



PhD Scientific Review
ISSN 2676 - 0444

Artigo submetido em: 18/03/2021

Artigo aceito em: 21/03/2021

Artigo publicado em: 05/04/2021

CONSIDERAÇÕES ÉTICAS SOBRE O PROJETO GENOMA HUMANO E A EDIÇÃO GENÉTICA EM SERES HUMANOS

Thiago Ferreira de Toledo¹

Resumo: A consideração de princípios éticos são fundamentais para manter a harmonia e a boa convivência em sociedade, e, para que isso possa ser possível, todos os âmbitos precisam ser considerados. Quando há real vinculação entre os membros da sociedade, os quais buscam solucionar, de forma justa, eventuais divergências, se constitui em um poderoso elemento para que o corpo social funcione de maneira a satisfazer as necessidades de todas as pessoas, evitando parcialidade e abuso. As discordâncias quando não são justamente ponderadas tendem a levar a escolhas equivocadas, podendo causar danos aos indivíduos. Nesse sentido, o objetivo aqui pretendido é o de lançar luz sobre uma das facetas da sociedade, as pesquisas científicas, convidando a reflexão sobre a aplicação da ética em bioinformática, utilizando como exemplo, o sequenciamento do genoma humano e a edição genética em linha germinal. Este trabalho tem como modalidade a de ensaio teórico, o qual é apoiado em princípios morais e éticos; mais especificamente, ao princípio ético de justiça. Ao final, conclui-se que o sequenciamento do genoma deve ser utilizado para beneficiar o maior número de seres humanos; e, além disso, baseado no consentimento livre e esclarecido, e no princípio de justiça, a ciência não deve se ocupar com as questões relacionadas a edição genética.

Palavras-chave: Bioética. Bioinformática. Engenharia Genética. Ética Computacional.

ETHICAL CONSIDERATIONS ABOUT THE HUMAN GENOME PROJECT AND GENE EDITING IN HUMANS

Abstract: The consideration of ethical principles are fundamental to maintain harmony and good coexistence in society, and for this to be possible, all spheres need to be considered. When there is a real link between the members of society, who seek to solve possible disagreements fairly, it constitutes a powerful element for the social body to function in a way that satisfies the needs of all people, avoiding partiality and abuse. Disagreements when not fairly pondered tend to lead to mistaken choices, potentially causing harm to individuals. In this sense, the aim here is to shed light on one of the facets of society, scientific research, inviting reflection on the application of ethics in bioinformatics, using as an example, the sequencing of the human genome and germline genetic editing. The modality of this work is that of a theoretical essay, which is supported by moral and ethical principles; more specifically, the ethical principle of justice. In the end, it is concluded that genome sequencing should be used to benefit the greatest number of human beings; and furthermore, based on free and informed consent, and the principle of justice, science should not be occupied with issues related to genetic editing.

¹ Mestre em Engenharia Elétrica e Computação
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0380-7454>
E-mail: thiagoftoledo@live.com

Keywords: Bioethics. Bioinformatics. Computational Ethics. Genetic Engineering.

1 INTRODUÇÃO

O surgimento de novas invenções tecnológicas fez com que houvessem alterações na forma de como a sociedade se organiza, e, por esse motivo, é cada vez mais importante refletir sobre questões éticas resultantes da inserção de novas tecnologias na sociedade. Um possível meio para isso é o de aplicar valores éticos justos em situações que requeiram solucionar algum tipo de conflito.

Nesse sentido, pode-se utilizar de vocabulários, teorias e métodos argumentativos para encontrar soluções a problemas que requeiram conciliar divergências a fim de fornecer ao público julgamentos sobre temas contemporâneos relevantes para a boa convivência. Como exemplo de ética aplicada, pode-se citar a bioética, a ética computacional e a ética em bioinformática (HONGLADAROM, 2006).

