

## Artigos de Revisão

## Uma visão geral das teorias do envelhecimento humano

## An overview of human aging theories

## Una visión general de las teorías del envejecimiento humano

 <http://dx.doi.org/10.18316/sdh.v8i1.6192>Marcelo de Maio Nascimento<sup>1\*</sup>**RESUMO**

A senescência tem sido foco de interesse para pesquisadores desde o século XIX. Diante disso, foram elaboradas várias teorias para explicar o processo do envelhecimento humano, fato que gerou grupos e subgrupos de teorias. Este manuscrito revisou as principais teorias do envelhecimento e, por conseguinte, sintetizou e classificou as informações existentes. Nossas visões sobre a temática foram apresentadas em um modelo ilustrativo, que consolidou a temática em quatro grupos: i) teorias evolucionárias modernas, ii) teorias programadas, iii) teorias de danos e, iv) teorias combinadas. Ademais, considerações foram feitas sobre a natureza consensual das propostas teóricas apresentadas e suas inter-relações. Nesse contexto, concluiu-se que apesar dos avanços da ciência e do grande número de teorias criadas ao longo dos anos, ainda não existe um entendimento definitivo sobre o processo do envelhecimento, a nível evolutivo, como também é desconhecida a amplitude das analogias dos fatores associados ao processo.

**Palavras-chave:** envelhecimento; teoria; biologia; genética.

**ABSTRACT**

Senescence has been a focus of interest for researchers since the 19th century. Given this, several theories were elaborated to explain the process of human aging, a fact that generated groups and subgroups of theories. This manuscript reviewed the main theories of aging and therefore synthesized and classified existing information. Our views on the subject were presented in an illustrative model, which consolidated the theme into four groups: i) modern evolutionary theories, ii) programmed theories, iii) damage theories, and iv) combined theories. In addition, considerations were made about the consensual nature of the theoretical proposals presented and their interrelationships. In this context, it was concluded that despite the advances in science and the large number of theories created over the years, there is still no definitive understanding of the evolutionary process of aging, as well as the amplitude of the analogies of the factors is unknown. associated with the process.

**Keywords:** aging, theory, biology, genetics.

**INTRODUÇÃO**

Em razão da transição demográfica e do rápido aumento do quantitativo de idosos, cresceu nas últimas décadas o interesse da ciência por tópicos relativos ao envelhecimento humano.<sup>1</sup> Paralelo ao fato, um número significativo de teorias psicológicas, sócias e biológicas foram criadas

<sup>1</sup> Professor Adjunto III, Colegiado de Educação Física - Universidade Federal do Vale do São Francisco - Brasil.

\* **Autor correspondente:** Av. José de Sá Maniçoba, S/N - Centro, Petrolina - PE, 56304-917.

**E-mail:** [marcelo.nascimento@univasf.edu.br](mailto:marcelo.nascimento@univasf.edu.br)

com a finalidade de expandir o entendimento e tratamento dos fatores associados e responsáveis pelo processo do envelhecimento.<sup>2</sup> Entretanto, apesar da evolução da ciência e suas importantes conquistas, ainda hoje, existem dúvidas sobre: Por que envelhecemos? Quais são os marcadores do envelhecimento? Qual o momento do início deste processo? E, mesmo se há um limite de tempo para o ser humano envelhecer?

O envelhecimento é definido como um processo multifatorial determinado por fatores genéticos e ambientais.<sup>1,2,3</sup> A identificação dos agentes que regulam o caso é limitada pela complexidade do próprio processo e heterogeneidade dos marcadores genéticos que compõem o organismo de cada indivíduo.<sup>3</sup> Apesar de existir um número considerável de teorias sobre o envelhecimento ainda permanecem dúvidas sobre os fatores que controlam a vida humana. Em 2007, Viña, Borràs, Miquel<sup>4</sup> publicaram o estudo intitulado *Theories of Aging*, destacando as dificuldades para proceder com estudo de revisão sobre as teorias do envelhecimento humano. Aliado ao caso, verificou-se que além de serem seletivas, os consecutivos avanços da ciência tornam rapidamente os princípios teóricos ultrapassados. Deste modo, é difícil criar uma teoria unificada, capaz de associar todas as peças do quebra-cabeça responsável pelo envelhecimento humano. Contudo, o papel da ciência consiste em revisar teorias anteriores e a partir disso desenvolver novas hipóteses para que se possa obter respostas úteis sobre problemas atuais, assim como, amparar à fundamentação de novos estudos na área da Gerontologia.

