, 2021).

Todavia, considerando-se a disseminação crescente do tema de forma irresponsável, bem como a aquisição cada vez mais facilitada de kits de manipulação genética, deve ser foco de atenção prioritária dos órgãos legisladores a composição de regras claras, concisas e específicas, a fim de atuarmos de forma preventiva frente a uma tendência perigosa e emergente.

7 ANÁLISE DE CASOS SEGUNDO AS LEGISLAÇÕES BRASILEIRAS

Retomando os polêmicos casos de manipulação e/ou edição genética citados em nosso estudo, há considerações importantes a serem avaliadas do ponto de vista do Direito e da Bioética. A priori, relembremos o caso do cientista chinês, He Jiankui, que editou e reconfigurou os genes de dois embriões, utilizando a técnica CRISPR-Cas9, não aprovada para uso em humanos, para torná-los resistentes à infecção pelo Vírus da Imunodeficiência Humana (HIV) (FUNDAÇÃO DE AMPARO À PESQUISA DO ESTADO DE SÃO PAULO, 2018; SGANZERLADL; PESSINI, 2020).

Independentemente dos resultados, o biofísico foi rechaçado pela comunidade científica internacional e pelas autoridades chinesas, que consideraram os seus feitos ilegais e antiéticos, culminando no afastamento e suspensão das atividades acadêmicas do cientista. He Juankui, foi condenado a três anos de prisão pela prática ilegal da medicina (NORMILE, 2019).

Já em relação ao caso protagonizado pelo biofísico e empresário Josiah Zayner, sob o olhar da justiça americana, a investigação e acusação pairam também sobre a prática ilegal da medicina, além da incitação do uso da tecnologia CRISPR-Cas9, desconsiderando os riscos biológicos decorrentes de seu mau uso (CASTELYN, 2020).

Dessa forma, analisando hipoteticamente os casos acima, no que se referem à prática ilegal da medicina, por não possuírem as qualificações exigidas por lei, à luz da legislação brasileira, temos, conforme expresso no Art. 5º, XIII, da Constituição Federal de 1988 (BRASIL, 1988): “XIII - é livre o exercício de qualquer trabalho, ofício ou profissão, atendidas as qualificações profissionais que a lei estabelecer”;

No Código Penal Brasileiro (BRASIL, 1940):

"Art. 132 - Expor a vida ou a saúde de outrem a perigo direto e iminente:

Pena - detenção, de três meses a um ano, se o fato não constitui crime mais grave.

Parágrafo único. A pena é aumentada de um sexto a um terço se a exposição da vida ou da saúde de outrem a perigo decorre do transporte de pessoas para a prestação de serviços em estabelecimentos de qualquer natureza, em desacordo com as normas legais. (Incluído pela Lei nº 9.777, de 1998)

Art. 282 - É livre o exercício de qualquer trabalho, ofício ou profissão, atendidas as qualificações profissionais que a lei estabelecer; "

Enquadrado na Lei de Contravenções Penais (BRASIL, 1941):

"Art. 47. Exercer profissão ou atividade econômica ou anunciar que a exerce, sem preencher as condições a que por lei está subordinado o seu exercício:

Pena – prisão simples, de quinze dias a três meses, ou multa, de quinhentos mil réis a cinco contos de réis."

E, em causando qualquer tipo de dano, seja estético, de motricidade ou fisiológico, incorreria em ilícito civil, tipificado no Código Civil (BRASIL, 2002) na forma de responsabilidade civil, que assevera a obrigação de reparar o dano independentemente da culpa, desde que haja dano ou risco aos direitos de outrem:

"Art. 927. Aquele que, por ato ilícito (arts. 186 e 187), causar dano a outrem, fica obrigado a repará-lo.

Parágrafo único. Haverá obrigação de reparar o dano, independentemente de culpa, nos casos especificados em lei, ou quando a atividade normalmente desenvolvida pelo autor do dano implicar, por sua natureza, risco para os direitos de outrem."

Dessa forma, tanto Josiah Zayner, quanto He Juankui, seriam condenados pela prática ilegal da medicina, sendo ambos igualmente analisados e condenados pela Lei de Biossegurança, que estabelece normas de segurança e mecanismos de fiscalização de atividades que envolvam organismos geneticamente modificados,

estabelecidos na completude da Lei nº 11.105, de 24 de março de 2005 (BRASIL, 2005).