A bioética surgiu em resposta às questões éticas colocadas pelas ciências da saúde e da vida em modo geral, além de também lidar com temas relacionados ao meio ambiente, possibilitando a reflexão sobre valores e conceitos (MOTTA; VIDAL; SIQUEIRA-BATISTA, 2012). Já a ética computacional tem por finalidade proporcionar meios para lidar com questões éticas contemporâneas que não podem ser facilmente resolvidas dentro do que já se conhece, mas que ainda são importantes para os usuários de computadores (VACURA, 2015). De forma mais ampla, pode-se considerar todas as tecnologias e artefatos relacionados à computação, pois, nota-se o aumento desses dispositivos e de outras tecnologias em diversas áreas da sociedade, tanto em nível social, organizacional, como também em nível pessoal (STAHL; TIMMERMANS; MITTELSTADT, 2016).

Em outras palavras, a ética computacional é um importante mecanismo para que invenções tecnológicas não sejam utilizadas de forma inadequada. A bioética visa harmonizar divergências entre os indivíduos, bem como a interação deles com o meio ambiente e com as demais formas de vida. E ambas, de acordo com Hongladarom (2006), parecem fornecer recursos para lidar com situações introduzidas pela bioinformática.

A bioinformática engloba o uso de programas computacionais para tratar dados biológicos, utilizando-os para ordenar e agrupar os resultados gerados pela análise de sequenciamento de genes, produzidos a partir das composições do DNA (*deoxyribonucleic acid*), do RNA (*ribonucleic acid*) e das proteínas. Portanto, devido a grande quantidade de dados, os biólogos moleculares começaram a usar métodos estatísticos para auxiliá-los em suas análises (ARAÚJO et al., 2008).

Dentro desse contexto, este trabalho tem como objetivo propor uma reflexão, sob a perspectiva de princípios morais e éticos, de como maximizar a beneficência das pesquisas científicas resultantes do Projeto Genoma Humano, que é uma iniciativa de cooperação internacional, interdisciplinar e de pesquisa científica, focada em sequenciar pares de bases químicas do DNA do ser humano (LOPES; SELA, 2017). Em seguida, é considerado o consentimento livre e esclarecido, e o princípio de justiça para apoiar o argumento sobre o equívoco que é utilizar a ciência para realizar edição genética em seres humanos.

A organização deste trabalho é a seguinte: na próxima seção é abordado sobre bioética. Na Seção 3, são descritos conceitos relacionados a ética computacional. Na Seção 4, é relatado sobre a ética em bioinformática. Depois, na Seção 5, é analisado questões éticas a respeito do sequenciamento do genoma e da edição genética. Por fim, na última seção são tecidas as conclusões.

2 BIOÉTICA

A bioética visa propor soluções nos casos onde não haja consenso sobre temas que envolvam seres humanos, por exemplo: abreviação forçada do processo natural de morrer – eutanásia –, pôr fim precocemente a uma nova vida – aborto –, engenharia genética, técnicas de clonagem, reprodução humana assistida, utilização de células-tronco, nanotecnologia, neurociências e experimentação *in silico*, isto é, sistemas computacionais que simulam um processo natural. A bioética também trata sobre a preocupação ecológica e do meio ambiente e da biotecnociência (MOTTA; VIDAL; SIQUEIRA-BATISTA, 2012).

Do paradigma biotecnocientífico são derivadas as biotecnologias, que, por sua vez, procura fornecer técnicas para a realização da manipulação de seres vivos, completa ou parcial, a

fim de obter bens ou serviços, técnicas e instrumentos. Em outras palavras, as biotecnologias pretendem alcançar o potencial de produzir meios de intervenção sobre a constituição genética de seres vivos, interferindo na configuração orgânica-biológica, ou alterando uma característica específica (VILAÇA; PALMA, 2012).

Portanto, por se tratar de um estudo que lida diretamente com seres humanos, animais e também com o meio ambiente, a bioética toma contornos de importância para propor políticas baseadas em princípios morais e éticos que possam ser aplicados na prática da medicina, da biológica e da pesquisa científica.