Conforme a literatura especializada, as teorias são divididas em dois grupos: teorias programadas e teorias estocásticas.<sup>4,5,6</sup> Teorias programadas funcionam como “relógios biológicos”, regulando os processos de crescimento, maturidade, senescência, e inclusive a morte dos seres humanos. Por outro lado, as teorias estocásticas buscam identificar os agentes responsáveis pelos agravos da saúde, uma vez que, possuem relação direta com o processo do envelhecimento; logo aqueles que causam danos celulares e moleculares aleatórios e progressivos. Ademais, paralelo às teorias programadas e estocásticas existem as teorias evolutivas, que afirmam que tanto os organismos, como o homem vêm sofrendo mudanças naturais ao longo de milhares de anos.<sup>7</sup>

Nesse contexto, há décadas vários estudos

e teorias abordaram sob diferentes prismas os mecanismos responsáveis pelo envelhecimento humano. Entretanto, considerando a complexidade do caso e os diferentes pontos de vista da questão, não há um consenso na área da ciência sobre as causas diretas do envelhecimento. Isso mostra a necessidade do desenvolvimento de estudos, principalmente, de revisão de literatura, que ofereçam uma visão geral sobre as teorias do envelhecimento humano. Pois, ainda hoje, existem dúvidas sobre o caso. Ademais, apesar das teorias do envelhecimento apresentarem diferenças, elas não devem ser consideradas separadamente, mas sim como portadoras de saberes complementares. Por essas razões, a realização do presente estudo se justifica como fonte de informação à promoção do conhecimento dos profissionais da área da gerontologia, bem como, de material à qualificação de suas práticas diárias.

Nessa perspectiva, o presente estudo teve por fim revisar a literatura especializada referente às teorias do envelhecimento humano, igualmente, classificar e apresentar as teorias do envelhecimento humano de forma sintetizada, destacando suas particularidades.

## METODOLOGIA

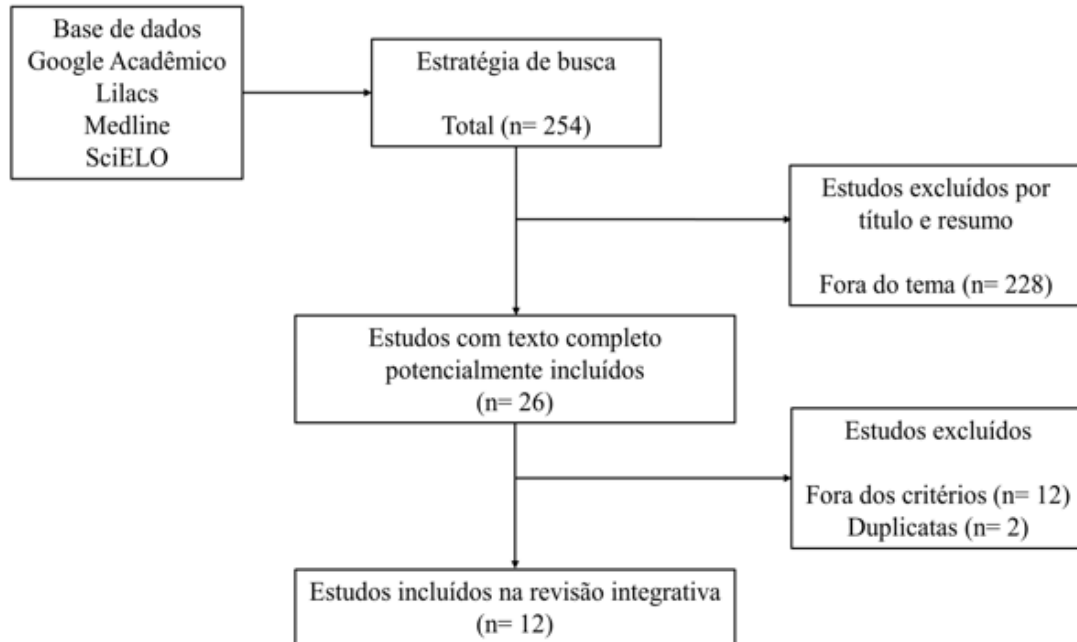
Trata-se de uma Revisão Integrativa da Literatura. Este procedimento busca sumarizar a bibliografia anterior, independentemente do método investigativo, ampliando e qualificando a compreensão dos leitores sobre um dado fenômeno. A busca do referencial teórico foi realizada nas bases de dados Google Acadêmico, Lilacs, Medline e SciELO. Para tanto foram eleitos os seguintes descritores: i) português: teoria do envelhecimento, processo do envelhecimento, e humanos, ii) inglês: *aging theory, aging process, and humans*. Como critério de inclusão foi adotado: i) estudos em português e inglês, ii) publicações realizadas entre os anos 2002-2018. Foram excluídos estudos que: i) não abordaram especificamente teorias do envelhecimento humano, ii) duplicatas, iii) teses, e iv) anais de congressos. Os dados foram processados e armazenados em uma planilha no programa Excell® (Office 2010®). Nesta, as informações foram separadas por ano, autor, objetivo, tipo de estudo e principais resultados.

