

# VAMOS VIVER MAIS? OS IMPACTOS DA BIOTECNOLOGIA NA LONGEVIDADE HUMANA

**Bárbara Rech** - barbara.rech@hotmail.com  
Departamento de Engenharia Mecânica, UFSC  
Campus Reitor João David Ferreira Lima

**Lucas Zambrano Barboza** - lucas.barboza@polo.ufsc.br  
Departamento de Engenharia Mecânica, UFSC  
Campus Reitor João David Ferreira Lima

**Resumo:** *Com o avanço da ciência, é inegável o aumento da expectativa de vida média dos seres humanos. Apesar de haver controvérsias, como a afirmação de que existe um teto para a quantidade de anos que um ser humano pode viver, é impossível fechar os olhos para o fato de que a sociedade está cada vez mais velha. São propostas, então, reflexões acerca dos fatores que influenciam na possibilidade de um envelhecimento da sociedade, tal como suas consequências no longo prazo. Discute-se sobre como a economia vem sendo influenciada, e projeções para o que ainda está para ser alterado. Levando em conta que muitos dos conceitos da ficção científica acabam se tornando parte da realidade, muito provavelmente pela influência que esses veículos de comunicação e expressão exercem sobre as pessoas, entre elas pesquisadores, cientistas e engenheiros, é proposta a seguinte reflexão: se a “vida eterna” fosse possível, seria ético abraçá-la? Como decidir quem merece ou não ter esta regalia? Quais impactos esse novo modelo de existência causaria nas gerações futuras? Quais alternativas existiriam para postergar a morte e ainda assim ser garantido o bem-estar coletivo? A atual desigualdade social e econômica fomenta ainda uma questão atual: como lidar com o contraste do crescente aumento da expectativa de vida de habitantes de países desenvolvidos e a estagnação da expectativa de vida de habitantes de países subdesenvolvidos?*

**Palavras-chave:** *Biotecnologia, longevidade, sociedade.*

## 1 INTRODUÇÃO

O ser humano, desde que se tornou pensante, desenvolve tecnologias para a superação de obstáculos e otimização de tarefas. Esta melhoria constante é a base da filosofia transhumanista, que defende que humanos devem estar em contínuo desenvolvimento, tanto nas capacidades psíquicas quanto motoras. Se essa busca por melhoria sempre existiu, alavancando até o questionamento de essa necessidade de progresso da espécie ser inerente do ser humano, não seria natural se esperar que se esquivar da morte seja mais um objetivo a ser galgado?

Há poucos séculos atrás, a expectativa de vida do ser humano não chegava a 80 anos. O desenvolvimento da ciência e suas aplicações tecnológicas, associados ao aumento da consciência sanitária e melhoria de medicamentos, permitiram que o ser humano prolongasse sua vida esperada para quase um século, cuja tendência aponta na direção do crescimento desta média. O mais forte colaborador desde fenômeno é o desenvolvimento da biotecnologia.

Entretanto, uma questão é levantada tão logo se pare pra pensar na problemática. Se o ser humano se supera constantemente, e sua expectativa de vida simplesmente crescer, talvez indefinidamente, como acomodar os constituintes da “4ª idade”? Como fazer com que eles contribuam com o desenvolvimento econômico de seus respectivos países, de modo a ainda se

manterem saudáveis? Como gerar empregos para estes seres que, apesar do crescente desenvolvimento da tecnologia, continuarão sendo mais frágeis que jovens adultos no auge de suas faculdades mentais e vigor físico? Tais reflexões serão abordadas no texto, cujo foco principal é abrir os olhos e mente dos futuros desenvolvedores dessas tecnologias, fazendo com que estes facilitem a busca para uma solução ótima da chamada “equação civilizatória”.

## **2 TECNOLOGIA**

Para alcançar uma maior longevidade, a melhoria de diversas áreas da ciência e tecnologia são necessárias. Segue, nesta seção, um breve resumo de algumas das áreas do conhecimento que permitem este aumento, tal como suas atuais influências e projeções para o futuro. Também são expostas, brevemente, tecnologias oriundas da ficção científica que, mesmo apresentando caráter predominantemente distópico, geram reflexões imprescindíveis para qualquer desenvolvedor de ciência e tecnologia.