Para isso, a bioética se apoia em quatro princípios básicos: respeito à autonomia, no sentido de a pessoa ser capaz de agir livremente, ou seja, querer fazer algo, ter conhecimento de o que está fazendo e estar livre de influências externas; não-maleficência, isto é, não causar dano a outro indivíduo; beneficência, fazendo o bem aos outros, agindo em prol deles; e justiça, podendo ser formal ou material. A justiça formal, principia por tratar as pessoas semelhantes de maneira igual, e, a justiça material, que, do ponto de vista de distribuição material, preconiza em dar a cada um de forma igual, ou de acordo com sua necessidade, ou ao mérito individual, ou na mesma proporção da sua contribuição (DALL'AGNOL, 2005).

Em suma, a bioética cuida da vida. Já para lidar com questões éticas que envolvem, por exemplo, o uso de computadores, aplica-se a ética computacional, conforme descrito na próxima seção.

3 ÉTICA COMPUTACIONAL

Embora as questões éticas tenham sido levantadas desde o princípio da informática, a ética computacional ainda carece de um entendimento comum entre as comunidades de estudiosos e profissionais técnicos, no que diz respeito de quais seriam os componentes-chave que poderiam ser postos em prática. Essa falta de compreensão é um empecilho para que os cientistas e profissionais desenvolvam soluções adequadas para que a computação possa oferecer seus benefícios potenciais. Outro ponto a ser considerado, é o que se refere a ampla difusão dos dispositivos computacionais, visto que essa forte presença tecnológica acentua debates políticos e sociais; por exemplo, a respeito de vigilância estatal, grandes volumes de dados, propriedade

intelectual de conteúdo digital, e consequências sociais provenientes do amplo uso das mídias sociais (STAHL; TIMMERMANS; MITTELSTADT, 2016).

Na pesquisa literária realizada por Stahl, Timmermans e Mittelstadt (2016), compreendendo trabalhos relacionados à ética e à computação, entre 2003 e 2012, foi relatado que a ética computacional, embora faça parte da ética aplicada, não se mostrou muito aplicável, isto é, a ética computacional, como discurso acadêmico, apresenta uma certa dissociação dos desenvolvimentos técnicos sobre os quais se pretende refletir. Além disso, os trabalhos analisados apresentaram um discurso um tanto quanto estático, apesar das rápidas mudanças das tecnologias e aplicações. Diante desse cenário, os autores argumentam sobre a necessidade de os trabalhos relacionados à ética e à computação terem relevância prática para que possam influenciar positivamente as pesquisas e os projetos tecnológicos; porém, para isso, essa área terá que se desenvolver substancialmente, por exemplo, explorando e definindo questões éticas para auxiliar os indivíduos com recomendações ou diretrizes.

A falta de aplicabilidade da ética na computação havia sido percebida por Moor (2005) ao relatar que as teorias éticas são simplistas e fornecem pouca orientação a situações particulares. Como recomendação, ele sugeriu o desenvolvimento de análises éticas mais sofisticadas, pois, em sua percepção, as decisões se baseiam puramente em uma avaliação tecnológica, considerando custo/benefício, ou seja, realizando uma avaliação em termos monetários, desconsiderando ou reduzindo os valores morais.

Outra situação a ser considerada é em relação ao perigo de se ter políticas ineficientes para orientar os indivíduos enquanto usam os computadores, devendo, para isso, considerar a ética computacional de forma mais meticulosa, sendo um suporte para orientar os usuários no exercício de sua função a servir ao bem maior. Por exemplo, ao utilizar os recursos tecnológicos de forma indevida, no que diz respeito aos aspectos de privacidade e propriedade, não é fazer um bom uso, portanto, não atende aos propósitos de bem (KUZU, 2009). Além dos atributos: privacidade e propriedade, Mason (1986) havia proposto também a precisão e a acessibilidade, argumentando sobre a importância de considerá-los para lidar com as informações das pessoas.

A ética computacional, em seus temas tradicionais, inclui crimes informáticos, anonimato, liberdade, responsabilidade profissional e globalização (a aplicação da ética computacional em

todas as culturas do Globo); outros exemplos incluem a *Internet* das Coisas, as moedas criptográficas (*crypto-currencies*) virtuais, os dados ligados entre si (*linked data*) e a inteligência artificial avançada (VACURA, 2015). Além desses temas, quando os computadores passaram a atender a demanda da área biológica, outras questões éticas surgiram, as quais são descritas a seguir.