Obviamente, os casos de manipulação genética vão muito além da simples análise do ponto de vista da prática médica ilegal e devem ser tratadas em todos os seus pormenores. No Brasil, até o presente momento, não foram encontrados casos e/ou relatos de atos de manipulação genética realizados fora de ambiente controlado ou que contrariassem as normas vigentes. O que se é sabido, até então, é que a onda de biohachers brasileiros vem aumentando gradativamente, o que é também um desdobramento da temática e deve ser analisada com atenção (PEREIRAS, 2021).

6 Perspectivas russas quanto ao uso da manipulação genética

Porquanto algumas nações mais conservadoras, como a China, posicionam-se com rigor a favor de sanções mais severas, outros países e seus governantes mostram fortes inclinações ao incentivo do uso das referidas tecnologias, promovendo o avanço no campo da Genética (NORMILE, 2019).

Nesse viés, destaca-se a Rússia, que mais do que estar demonstrando interesse para assumir a dianteira na corrida pela revolução genética, tem causado certo desconforto por ventilar a ideia do possível uso da tecnologia para fins militares (REGALADO, 2019; DORIUS; LAWRENCE-DILL, 2018).

Até então, o que se sabe, é que o biólogo russo Denis Rebrikov pretende dar continuidade aos experimentos de Juankui, afirmando ainda maiores benefícios em sua técnica e a tornando eticamente justificável para a proteção de crianças

nascidas de pais soropositivos para HIV. Igualmente, o cientista também estuda a manipulação genética para a correção do gene GJB2, responsável pela perda auditiva, utilizando como cobaia um casal portador da deficiência, alegando que tal feito permitirá que uma possível prole nasça sem tal limitação. Para a referida edição genética, utilizar-se-á a técnica CRISPR-Cas9, na qual o gene deficiente será cortado. A correção desse gene tem a intenção de corrigir a surdez, mas aparentemente também está relacionado com outras propriedades genéticas associadas aos olhos e à pele, podendo a referida correção gerar, futuramente, outras desordens nos seguimentos relatados (CYRANOSKI, 2019).

Porquanto a Rússia detém-se na cura pontual de uma patologia específica de um grupo, há uma preocupação eminente quanto à instrumentalização da tecnologia de forma massiva, pois, ao manipular genes embrionários, não se pode prever como será a multiplicação celular, motivo pelo qual a técnica ainda é avaliada como contraditória e gera preocupações futuras, por possíveis consequências globais irreversíveis (CYRANOSKI, 2019).

Não obstante as preocupações quanto às doenças desconhecidas que poderão eclodir, oriundas das manipulações genéticas, há também um franco temor no emprego desse tipo de tecnologia no âmbito militar, possivelmente ab-rogando tratados humanitários ou mesmo recrudescendo os direitos humanos. Nesse quesito, ventila-se a possibilidade de usar tal recurso para a composição de tropas militares mais fortes e capacitadas com características como

contramedidas psíquicas e parapsicologia (GALILEU, 2019).

Até então, não há maiores evidências se as pesquisas russas foram iniciadas ou se já surtiram algum tipo de resultado. No entanto, é fato que, independente de sua aplicação, há uma preocupação a nível global quanto a suas possíveis repercussões.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Destarte, se por um lado o Projeto Genoma Humano dividia opiniões na seara científica entre os pesquisadores entusiastas e os mais conservadores, por outro, a era pós-genômica veio aclamar o estreitamento das relações sobre a necessidade de coexistir em equilíbrio frente à imprescindibilidade do progresso da ciência e os limites de atuação.

É preciso dosar custos e benefícios, atentando-se para os possíveis danos que a manipulação genética pode vir a causar à vida humana. É preciso compreender que a mesma tecnologia que visa o bem, pode ser utilizada para o mau em mãos erradas. A exemplo dos espartanos, assim como a história já nos provou, que faziam a própria seleção natural de crianças nascidas, descartando-as caso não correspondessem aos critérios para se tornar um bom soldado. Ou, ainda, como a eugenia na Alemanha nazista, que eliminou milhões de pessoas, bem como a crueldade e desumanidade aplicada nas pesquisas em humanos, realizadas pelo médico nazista Josef Mengele, o conhecido “Anjo da Morte”, em busca da “raça pura” (LIMA, 2018; OLIVEIRA, 2019).