### **2.1 ENGENHARIA GENÉTICA**

Um dos fatores mais preponderantes da longevidade de seres humanos é a genética. Uma das maneiras de se aumentar a expectativa de vida é a modificação de genes, cuja tecnologia já está disponível e com resultados prósperos.

Vários grupos de pesquisa se dedicam a estudar formas de alteração genética para retardar o desgaste dos telômeros, segmentos de material genético com função de proteger o restante da fita de DNA. Este encurtamento atrapalha a replicação celular, fazendo com que o processo de envelhecimento ocorra mais rapidamente. Portanto, quanto menor o desgaste nos telômeros, maior o número de células disponíveis para a multiplicação celular, e assim, maior capacidade de reparo de tecidos danificados.

Outra forma de modificação genética é o remodelamento epigenético, que é definido como modificações do genoma (através de mudanças químicas no DNA e em proteínas que envolvem o DNA) que são herdadas pelas próximas gerações, mas que não alteram a sequência do DNA. Com isto, é possível diminuir a expressão de genes associados com o processo de envelhecimento, aumentando a capacidade regenerativa dos tecidos e a expectativa de vida.

### **2.2 BIOCHIPS**

Os *wearables gadgets* já vêm equipados com sensores para coletar dados sobre a frequência cardíaca, consumo calórico e hábitos de sono. Com as dimensões de um grão de arroz, esses gadgets, que são pequenos circuitos eletrônicos envoltos em uma cápsula de vidro cirúrgico, já podem ser implantados em seres humanos, apesar de ainda apresentarem funções limitadas. A ideia é cruzar informações e ajudar o usuário a levar uma vida mais saudável.

Nos próximos dez anos, contudo, eles poderão fornecer dados sobre o organismo que o abriga. Informações como níveis de glicose, ureia, oxigênio, hormônios e colesterol devem ser as primeiras a serem obtidas a partir de fluidos corporais, como o sangue. Essas substâncias serão analisadas ao passar pelos microcanais presentes na cápsula de vidro: microssores eletrônicos vão identificar a presença de biomarcadores, parâmetros biológicos que sinalizam se a pessoa está doente ou saudável. Isso permitirá, por exemplo, detectar o trânsito de células cancerígenas ou identificar sinais de um infarto iminente. De acordo com Idagene Cestari, diretora de bioengenharia do Instituto do Coração (Incor), “[...] os biochips vão acelerar o diagnóstico das doenças, porque são ultrasensíveis. Isso vai permitir exames de análises clínicas mais rápidos e baratos”.

Além de tornar o diagnóstico mais eficiente, os biochips podem ajudar no tratamento de doenças crônicas, como diabetes. Os dispositivos diminutos poderão ser implantados no organismo com um “estoque” de insulina, liberando as doses necessárias diariamente. O mesmo pode ocorrer no caso de outras doenças, como pressão alta.

## 2.3 IMPRESSÃO DE ÓRGÃOS

Uma das causas mais comuns de morte na sociedade é a falência de órgãos. Devido ao pequeno número de doadores, nem todo mundo consegue um transplante a tempo. A alternativa encontrada para solucionar essa questão e assim, aumentar a expectativa de vida do paciente, é a impressão 3D de órgãos utilizando materiais biocompatíveis.

Na bioimpressão, o órgão ou tecido é estruturado a partir de elementos construtores básicos que funcionam como blocos de montar, chamados de esferoides teciduais, capazes de fundirem-se uns aos outros. Esses elementos, obtidos de células do próprio paciente, são armazenados por uma bioimpressora 3D que fabrica o órgão ou tecido, camada a camada, seguindo um conjunto de instruções, com detalhes complexos da geometria da estrutura a ser construída.

No entanto, os órgãos mais demandados, como coração, fígado e rins, são mais difíceis de recriar com essa tecnologia, por serem compostos por uma estrutura complexa que consiste em diversos tipos de células. Portanto, por ser uma tecnologia que ainda está sendo desenvolvida, resultados mais expressivos deverão vir na próxima década.