4 ÉTICA EM BIOINFORMÁTICA

A bioinformática, como um campo de estudo, é a aplicação da tecnologia da informação e da *Internet* para resolver problemas provenientes da biotecnologia e da biomedicina, cujas questões éticas surgem quando os computadores são utilizados para manipular informações genéticas, por exemplo, no que diz respeito à privacidade ao armazenar essas informações em bancos de dados (HONGLADAROM, 2006).

Para Robison (2010), ao fazer uso da bioinformática, a privacidade é um fator que causa o maior dano moral ao indivíduo, porque, se alguém agindo de má-fé, se apropria indevidamente das informações genéticas de um indivíduo e as disponibiliza a terceiros, isso pode resultar em danos permanentes, pois as informações biológicas não podem ser alteradas. Sendo assim, Hongladarom (2006) argumenta ser fundamental considerar questões éticas no contexto da bioinformática. E em virtude disso, houve a convergência entre a bioética e a ética computacional, em que foram consideradas as técnicas já desenvolvidas nessas áreas para aplicá-las nos problemas éticos que surgiram com a bioinformática. Exemplificado alguns conceitos sobre bioética, ética computacional e ética em bioinformática, na próxima seção é relatado algumas questões éticas envolvidas.

5 QUESTÕES ÉTICAS EM BIOINFORMÁTICA

É um fato que as ciências podem fazer o bem e/ou o mal, cabendo às pessoas envolvidas assumirem posturas cuidadosas no que concerne aos procedimentos de pesquisas científicas, além de serem constantemente críticas e humildes diante das possibilidades e das impossibilidades. A ciência deve ser centrada na beneficência ou, no mínimo, na não-maleficência (VILAÇA; PALMA, 2012).

Com isso em mente, este ensaio terá como exemplo a edição genética em seres humanos, a qual foi possível devido às pesquisas provenientes do sequenciamento do genoma, cuja iniciativa foi idealizada pelo Projeto Genoma Humano (PGH), financiado com dinheiro público, e pela empresa Celera Genomics, contando com investimento privado. A análise inicial do sequenciamento foi apresentada em 2001, o qual foi finalizado em 2003 pelo PGH (LOPES; SELA, 2017).

Nas palavras publicadas no sítio eletrônico (*website*) institucional do PGH, a conclusão do sequenciamento do genoma "nos deu a capacidade, pela primeira vez, de ler o código genético completo da natureza para a construção de um ser humano"² (tradução minha) (NATIONAL HUMAN GENOME RESEARCH INSTITUTE, 2020).

Os pontos positivos dessa iniciativa não serão assinalados neste trabalho por já terem sido amplamente divulgadas; apenas como exemplo, é um meio para auxiliar na identificação das causas e dos mecanismos das doenças. Ao final do projeto, o banco de dados do genoma foi disponibilizado publicamente, porque, os genes, por serem produtos da natureza, não podem ser patenteados (LOPES; SELA, 2017). Por outro lado, a partir dessas informações é possível utilizá-las para gerar lucro monetário. Sendo assim, caso não houvesse perspectiva de lucro, será que o sequenciamento do genoma humano teria sido levado a cabo?

Se a resposta fosse dada por Moor (2005), ao observar que geralmente as decisões são tomadas agregando um peso de decisão maior aos valores monetários do que aos valores morais; ou por Robison (2010), ao expressar sua preocupação em relação à influência que o mercado exerce em tomadas de decisões, a resposta provavelmente seria negativa.

Seguindo essa linha de pensamento puramente materialista (ou monetária), a lógica convida a reflexão de qual teria sido a real motivação e para qual finalidade houve o sequenciamento completo do genoma humano? Foram considerados valores morais e éticos, ou as considerações foram apenas sobre viabilidade técnica e eventual lucro financeiro? Ou ainda; o objetivo era apenas o de expandir a fronteira do conhecimento? Caso, sim: Para qual finalidade e

2 No texto original, em língua inglesa: "gave us the ability, for the first time, to read nature's complete genetic blueprint for building a human being".

o que seria feito com esse novo conhecimento? Haja visto que uma empresa privada também trabalhou nessa tarefa.