## RESULTADOS

A Figura 1 apresenta os resultados da estratégia de busca realizada por este estudo. Mediante o cruzamento dos descritores foram encontrados inicialmente 254 artigos. Desses, 26 apresentaram compatibilidade com a pergunta

norteadora e com os critérios de inclusão. Todos os estudos foram lidos na íntegra. Após análise crítica, 12 manuscritos foram excluídos por não atenderem os critérios de inclusão e dois por motivo de dupla indexação. Ao final, 12 artigos foram incluídos na revisão integrativa.

**Figura 1.** Fluxograma da seleção dos estudos incluídos na revisão integrativa.



O Quadro 1 detalha os estudos incluídos na revisão integrativa. As informações foram categorizadas, segundo autor, ano de publicação, objetivo do estudo, tipo do estudo e principais resultados. Observa-se que as investigações possuíram objetivos similares, prevalecendo a área da biologia celular, aspectos históricos evolutivos e um estudo abordou o papel do exercício físico

sobre o envelhecimento. Outra característica encontrada foi a inclusão de figuras nos textos para sintetizar as teorias do envelhecimento e facilitar o entendimento dos processos de transformação celular sobrevivendo do envelhecimento fisiológico.

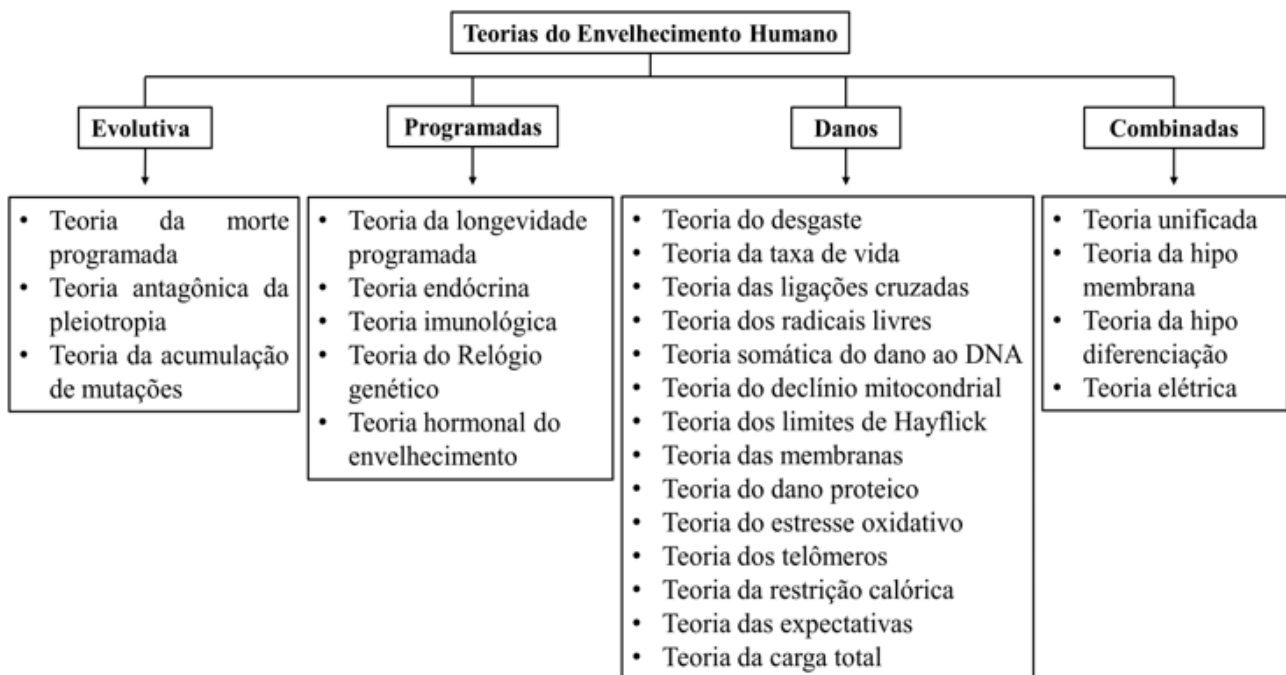
**Quadro 2.** Descrição dos artigos incluídos na revisão integrativa.