## 2.4 CONSCIÊNCIA ARTIFICIAL

E num futuro distante, ou talvez não tão distante assim, seria possível que o ser humano transcedesse seu corpo biológico e tivesse sua consciência armazenada em servidores? Esta ideia é abordada no episódio “San Junipero” do seriado *Black Mirror*. Nele, as pessoas fazem um *upload* completo delas mesmas para um universo virtual, desligando-se completamente de seus corpos físicos, atingindo, assim, a imortalidade. Isto é feito através de um armazenamento no Big Data, onde tudo é reconstruído a partir destes dados.

Apesar de soar utópico (ou até mesmo distópico, dependendo do ponto de vista), o quão distante a tecnologia atual está de tornar isto realidade? Não faltam investimentos em ideias de tecnologia que prometem, um dia, tornar cérebros humanos em digitais. Um exemplo disso é o movimento 2045, fundado pelo bilionário russo Dmitry Itskov em 2011, com o intuito de dar a imortalidade aos seres humanos, com a transferência de suas personalidades para um receptáculo superior ao corpo humano. A ideologia do movimento é "criar tecnologias que permitam transferir a personalidade de um indivíduo para um transportador não biológico mais avançado, que amplie a vida".

## 3 SOCIEDADE

Em meio a estes progressos tecnológicos, uma dúvida surge naturalmente: quais são as consequências do envelhecimento da sociedade? Nesta seção são discutidos brevemente os impactos do “engrossamento” do topo da pirâmide etária, abordando assuntos como economia, cultura e bem-estar. Após a exposição de mudanças no paradigma atual, é feita uma elucubração: como seria o cenário mundial caso a vida “eterna” seja atingida?

### 3.1 ASPECTOS ECONÔMICOS

No Brasil, a idade mínima para que o trabalhador adulto tenha direito a se aposentar será retificada a cada dois anos, associado a um aumento gradual no tempo mínimo de contribuição, na chamada Reforma da Previdência. Desta maneira, a menos que haja uma maneira de se assegurar a boa saúde do cidadão com elevadas idades, a frase “Morrer trabalhando ou trabalhar até morrer” deixa de ser um mero exagero tragicômico.

Essa reforma surge da necessidade de se reverter a dependência que os aposentados tem de capital público, já que deixam de contribuir e passam a ser “sumidouros” de dinheiro

público, o que, de acordo com a Secretaria da Previdência Social, causa um déficit crescente na Previdência. Assim, parece natural que haja um rearranjo do papel do idoso na sociedade atual. A reflexão induzida neste ponto é: como fazer isto de maneira salutar?

Uma das possibilidades para se assegurar que o idoso permaneça contribuindo é a geração de empregos que não requerem muitos esforços físicos. Um ponto negativo nesta exigência é que, em geral, empregos que não demandam esforços físicos demandam uma formação de nível técnico, pelo menos. O problema seria tornar estes idosos aptos de realizarem tais atividades, ou seja, seria necessário uma nova educação destes idosos. Uma discussão, que fica em aberto por fugir do escopo do artigo, seria em como dar a estes idosos a formação necessária para que eles sejam menos dependentes do Governo, mesmo acima dos 70 anos, num país como o Brasil, em que falta educação básica para crianças e adolescentes.

Entretanto, cabe aqui citar que já existem empresas focadas em reinserir idosos no mercado de trabalho, como a MaturiJobs. A filosofia da empresa pode ser resumida em uma frase retirada de seu site oficial: “Acreditamos em um futuro onde ninguém mais decida por nós quando é hora de parar e onde todos valorizem a riqueza da troca entre as diferentes gerações. E vamos lutar por isso.” Tais considerações levam diretamente à subseção seguinte.

### **3.2 RESSIGNIFICAÇÃO**

Apesar de ser necessário reinserir idosos no mercado de trabalho, só isto não basta. É necessário assegurar que estes tenham uma boa qualidade de vida, e sintam-se confortáveis em seu estado de envelhecimento. Com o aumento da longevidade humana, a criação de novos ambientes para idosos se faz imprescindível para que haja a preservação do desejo de viver. Com um aumento desenfreado da expectativa de vida, a criação destes ambientes e programas de ressignificação deverão se intensificar. A questão que surge é: como gerar tal resinserção caso a pirâmide etária sofra uma inversão? Haverão espaços suficientes para isso?