Sabemos que os tempos são outros, que a tecnologia está a nosso favor, se bem utilizada, mas não podemos abrir brechas para que o passado seja retomado apenas sob uma perspectiva mais elegante e high-tech. A temática, na realidade, remonta a uma série de assuntos, que se desdobram em subtemas, que clamam por atenção e legislações claras e específicas a nível global, garantindo assim a perpetuação da espécie humana, sem a transformar em armas biológica ou militar.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARBULU, R. “Biohacker” conhecido por injetar CRISPR no próprio corpo está sob investigação. Disponível em: https://canaltech.com.br/saude/biohacker-conhecido-por-injetar-crispr-no-proprio-corpo-esta-sob-investigacao-139465/?utm_source=positivo&utm_campaign=p-arceiro-feed&utm_medium=rss Acesso em: 21 jul. 2022.
- ASTONI-JÚNIOR, Í. M. B.; IANNOTTI, G. de C. Pesquisa médica em seres humanos, não maleficência e autoexperimentação homeopática. *Revista Bioética*, v. 20, n. 1, p. 49–55, 2012.
- BOMBIG, M. T. N.; FRANCISCO, Y. A.; MACHADO, C. A. A importância do sal na origem da hipertensão. *Revista Brasileira de Hipertensão*, v. 21, n. 2, p. 63–67, 2014.
- BONETTA, L. Lap-Chee Tsui. *Nature Medicine*, v. 8, n. 9, p. 910–911, 2002.
- BRASIL. Código penal (1940). Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto-lei/del2848compilado.htm Acesso em 19 jul. 2022.
- BRASIL. Constituição (1988). Constituição da República Federativa do Brasil. Brasília, DF: Senado Federal: Centro Gráfico, 1988. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm Acesso em: 21 de jul. 2022.

BRASIL. Lei das contravenções penais (1941). Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto-lei/del3688.htm Acesso em 12 jul. 2022.

BRASIL. Lei nº 10.406, de 10 de janeiro de 2002. Institui o Código Civil. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, ano 139, n. 8, p. 1-74, 11 jan. 2002. Disponível em: https://www.google.com/search?q=C%C3%93DIGO+CIVIL+ART+927&rlz=1C1CHBD_pt-PTBR1005BR1005&sxsrf=ALiCzsYV12LKoKMLx1ckg3LKAON_7bkYew%3A1659560116585&ei=tODqYqHGgc_x1sQP7vGlmAg&ved=0ahUKEwih8OOZx6v5AhXPuJUCHe54CYMQ4dUDCA4&uact=5&oq=C%C3%93DIGO+CIVIL+ART+927&gs_lcp=Cgdnd3Mt d2I6EAMyBQgAEIAEMgYIABAEeBYyBggAEB4QFjI GCAAQHhAWMgYIABAEeBYyBggAEB4QFjI GCAAQHhAWMgYIABAEeBY6BwgAEEcQsAM6BAgAEENK BQg8EgExSgQIQRgASgQIRhgAUPgDWIMcYKYgaA FwAXgAgAGLAYgBkASSAQmWlJSYAQcGgAQHIAQj AAQE&scient=gws-wiz Acesso em: 17 jul.2022.

BRASIL. Lei 11.105 (2005). Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2005/lei/l11105.htm Acesso em 12 jul. 2022.

BRASIL. MEJC alerta para o teste do pezinho, gratuito e obrigatório. Disponível em: <https://www.gov.br/ebserh/pt-br/hospitais-universitarios/regiao-nordeste/mejc-ufnr/comunicacao/noticias/mejc-alerta-para-o-teste-do-pezinho-gratuito-e-obrigatorio>. Acesso em: 21 jul. 2022.

CASTELYN, Camille. Oversight of biohacking when the stakes are high. *Voices in Bioethics*. Vol 6. 2020. Disponível em: <https://journals.library.columbia.edu/index.php/bioethics/article/view/5898> Acesso em: 12 jul 2022

CFF. The Cystic Fibrosis Foundation Applauds FDA Approval of Kalydeco™, First Drug to Address the Underlying Cause of Cystic Fibrosis | Cystic Fibrosis Foundation. Disponível em: <https://www.cff.org/press-releases/2012-01/cystic-fibrosis-foundation-applauds-fda-approval-kalydecotm-first-drug>. Acesso em: 21 jul. 2022.

CYRANOSKI, David. Russian ‘CRISPR-baby’ scientist has started editing genes in human eggs with goal of altering deaf gene. *Nature*. Out. 2019. Disponível em: <https://www.nature.com/articles/d41586-019-03018-0> Acesso em: 19 jul. 2022

CANADIAN MEN'S HEALTH FOUNDATION. Lap-Chee Tsui, PhD. 2012. Disponível em: <https://cdnmedhall.ca/laureates/lapcheetsui> Acesso em: 21 jul. 2022.

COLLINS, F. S. Medical and societal consequences of the Human Genome Project. *New England Journal of Medicine*, v. 341, n. 1, p. 28–37, 1999.