Respostas para as perguntas acima deveriam embasar a concepção de toda pesquisa científica, para que, logo no início, tenha-se claro na mente dos envolvidos que a conclusão bem-sucedida trará benefícios para as pessoas que usufruirão do resultado.

De modo geral, todos os projetos empreendidos deveriam considerar, em primeiro lugar, valores morais e éticos, ponderando os valores monetários apenas como um meio para a sua execução, e não como um fim em si. Dessa maneira, penso que tais considerações são critérios que podem ser utilizados como ponto de partida para selecionar quais ideias deveriam seguir adiante, objetivando o bem-estar dos indivíduos, e não limitando a análise apenas sob a perspectiva financeira.

E então, faria algum sentido de as pessoas acreditarem que as pesquisas científicas são todas boas, conforme assinalado por Stahl (2011), ao observar a tendência negativa no comportamento humano, em que, geralmente, as pessoas possuem uma crença de que pesquisas em si são moralmente boas e desejáveis; no entanto, isso não é obviamente verdadeiro quando se trata de pesquisa puramente técnica.

Agora, passando para a análise do segundo exemplo, relacionado a edição genética, na data de 25 de novembro de 2018, foi anunciado ao mundo que, em alguma data do mês anterior, havia nascidos os dois primeiros bebês que sofreram alteração genética em linha germinal, isto é, diretamente nos espermatozoides e óvulos (GREELY, 2019). Isso quer dizer que os bebês nasceram com alguma característica não determinada pela Natureza, porque tal característica foi pensada, projetada e executada por um ou mais indivíduos. Provavelmente a decisão foi tomada com base em valores pessoais, predileções, vontade ou qualquer outra manifestação de desejo que possa ter surgido na mente de uma pessoa, ou decidida em conjunto, sobre como seriam as características desses bebês. Logo, essa decisão feriu um princípio básico da bioética, o respeito à autonomia, e que também é um princípio fundamental em comitês de éticas, que é o consentimento livre e esclarecido.

A título de exemplo, o consentimento livre e esclarecido é um pilar fundamental nas pesquisas em saúde realizadas na África do Sul (VRIES; MUNUNG, 2019). Todos os projetos de pesquisas do Conselho de Pesquisa em Ciências Humanas – Human Sciences Research Council – que envolvam seres humanos devem ser enviados ao Comitê de Ética em Pesquisa – Research Ethics Committee – para que possam ser aprovados, ou não (HUMAN SCIENCES RESEARCH COUNCIL, n.d.), similar aos comitês de éticas brasileiros (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2002).

No exemplo da edição genética dos bebês, o primeiro ponto a se avaliar, e que já deveria servir de fundamento para não dar andamento ao procedimento, é o que diz respeito ao consentimento, pois, é evidente a impossibilidade de consentimento livre e esclarecido para seres humanos que ainda nem nasceram, portanto, pesquisas nesse sentido são antiéticas.

As próximas reflexões serão embasadas nas palavras do pensador e humanista argentino, Carlos Bernardo González Pecotche (1901-1963), fundador da Ciência Logosófica: "Para que a justiça seja justa, em qualquer das formas em que é aplicada, não deverão existir nem parcialidades nem abusos por parte de quem a administra nem de quem se beneficia" (PECOTCHE, 2013, p. 349).

No meu entendimento, é um grande abuso que um indivíduo, se utilizando de seus conhecimentos, altere o que a Natureza determinaria como característica para outro indivíduo. Por mais que as intenções possam ser boas, não cabe a um indivíduo, ou a uma sociedade, decidir unilateralmente de como devem ser as características dos seres humanos da próxima geração.

Essa escolha de características arbitrárias é parcial, porque ao decidir quais deveriam ser incluídas ou excluídas, houve uma decisão baseada, por exemplo, nas necessidades momentâneas, nos desejos de como a atual sociedade gostaria que fosse a próxima, ou por qualquer outro motivo que possa surgir na mente de quem estiver tomando a decisão naquele momento.