<b>Ano/Autor</b>	<b>Objetivo</b>	<b>Tipo do estudo</b>	<b>Principais resultados</b>
Da Costa et al. (2016)	Revisar mudanças celulares que ocorrem durante o envelhecimento humano.	Revisão integrativa	Biogerontologistas devem estar cientes da interconectividade que há entre os fatores associados ao envelhecimento para chegar a conclusões válidas e definitivas.
Rodríguez Rodero et al. (2011)	Revisar os fatores genéticos mais conhecidos responsáveis pelo processo do envelhecimento humano.	Revisão integrativa	O envelhecimento inclui a função genética alterada e fatores epigenéticos (DNA). Estratégias anti-envelhecimento necessitam de estudos futuros que descrevam as alterações fisiológicas relacionadas à idade.
Viña, Borrás e Miguel (2007)	Revisar as principais teorias do envelhecimento humano na área da biologia.	Revisão integrativa	O DNA pode ser a molécula alvo mais crítica para o estresse oxidativo relacionado à idade. Há relação entre o envelhecimento e a programação genética: perda de telômeros e morte celular.
Farinatti (2002)	Apresentar correntes teóricas relacionadas ao envelhecimento. Tecer considerações sobre o papel do exercício no envelhecimento.	Revisão integrativa	As teorias carecem de comprovação definitiva sobre sua influência e formas como interagiriam. Há incertezas sobre o papel do exercício físico como estratégia para retardar o envelhecimento.
Jin (2010)	Sintetizada as teorias do envelhecimento humano.	Comentário	Muitas teorias interagem entre si de forma complexa. O entendimento das teorias pode promover o envelhecimento bem-sucedido e melhorar a vida útil da humanidade.
Rose et al. (2008)	Revisar os princípios das teorias evolutiva da biologia, entre os séculos XIX-XXI.	Revisão integrativa	Conceitos não-darwinianos são diluídos nas publicações biológicas. Mas, seus saberes podem promover uma teoria geral e preditiva do envelhecimento.
Tosato et al. (2007)	Fornecer evidências sobre intervenções à modificação do processo do envelhecimento humano.	Revisão integrativa	Biogerontologistas devem enfatizar que o objetivo da pesquisa sobre envelhecimento não é aumentar a longevidade humana, mas estender sua longevidade ativa, livre de incapacidades e dependências funcionais.
Gavrilov & Gavrilova (2002)	Introduzir teorias evolutivas do envelhecimento. Sintetizar informações da área da gerontologia evolutiva.	Revisão integrativa	Teorias evolutivas do envelhecimento são úteis quando abrem novas oportunidades à pesquisa, sugerindo previsões testáveis, mas não devem ser usadas para impor limitações aos estudos do envelhecimento.