COLLINS, F. S.; MORGAN, M.; PATRINOS, A. The Human Genome Project: lessons from large-scale biology. *Science*, v. 300, n. 5617, p. 286–290, 2003.

DEPARTMENT FOR ENVIRONMENT OOD & RURAL AFFAIRS, 2021. DISPONÍVEL em: <https://www.gov.uk/government/organisations/department-for-environment-food-rural-affairs>. Acesso em: 19 jul. 2022

DLE COLLECT. Nova Era - Triagem Neonatal Genética e Bioquímica. Disponível em: <https://www.dle.com.br/areas-de-atuacao/triagem-neonatal-teste-do-pezinho/nova-era/>. Acesso em: 25 jul. 2022.

DORIOUS, S.F; LAWRENCE-DILL CJ. Sowing the seeds of skepticism: Russian state news and anti-GMO sentiment. *GM Crops Food*. 2018;9(2):53-58. doi: 10.1080/21645698.2018.1454192. Epub 2018 Apr 30. PMID: 29561212; PMCID: PMC6277062. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29561212/> Acesso em: 18 jul. 2022

FUNDAÇÃO DE AMPARO À PESQUISA DO ESTADO DE SÃO PAULO. Gene da hipertensão. 2008. Disponível em: <https://agencia.fapesp.br/gene-da-hipertensao/9907/>. Acesso em: 21 jul. 2022.

FUNDAÇÃO DE AMPARO À PESQUISA DO ESTADO DE SÃO PAULO. <https://revistapesquisa.fapesp.br/chines-e-suspenso-por-ter-criado-bebes-com-gene-> Revista Fapesp. Edição 274. Dez 2018. Disponível em: alterado/ Acesso em: 18 jul.2022.

FLÓRIA-SANTOS, M.; NASCIMENTO, L. C. Perspectivas históricas do Projeto Genoma e a evolução da enfermagem. *Revista Brasileira de Enfermagem*, v. 59, n. 3, p. 358–361, 2006.

GALILEU. "Supersoldados" russos seriam capazes de destruir computadores com a mente. *Revista Galileu*. Abr.2019.

GARCÍA-GIUSTINIANI, D.; STEIN, R. Genetics of dyslipidemia. *Arquivos Brasileiros de Cardiologia*, v. 106, n. 5, p. 434–438, 2016.

GIBBS, R. A. The human genome project changed everything. *Nature Reviews Genetics*, v. 21, n. 10, p. 575–576, 2020.

GONÇALVES, G. A. R.; PAIVA, R. de M. A. Terapia gênica: avanços, desafios e perspectivas. *Einstein*. São Paulo, v. 15, n. 3, p. 369–375, 2017.

GORVETT, Z. As perigosas mutações genéticas acidentais que podem mudar o futuro da humanidade - BBC News Brasil. Disponível em: <https://www.bbc.com/portuguese/vert-fut-56903276>. Acesso em: 21 jul. 2022.

GREEN, E. D. Completing the Human Genome Sequence (Again). Disponível em: <https://www.scientificamerican.com/article/completing-the-human-genome-sequence-again/>. Acesso em: 21 jul. 2022.

GRUBER, K. Biohackers: A growing number of amateurs join the do-it-yourself molecular biology movement outside academic laboratories. *EMBO reports*, v. 20, n. 6, p. e48397, 2019.

HUNTINGTON STUDY GROUP. FDA Approves Second Drug for Huntington Disease Symptom. Disponível em: <https://huntingtonstudygroup.org/news/fda-approves-second-drug-for-huntington-disease-symptom/>. Acesso em: 21 jul. 2022.

LATHAM, J. The failure of the genome. *The Guardian*, 17 abr. 2011.

LEE, J. The complete human genome: A “book of life”. 2021. Disponível em:

<https://www.cshl.edu/the-complete-human-genome-a-book-of-life/>. Acesso em: 21 jul. 2022.

LEITE, M. Retórica determinista no genoma humano. *Scientiae Studia*, v. 4, n. 3, p. 421–452, 2006.

LIMA, Claudia de Castro e. 8 experimentos cruéis do nazista Josef Mengele em Auschwitz. Superinteressante. 2018. Disponível em: <https://super.abril.com.br/mundo-estranho/8-experimentos-cruéis-do-nazista-josef-mengele-em-auschwitz/> Acesso em: 18 jul. 2022.

LOPES, H. F. Genética e hipertensão arterial. *Revista Brasileira de Hipertensão*, Rio de Janeiro, v. 21, n. 2, p. 87–91, 2014.