Nesse contexto, a edição genética é tanto parcial, pois alguém determina quais serão as características dos bebês, como também comete abuso, já que se utiliza de conhecimentos para modelar características dos seres humanos das próximas gerações; assim sendo, não houve justiça

na atuação. Outros argumentos contrários a edição genética podem ser encontrados no artigo "Consideração Ética sobre a Edição Genética em Seres Humanos" (TOLEDO, 2021).

Desse modo, argumento que todos os empreendimentos devem ter o indivíduo como centro, lançando luz em valores morais e éticos fundamentais, e essenciais, a todos os seres humanos, para assim, harmonizar divergências entre as pessoas. Dado a existência de valores comuns a todos os indivíduos, acredito que considerá-los nos projetos que envolvam a bioinformática seja um ótimo indicador para maximizar os potenciais benefícios com o progresso científico alcançado com a bioinformática.

Após essa análise sobre como fazer um melhor uso do conhecimento adquirido com o sequenciamento do genoma humano, e de como não cometer injustiça ao praticar a edição genética, na última seção a seguir são descritas as considerações finais deste ensaio.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho, inicialmente, descreveu sobre três importantes vertentes da ética aplicada: bioética, ética computacional e ética em bioinformática. Em seguida foi utilizado como exemplo o sequenciamento do genoma humano, para tecer considerações de como selecionar, de acordo com valores éticos, projetos científicos que resultem em uma maior beneficência às pessoas. Em adicional, foi abordado sobre o perigo de se olhar apenas para lucros financeiros.

Depois, considerando a edição genética em linha germinal como exemplo, foi apontado como a sua prática é injusta e injustificável, porque é dever da ciência proceder com justiça, para que não haja parcialidade e nem abusos de nenhuma espécie, ou seja, não cometer injustiça, desconsiderando outras perspectivas relevantes, ou fazendo mau uso dos conhecimentos, e, dessa forma, procedendo de forma antiética.

A ausência de princípios éticos e o não cultivo de bons valores morais nas pessoas comprometidas com a ciência aumenta a possibilidade de agir de maneira inadequada, podendo, por exemplo, fazer uso dos conhecimentos de forma enviesada para satisfazer desejos pessoais ou às exigências alheias, desconsiderando o bem comum, que deve ser o foco de todas as Ciências.

Em suma, dois problemas foram identificados que pode resultar em maleficência em projetos científicos: prosseguir com pesquisas com o intuito exclusivo de se obter lucro monetário e o de não considerar valores morais e princípios éticos.

Por último, a questão que fica em aberto, para trabalhos posteriores, é o que fazer com o conhecimento obtido com o sequenciamento do genoma humano, no sentido de utilizá-lo para beneficiar o maior número de pessoas e, portanto, não o utilizar para aumentar ainda mais a distância entre os seres humanos.

REFERÊNCIAS

ARAÚJO, Nilberto Dias de et al. A Era da Bioinformática: Seu Potencial e suas Implicações para as Ciências da Saúde. **Estudos de Biologia**, v. 30, n. 70/71/72, p. 143-148, 2008.

DALL'AGNOL, Darlei. **Bioética**. 1. ed. Zahar, 2005.

GREELY, Henry T. CRISPR'd Babies: Human Germline Genome Editing in the 'He Jiankui Affair'. **Journal of Law and the Biosciences**, v. 6, n. 1, p. 111–183, Out. 2019. <https://doi.org/10.1093/jlb/lisz010>.

HONGLADAROM, Soraj. Ethics of Bioinformatics: A Convergence between Bioethics and Computer Ethics. **Asian Biotechnology and Development Review**, v. 9, n. 1, p. 37-44, Nov. 2006.

Human Sciences Research Council. **Research Ethics Committee**. HSRC. n.d.. Disponível em: <http://hsrc.ac.za/en/about/research-ethics>. Acesso em: 2 out. 2020.