### **3.3 A VIDA “ETERNA”**

A sociedade sofreria uma brusca alteração caso fosse possível obter vida eterna, seja pelo *upload* da consciência em computadores biocompatíveis, ou seja pela alteração do corpo biológico com as tecnologias discutidas na seção anterior. Neste caso extremo, a estrutura familiar e social como existe hoje deixaria de existir. Seria possível ter filhos mesmo sem se ter um corpo, por meio de tecnologias como fertilização *in vitro* e úteros artificiais. Como seria, então, essa interação entre pais e filhos? Seria um direito dos pais decidirem se os filhos deveriam ser, também, aprimorados artificialmente? Questões éticas surgiriam, e decisões deveriam ser tomadas pelos geradores dessas novas tecnologias: os cientistas e engenheiros.

Outro questionamento que surge com o desenvolvimento de uma estrutura que permitisse a “vida eterna” é se esta possibilidade deveria ser um direito, comum a todas as pessoas, ou se deveria ser adquirido financeiramente. No segundo caso, a dificuldade ética de se justificar “por que quem tem mais dinheiro merece viver para sempre?” causaria discussões fervorosas. Novamente, a responsabilidade de se abrandar tais discussões recairiam nas mãos de desenvolvedores destas tecnologias. Por fim, fica a provocação: os humanos “eternos”, em seus corpos sintéticos (ou até inexistentes, no caso de só sobrar a consciência), são ainda humanos? Não estaria esta tecnologia retirando da espécie humana a sua humanidade? Qual seria o papel desse ser humano nessa nossa organização social?

## **4 (CONS)CIÊNCIA**

Tentando traçar um paralelo entre o ensino de CTS e o presente tema, a última seção trata de um outro “C”: a conscientização dos futuros cientistas e engenheiros no desenvolvimento da ciência.

A busca por conhecimento e aprimoramento sempre foi presente na vida do homem, desde que este se tornou sábio. As novas tendências do desenvolvimento científico e tecnológico apontam para uma mais forte integração homem-máquina, na chamada Indústria 4.0, com o desenvolvimento desenfreado de tecnologias de inteligência artificial e maquinário autônomo. Em contraste com esse volume exorbitante de novos conhecimentos, é difícil tapar os olhos para o atraso tecnológico e sanitário de países subdesenvolvidos. Enquanto em países da Europa a expectativa de vida média fica acima dos 75 anos, na África a média fica abaixo dos 60. Não seria mais humano se concentrar em resolver as questões pendentes de países onde falta saneamento básico e alimentos, sendo estas necessidades básicas, ao invés dessa corrida desenfreada por desenvolvimento de tecnologias que beneficiam uma pequena parcela da população mundial, além de substituir empregados humanos por máquinas? Será que a busca por novos conhecimentos que poderiam, potencialmente, aumentar ainda mais a disparidade de expectativa de vida média entre países desenvolvidos e subdesenvolvidos deveriam estar sob os holofotes, ao invés da busca por meios de se uniformizar a expectativa de vida, de modo que todos tenham saúde?

## **5 CONCLUSÃO**

A ideia principal do artigo foi gerar reflexões para o leitor. Questionamentos deixados sem resposta de propósito, para que o leitor reflita sobre o rumo que a ciência e tecnologia estão tomando, e como estes impactam a sociedade como um todo. O objetivo não foi doutrinar o leitor, demonizando o avanço científico, mas mostrar que tecnologias desenvolvidas para o bem de seres humanos podem ter, também, um lado perverso.

Deve ficar claro que os autores apoiam o avanço científico e o desenvolvimento de métodos para a extensão da longevidade humana, mas concordam que deve haver um equilíbrio entre as prioridades do que é pesquisado com o cenário mundial como um todo. Claro que esperar que o mundo seja igual para todos é uma esperança vã e utópica, mas os autores esperam que estas provocações sejam suficientes para causarem reflexões nos futuros desenvolvedores de tecnologia.