Van Raamsdonk (2018)	Revisar estudos sobre a função da genética e epigenética na modulação da longevidade.	Revisão integrativa	É possível prolongar a vida útil e saudável mantendo as vias genéticas que modulam a vida, desde de que essas sejam acionadas durante à vida adulta.
Sergiev et al. (2015)	Resumir teorias atuais do envelhecimento e sintetizar as abordagens à sua compreensão.	Revisão integrativa	Teorias do envelhecimento sugerem como causa do problema a acumulação de danos moleculares. Mudanças na longevidade dos organismos provém de mutações nas vias metabólicas.
Rattan (2006)	Revisar os princípios das teorias do envelhecimento biológico.	Revisão integrativa	O débito progressivo da homeodinâmica reduz as funções fisiológicas, baixa a funcionalidade, aumenta doenças. A intervenção, prevenção e modulação do envelhecimento exige uma teoria unificada biológica (genes).
Mercado-Sáenz et al. (2010)	Revisar as causas e fatores que influenciam o envelhecimento, bem como, relação com ritmos biológicos.	Revisão integrativa	O envelhecimento sobrevém do encurtamento dos telômeros, envelhecimento das mitocôndrias, acúmulo de mutações, atrofia apoptótica dos tecidos somáticos e reprodutivos.

A Figura 2 sintetiza o conjunto de teorias do envelhecimento humano. A criação desta ilustração foi realizada com base nas informações obtidas nos doze estudos incluídos nesta revisão<sup>2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13</sup>.

**Figura 3.** Visão geral da classificação das teorias do envelhecimento humano.



Fonte: Autor (2020)



## DISCUSSÃO

A discussão dos achados será realizada em quatro tópicos, conforme a apresentação dos resultados (Figura 2): teorias evolutivas, teorias programadas, teorias de danos ou erro e teorias combinadas

### **Teorias Evolutivas**

Essas teorias são fundamentadas por causa de aspectos basilares da área, em sentido histórico e evolutivo. De forma geral, elas estão ligadas à teoria de seleção natural das espécies desenvolvida pelo naturalista inglês Charles Darwin (1809-1882).<sup>7</sup> Conforme Darwin, comparativamente, os organismos que estão melhor adaptados ao meio apresentam maior chance de sobrevivência, que aqueles menos adaptados. Para Darwin isso seria determinante à perpetuação das espécies. Teorias evolucionárias do envelhecimento são úteis, pois permitem a estruturação de novos olhares sobre temas antigos, contribuindo para formação de novos conhecimentos.<sup>8</sup>

No trabalho intitulado *Evolution of ageing since Darwin*, Rose et al.<sup>7</sup> desenvolveram uma revisão sobre as teorias evolutivas com destaque para área da biologia do envelhecimento humano. Ao longo do texto, os autores apresentaram fundamentos históricos apresentados por pesquisadores renomados como August Weismann (1881-1892), que apresentou o envelhecimento como um produto da evolução. Também há referência para as contribuições de J. B. S. Haldane (1941), que caracterizou o envelhecimento como declínio da força da seleção natural. Por conseguinte, William Hamilton (1966) relacionou o envelhecimento às forças de seleção natural. Enquanto que Brian Charlesworth (1970-1980) desenvolveu uma teoria genética do envelhecimento populacional.

Entre as teorias evolutivas, encontra-se a de “pleiotropia antagônica”, sua hipótese é de que durante à juventude existem genes com efeitos benéficos, mas, que na fase tardia da vida se tornam nocivos.<sup>7</sup> Isso significa dizer, que os genes selecionados potencializariam o vigor do indivíduo jovem, favorecendo à reprodução, gerando no futuro, contudo, alterações de senescência. Segundo esta teoria, a função reprodutiva se apresentaria como marcador para o início da

senescência, ou seja, quanto mais cedo ocorrer a fase de reprodução, mais cedo seria o início da senescência. Conforme a literatura, apesar de existirem melhores evidências para a teoria da “pleiotropia antagonista” do que para a teoria do “acúmulo de mutações”, os resultados em seres humanos ainda não são suficientemente persuasivos.<sup>7</sup>