KUZU, Abdullah. Problems Related to Computer Ethics: Origins of the Problems and Suggested Solutions. **Turkish Online Journal of Educational Technology**, v. 8, n. 2, Abr. 2009.

LOPES, Guilherme S.; SELA, Yael. Human Genome Project. In: ZEIGLER-HILL, Virgil. **Encyclopedia of Personality and Individual Differences**. 1. ed. Springer International

Publishing, 2017, p. 1-4. Disponível em: https://link.springer.com/referenceworkentry/10.1007/978-3-319-28099-8_724-1. Acesso em: 5 out. 2020.

MASON, Richard. Four Ethical Issues of the Information Age. **MIS Quarterly**, v. 10, n. 1, Mar. 1986.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. **Manual Operacional para Comitês de Ética em Pesquisa**. 1. ed. Brasília, Brasil: Ministério da Saúde, 2002. ((Série CNS Cadernos Técnicos) – (Série A. Normas e Manuais Técnicos; n. 133)). Disponível em: http://conselho.saude.gov.br/biblioteca/livros/Manual_ceps.pdf. Acesso em: 2 out. 2020.

MOOR, James H.. Why we Need Better Ethics for Emerging Technologies. **Ethics and Information Technology**, v. 7, p. 111–119, Set. 2005.

MOTTA, Luís Cláudio de Souza; VIDAL, Selma Vaz; SIQUEIRA-BATISTA, Rodrigo. Bioética: Afinal, o que é isto?. **Rev. Bras. Clin. Med.**, São Paulo, v. 10, n. 5, p. 431-439, Set.-Out. 2012.

National Human Genome Research Institute. **Human Genome Project Timeline of Events**. Genome. 2020. Disponível em: <https://www.genome.gov/human-genome-project/Timeline-of-Events>. Acesso em: 1 out. 2020.

PECOTCHE, Carlos Bernardo González. **Coletânea da Revista Logosofia: Tomo IV**. Tradução Filiados da Fundação Logosófica em Prol da Superação Humana. 1. ed. São Paulo: Editora Logosófica, 2013. Tradução de: Colección de la Revista Logosofía: Tomo IV.

ROBISON, Wade L.. Bioinformatics and Privacy. **Ethics in Biology, Engineering & Medicine - An International Journal**, v. 1, n. 1, p. 9-17, 2010.

STAHL, Bernd Carsten. IT for a Better Future: How to Integrate Ethics, Politics and Innovation. **Journal of Information, Communication & Ethics in Society**, v. 9, n. 3, p. 140-156, 16 Ago. 2011.

STAHL, Bernd Carsten; TIMMERMANS, Job; MITTELSTADT, Brent Daniel. The Ethics of Computing: A Survey of the Computing-oriented Literature. **ACM Computing Surveys**, v. 48, n. 4, Fev. 2016. Artigo 55.

TOLEDO, Thiago Ferreira de. Consideração Ética sobre a Edição Genética em Seres Humanos. **Brazilian Journal of Forensic Sciences, Medical Law and Bioethics**, v. 10, n. 2, p. 147-163, 2021. Disponível em: [https://doi.org/10.17063/bjfs10\(2\)y2021147-163](https://doi.org/10.17063/bjfs10(2)y2021147-163). Acesso em: 17 mar. 2021.

VACURA, Miroslav. The History of Computer Ethics and its Future Challenges. In: CONFERENCE INFORMATION TECHNOLOGY AND SOCIETY INTERACTION AND INTERDEPENDENCE, 23rd Interdisciplinary InformationManagement Talks. 2015. **Proceedings [...]** Linz, Austria, 2015.

VILAÇA, Murilo Mariano; PALMA, Alexandre . Limites Biológicos, Biotecnociência e Transumanismo: Uma Revolução em Saúde Pública?. **Interface - Comunicação, Saúde, Educação**, v. 16, n. 43, 30 Nov. 2012. Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1414-32832012000400013. Acesso em: 2 out. 2020.

VRIES, J. de; MUNUNG, N. S. Ethical Considerations in Genomic Research in South Africa. **South African Medical Journal**, v. 109, n. 6, p. 375-377, Jun. 2019.