## 6 REFERÊNCIAS

- [1] HARARI, Yuval. **Homo Deus: Uma Breve História do Amanhã.** : Companhia das Letras, 2015.
- [2] THOMPSON, Derek. **The Post-Human World.** Disponível em: <<https://www.theatlantic.com/business/archive/2017/02/the-post-human-world/517206/>>. Acesso em: 20 maio 2018.
- [3] **A longevidade nos pequenos detalhes.** Disponível em: <<http://profissaobiotec.com.br/longevidade-nos-pequenos-detalhes/>>. Acesso em: 31 maio 2018
- [4] **Os mecanismos do envelhecimento.** Disponível em: <<http://revistapesquisa.fapesp.br/2017/04/18/os-mecanismos-do-envelhecimento/>>. Acesso em: 23 maio 2018.
- [5] **Prepare-se: seu DNA ainda será remixado.** Disponível em: <<https://super.abril.com.br/ciencia/prepare-se-seu-dna-ainda-sera-remixado/>>. Acesso em: 01 jun. 2018.
- [6] **Tecnologia pode criar elite de super-humanos e massa de 'inúteis', diz autor de best-seller.** Disponível em: <<http://www.bbc.com/portuguese/geral-39752430>>. Acesso em: 01 jun. 2018.
- [7] **Os seres humanos estão realmente à beira de alcançar a imortalidade?** Disponível em: <<https://universoracionalista.org/os-seres-humanos-estao-realmente-a-beira-de-alcancar-a-imortalidade/>>. Acesso em: 02 jun. 2018.
- [8] **Robótica adaptada ao corpo humano.** Disponível em: <[https://www.correiobraziliense.com.br/app/noticia/eu-estudante/me\\_gerais/2012/10/11/me\\_gerais\\_interna,327416/robotica-adaptada-ao-corpo-humano.shtml](https://www.correiobraziliense.com.br/app/noticia/eu-estudante/me_gerais/2012/10/11/me_gerais_interna,327416/robotica-adaptada-ao-corpo-humano.shtml)>. Acesso em: 28 maio 2018.
- [9] **Tudo sobre a Reforma da Previdência.** Disponível em: <<https://especiais.gazetadopovo.com.br/politica/reforma-previdencia/>>. Acesso em: 20 de junho de 2018.
- [10] **Nova regra para aposentadoria – Veja o que mudou e o que não mudou.** Disponível em: <<https://paulamcasi.jusbrasil.com.br/artigos/253092527/nova-regra-para-aposentadoria-veja-o-que-mudou-e-o-que-nao-mudou>>. Acesso em: 20 de junho de 2018.
- [11] **Mais idosos no mercado de trabalho.** Disponível em: <<https://oglobo.globo.com/economia/emprego/mais-idosos-no-mercado-de-trabalho-22520971>>. Acesso em: 20 de junho de 2018.
- [12] **Uma ovelha está crescendo em um útero artificial; bebês são próximo passo.** Disponível em: <<https://www.tecmundo.com.br/ciencia/116104-ovelha-crescendo-utero-artificial-bebes-proximo-passo.htm>>. Acesso em: 20 de junho de 2018.

[13] **África - Expectativa de vida (anos).** Disponível em: <<https://pt.actualitix.com/pais/afri/africa-expectavia-de-vida.php>>. Acesso em: 20 de junho de 2018.

[14] **Europa - Expectativa de vida (anos).** Disponível em: <<https://pt.actualitix.com/pais/eurp/europa-expectavia-de-vida.php>>. Acesso em: 20 de junho de 2018.

[15] **Idosos movimentam economia com investimentos em viagens e estudo.** Disponível em: <<http://g1.globo.com/bom-dia-brasil/noticia/2014/04/idosos-movimentam-economia-com-investimentos-em-viagens-e-estudo.html>> Acesso em: 20 de junho de 2018.

[16] **MaturiJobs - Oportunidades de trabalho e desenvolvimento para pessoas maduras e empregos para terceira idade.** Disponível em: <<https://www.maturijobs.com/>> Acesso em: 20 de junho de 2018.