As seções que seguem apresentam o conjunto de teorias biológicas. O elemento motivador para a criação dessas teorias foi a busca por explicações sobre o conjunto de mudanças fisiológicas, estruturais e funcionais responsáveis pelo processo do envelhecimento humano.<sup>3,4</sup> É importante salientar que teorias biológicas do envelhecimento são determinadas por teorias subjacentes, que se encontram associadas à mecânica do processo evolutivo do ser humano.<sup>5,8</sup> Este agrupamento de hipóteses pode ser classificado em três categorias: teorias programadas, teorias de danos e as teorias combinadas (desenvolvidas mais recentemente).<sup>2</sup> De forma geral, seus princípios são os seguintes:

### **Teorias Programadas**

Também são intituladas como teorias do envelhecimento ativo ou adaptado.<sup>2</sup> A hipótese central é de que o envelhecimento siga um cronograma biológico influenciado por fatores de ordem interna, contudo, possível de sofrer alterações em razão dos fatores externos. Com o aumento da idade alterações genéticas afetam os sistemas responsáveis pelas respostas de manutenção, reparo e defesa do organismo. Isso gera um conjunto de deteriorações progressivas nos órgãos, seguido pelo déficit do desempenho de funções vitais essenciais à vida. Diferentemente das teorias programadas, o conjunto de teorias baseadas nos danos de origem química supõem que os problemas de codificação genética causados por subprodutos das reações químicas orgânicas seja o responsável por danos irreversíveis sobre as moléculas das células.<sup>5</sup>

Por outro lado, uma consideração oposta às teorias programadas é de que essas reações químicas poderiam ser potencializadas por fatores externos como, por exemplo, o tipo da alimentação ou poluição ambiental. Entretanto, as hipóteses desta teoria conjecturam que os danos possam ser retardados mediante à prática

regular de exercícios físicos ou com a reeducação alimentar. O fato apresentado é de que com isso o organismo seria capaz de elevar seu potencial para metabolizar substâncias benéficas.<sup>9</sup>

### **Teorias de Dano ou Erro**

Essas teorias são aquelas que consideram os prejuízos cumulativos sofridos pelo organismo como causa do envelhecimento.<sup>5,6</sup> Este grupo apresenta um grande número de teorias, entre elas estão as de nível celular. Sua principal característica é a integração de mecanismos intrínsecos portadores de sinais do tempo, ou seja, genéticos e programados. Esses marcadores tornam o organismo mais suscetível a uma série de alterações, como, por exemplo, mutações e danos mitocondriais nas proteínas. Outro dano gradual seria sobre o DNA das células, uma avaria que potencializa alterações epigenéticas em sua estrutura, também sobre a formação de radicais livres e de componentes celulares específicos: gene, cromossomo, mitocôndria, telômero.<sup>8</sup>

Nessa perspectiva, a principal área de ação das teorias de dano consiste em explicar o envelhecimento a partir dos processos fisiológicos que abarcam o estresse oxidativo, a sinalização imunológica, o metabolismo da insulina, a restrição calórica, além de princípios neuroendocrinológicos.<sup>9,10</sup>

### **Teorias Combinadas**

São teorias que tratam o envelhecimento de forma ampla, considerando o processo em forma de rede. Entre suas hipóteses há a de que o envelhecimento seja regulado por ciclos e *feedbacks* sobrevividos da organização biológica do organismo<sup>2</sup>. Assim, as teorias combinadas apresentam quatro postulados<sup>11,13</sup>: i) o envelhecimento é um fenômeno universal, que ocorre com todos os indivíduos da mesma espécie, apresentando-se, todavia, em diferentes níveis; ii) o envelhecimento sobrevém de fatores endógenos, não dependendo de fatores extrínsecos; iii) o envelhecimento é progressivo, manifestando-se ao longo da vida útil do indivíduo; e, iv) o envelhecimento é basicamente prejudicial, logo seus fatores associados não oferecem vantagens para o indivíduo.