MAGUIRE, P. et al. CGH analysis of familial non-BRCA1/BRCA2 breast tumors and mutation screening of a candidate locus on chromosome 17q11. 2-12. *International Journal of Molecular medicine*, v. 16, n. 1, p. 135–141, 2005.

MATOS, J. SBC atualiza relatório Estatística Cardiovascular – Brasil. Disponível em: <https://www.portal.cardiol.br/post/sbc-atualiza-relatório-estatística-cardiovascular-brasil>. Acesso em: 21 jul. 2022.

MATTE, U.; GOLDIM, J. R. Desafios éticos do diagnóstico preditivo. *Ética e Genética*. Anais...Brasília: 1998.

NACIONAL ACADEMY OF MEDICINE. 2017. Disponível em: <https://nam.edu>. Acesso em: 20/06/2022.

NATIONAL INSTITUTES OF HEALTH. Human Genome Project Timeline of Events. Disponível em: <https://www.genome.gov/human-genome-project/Timeline-of-Events>>. Acesso em: 21 jul. 2022.

NORMILE, Dennis. Chinese scientist who produced genetically altered babies sentenced to 3 years in jail. *Science*. 2019. Disponível em: <https://www.science.org/content/article/chinese-scientist-who-produced-genetically-altered-babies-sentenced-3-years-jail#:~:text=He%20Jiankui%20and%20two%20collaborators,guilty%20of%20“illegal%20medical%20>

practices”&text=He%20Jiankui%2C%20the%20Chinese%20researcher,to%203%20years%20in%20p
rison Acesso em 20 jul. 2022

ODIN, T. The Odin. Disponível em: <https://www.the-odin.com/about-us/>. Acesso em: 21 jul. 2022.

OLIVEIRA, Luciene de Lima. A Agogé espartana. 2019. Disponível em: <https://www.e-publicacoes.uerj.br/index.php/principia/article/view/46515> Acesso em: 13 jul. 2022.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. Declaração sobre o uso do progresso científico e tecnológico nos interesses da paz e em benefício da humanidade. 1975. Disponível em: <https://gddc.ministeriopublico.pt/sites/default/files/decl-progressocientifico.pdf> Acesso em: 20. jul. 2022.

PEREIRAS, T. Os 10 maiores biohackers do Brasil. 2021. Disponível em: <https://tiagopereiras.com.br/os-10-maiores-biohackers-do-brasil/> Acesso em: 20 jul. 2022.

PRESSE, F. Cientista chinês que criou bebês geneticamente modificados é condenado a três anos de prisão | Ciência e Saúde | G1. Disponível em: <https://g1.globo.com/ciencia-e-saude/noticia/2019/12/30/cientista-chines-que-criou-bebes-geneticamente-modificados-condenado-a-tres-anos-de-prisao.ghtml>. Acesso em: 21 jul. 2022.

REGALADO, Antonio. Putin could decide for the world on CRISPR babies. MIT Technology Review. 2019. Disponível em:

<https://www.technologyreview.com/2019/09/30/132822/putin-could-decide-for-the-world-on-crispr-babies/> Acesso em: 18 jul 2022.

SAMUEL, S. A celebrity biohacker who sells DIY gene-editing kits is under investigation. Disponível em: <https://www.vox.com/future-perfect/2019/5/19/18629771/biohacking-josiah-zayner-genetic-engineering-crispr>>. Acesso em: 22 jul. 2022.

SESARDIC, N. Heritability and causality. *Philosophy of Science*, v. 60, n. 3, p. 396–418, 1993.

SGANZERLA, A.; PESSINI, L. Edição de humanos por meio da técnica do Crispr-cas9: entusiasmo científico e inquietações éticas. Ensaio. Abr-jun 2020. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/sdeb/a/8z84LrTTPq6Xzr77D3jtWDG/?lang=pt> Acesso em: 15 jul. 2022.

STONE, M. J. William Osler's Legacy and his Contribution to Haematology. *British Journal of Haematology*. United Kingdom, v.123, p. 3-18, 2003.

TYRAS, S.; JAROSZEWSKA, A. The impact of biohacking on psychiatric care-a case report. *Archives of Clinical Psychiatry*. São Paulo. v. 48, n. 3, p. 183–183, 2021.

VASCONCELOS, M. J. V.; FIGUEIREDO, J. E. F. Tecnologia CRISPR-Cas para edição genômica.: Documentos. [s.l.] EMBRAPA, 2015.

VILAÇA, M. M.; DIAS, M. C. M. Transumanismo e o futuro (pós-) humano. *Physis: Revista de Saúde Coletiva*, v. 24, n. 2, p. 341–362, 2014.