Em estudo de revisão desenvolvido por Da Costa et al.<sup>2</sup>, os autores destacaram exemplos de teorias unificadas do envelhecimento humano. Conforme os autores, em 1978 e 2013 surgiram, respectivamente, as hipóteses do envelhecimento da membrana e do envelhecimento como fenômeno biofísico. A primeira teoria partiu do princípio de que o aumento da idade tornaria as membranas celulares mais rígidas, reduzindo a capacidade das células para executarem trocas químicas e procederem com transferência de calor. Por essa razão, uma diminuição do potássio intracelular contribuiria para o rejuvenescimento. A segunda hipótese é mais recente, nela o envelhecimento foi considerado como um processo químico, uma espécie de mecanismo biofísico de natureza elétrica. Entretanto, a própria literatura salienta que essas duas teorias ainda carecem de melhor sustentação empírica.<sup>2,3</sup>

### **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Com base nas informações apresentadas neste estudo foi possível concluir que o envelhecimento é responsável pelo declínio progressivo da função física, cognitiva e reprodutiva humana, aumentando, por conseguinte, a morbimortalidade. Ademais, este processo é influenciado tanto por fatores genéticos, como ambientais. Segundo as publicações analisadas, questões do envelhecimento humano são amplas de considerações, o que dificulta o desenvolvimento de estudos que forneçam uma visão completa e, principalmente, conclusiva. Observou-se que ao longo dos anos, pesquisadores criaram um grande número de teorias e hipóteses para desvendar as dúvidas relativas ao envelhecimento, mas ainda hoje não há um consenso sobre o caso.

As informações fornecidas pelos estudos selecionados determinaram a categorização dos resultados em quatro categorias: teorias evolutivas, teorias programadas, teorias de danos e teorias combinadas. Vale salientar que não existe um consenso sobre a classificação das teorias, uma possível explicação para o caso consiste na abrangência do tema, isso obrigou os estudiosos a organizarem as informações em diferentes grupos e, por conseguinte, subgrupos. Não obstante, observou-se que as teorias interagem entre si, evidenciando que são complementares.

## REFERÊNCIAS

1. WHO-World Health Organization. Healthy ageing: moving forward. *Bull World Heal Organ*. 2017;95(November):730-730.
2. Da Costa JP, Vitorino R, Silva GM, Vogel C, Duarte A, C. Rocha-Santos T. A synopsis on aging-Theories, mechanisms and future prospects. *Ageing Res Rev*. 2016;29:90-112.
3. Rodríguez-Romero S, Fernández-Moreira JL, Menéndez-Torre E, Calvanese V, Fernández AF, Fraga MF. Aging Genetics and Aging. *Aging Dis*. 2011;2(3):186-195.
4. Viña J, Borràs C, Miquel J. Theories of Ageing. *Life*. 2007;59(5):249-254.
5. Farinatti PTV. Teorias biológicas do envelhecimento: do genético ao estocástico. *Rev Bras Med do Esporte*. 2002;8(4):129-138.
6. Jin K. Modern Biological Theories of Aging. *Aging Dis*. 2010;1(2):72-74.
7. Rose MR, Burke MK, Shahrestani P, Mueller LD. Evolution of ageing since Darwin Evolution of ageing since Darwin. *J Genet*. 2008;87(4):363-371.
8. Tosato M, Zamboni V, Ferrini A, Cesari M. The aging process and potential interventions to extend life expectancy. *Clin Interv Aging*. 2007;2(3):401-412.
9. Gavrilov LA, Gravitova GN. Evolutionary theories of aging and longevity. *Sci World J*. 2002;(2):339-356.
10. Van Raamsdonk, JM. Mechanisms underlying longevity: A genetic switch model of aging. *Experimental gerontology*. 2018; 107: 136-139.
11. Sergiev PV, Dontsova OA, Berezkin GV. Theories of aging: an ever-evolving field. *Acta Naturae*. 2015;1(24):9-18.
12. Rattan, SI. Theories of biological aging: genes, proteins, and free radicals. *Free radical research*. 2006;40(12):1230-1238.
13. Mercado-Sáenz S, Ruiz-Gómez MJ, Morales-Moreno F, Martínez-Morillo M. Cellular aging: theories and technological influence. *Brazilian Archives of Biology and Technology*. 2010;53(6):1319-1332.