

QUALIDADE DE VIDA NA SAÚDE DO IDOSO



ORGANIZADORES

**PAULO SÉRGIO DA PAZ SILVA FILHO
LENNARA PEREIRA MOTA**





O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores, inclusive não representam necessariamente a posição oficial do SCISAUDE. Permitido o download da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

Todos os manuscritos foram previamente submetidos à avaliação cega pelos pares, membros do Conselho Editorial desta Editora, tendo sido aprovados para a publicação com base em critérios de neutralidade e imparcialidade acadêmica.



LICENÇA CREATIVE COMMONS

A editora detém os direitos autorais pela edição e projeto gráfico. Os autores detêm os direitos autorais dos seus respectivos textos. QUALIDADE DE VIDA NA SAÚDE DO IDOSO 2 de SCISAUDE está licenciado com uma Licença [Creative Commons - Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/). (CC BY-NC-ND 4.0). Baseado no trabalho disponível em <https://www.scisaupe.com.br/catalogo/qualidade-de-vida-na-saude-do-idoso-2/43>

2024 by SCISAUDE
Copyright © SCISAUDE
Copyright do texto © 2024 Os autores
Copyright da edição © 2024 SCISAUDE
Direitos para esta edição cedidos ao SCISAUDE pelos autores.
Open access publication by SCISAUDE



QUALIDADE DE VIDA NA SAÚDE DO IDOSO 2

ORGANIZADORES

Me. Paulo Sérgio da Paz Silva Filho

<http://lattes.cnpq.br/5039801666901284>

<https://orcid.org/0000-0003-4104-6550>

Esp. Lennara Pereira Mota

<http://lattes.cnpq.br/3620937158064990>

<https://orcid.org/0000-0002-2629-6634>

Editor chefe

Paulo Sérgio da Paz Silva Filho

Projeto gráfico

Lennara Pereira Mota

Diagramação:

Paulo Sérgio da Paz Silva Filho

Lennara Pereira Mota

Revisão:

Os Autores



Conselho Editorial

Alanderson Carlos Vieira Mata
Alexsander Frederick Viana Do Lago
Ana Graziela Soares Rêgo
Ana Paula Rezendes de Oliveira
Brenda Barroso Pelegrini
Anita de Souza Silva
Antonio Alves de Fontes Junior
Cirliane de Araújo Morais
Dayane Dayse de Melo Costa
Debora Ellen Sousa Costa
Fabiane dos Santos Ferreira
Isabella Montalvão Borges de Lima
João Matheus Pereira Falcão Nunes
Duanne Edvirge Gondin Pereira
Fabricia Gonçalves Amaral Pontes
Francisco Rafael de Carvalho
Maxsuel Oliveira de Souza
Francisco Ronner Andrade da Silva
Mikaele Monik Rodrigues Inácio da Silva
Micaela de Sousa Menezes
Pollyana cordeiro Barros
Sara Janai Corado Lopes
Salatiel da Conceição Luz Carneiro
Suellen Aparecida Patricio Pereira
Thiago Costa Florentino
Sara Janai Corado Lopes
Tamires Almeida Bezerra

Iara Nadine Viera da Paz Silva
Ana Florise Morais Oliveira
Iran Alves da Silva
Antonio Evanildo Bandeira de Oliveira
Danielle Pereira de Lima
Leonardo Pereira da Silva
Leandra Caline dos Santos
Lennara Pereira Mota
Lucas Pereira Lima Da Cruz
Elayne da Silva de Oliveira
Iran Alves da Silva
Júlia Isabel Silva Nonato
Lauro Nascimento de Souza
Marcos Garcia Costa Morais
Maria Vitalina Alves de Sousa
Marques Leonel Rodrigues da Silva
Maria Rafaela Oliveira Bezerra da Silva
Maryane Karolyne Buarque Vasconcelos
Ruana Danieli da Silva Campos
Paulo Sérgio da Paz Silva Filho
Raissa Escandiusi Avramidis
Rômulo Evandro Brito de Leão
Sannya Paes Landim Brito Alves
Suelen Neris Almeida Viana
Waydja Lânia Virgínia de Araújo Marinho
Sarah Carvalho Félix
Wanderlei Barbosa dos Santos



**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
(Câmara Brasileira do Livro, SP, Brasil)**

Qualidade de vida na saúde do idoso 2 [livro eletrônico] / organizadores Paulo Sérgio da Paz Silva Filho Sérgio, Lennara Pereira Mota. --
Teresina : SCISAUDE, 2024.
PDF

Vários autores.
Bibliografia.
ISBN 978-65-85376-29-7

1. Artigos - Coletâneas 2. Envelhecimento - Aspectos da saúde 3. Idosos - Qualidade de vida 4. Idosos - Saúde I. Sérgio, Paulo Sérgio da Paz Silva Filho. II. Mota, Lennara Pereira.

24-203662

CDD-613.0438

Índices para catálogo sistemático:

1. Idosos : Promoção da saúde 613.0438

Tábata Alves da Silva - Bibliotecária - CRB-8/9253



10.56161/sci.ed.202404166



978-65-85376-29-7



SCISAUDE
Teresina – PI – Brasil
scienceesaude@hotmail.com
www.scisaude.com.br



APRESENTAÇÃO

De acordo com dados do Ministério da Saúde, o perfil epidemiológico da população idosa é caracterizado pela chamada "tripla carga de doenças". Isso significa que os idosos apresentam uma prevalência significativa de condições crônicas, como diabetes, hipertensão arterial, doenças cardiovasculares e respiratórias, entre outras. Além disso, há uma incidência considerável de doenças agudas decorrentes de causas externas, como acidentes e quedas, bem como agudizações de condições crônicas. No cenário internacional, a discussão sobre o envelhecimento da população mundial alcançou um marco significativo com a aprovação do Plano Internacional para o Envelhecimento pela Organização das Nações Unidas (ONU), em Madri, no ano de 2002. Esse plano estabeleceu como objetivo fundamental garantir um processo de envelhecimento seguro e digno para todas as populações do mundo, reconhecendo os idosos como cidadãos plenos de direitos e participação ativa nas sociedades. Ao adotar esse plano, a comunidade internacional reconheceu a importância de abordar os desafios e oportunidades decorrentes do envelhecimento da população de forma abrangente e inclusiva. Isso envolve a implementação de políticas e programas que promovam o bem-estar e a qualidade de vida dos idosos, bem como a proteção de seus direitos humanos e a promoção de sua participação ativa na vida social, econômica e política.

O e-book "**Qualidade de Vida na Saúde do Idoso 2**" é uma obra que se baseia na ciência da saúde e tem como objetivo apresentar estudos de diversos aspectos relacionados à saúde do idoso. Através dessa obra, busca-se atualizar a temática da saúde do idoso, destacando a importância do exercício físico, da prevenção de doenças e da promoção da qualidade de vida.

Além disso, o e-book aborda o uso de novas ferramentas e abordagens para o desenvolvimento de uma atenção à saúde individual e coletiva, com uma abordagem transversal, multiprofissional e holística. Isso significa considerar não apenas os aspectos físicos, mas também os aspectos emocionais, sociais e espirituais da saúde do idoso.

Ao reunir estudos e pesquisas de diferentes áreas da saúde, o e-book oferece uma visão abrangente e atualizada sobre os desafios e oportunidades relacionados ao envelhecimento da população. Destina-se a profissionais da saúde, pesquisadores e estudantes interessados em aprimorar seus conhecimentos e práticas na área da saúde do idoso, contribuindo assim para a promoção de um envelhecimento saudável e de qualidade para essa parcela da população.

Boa Leitura!!!



CAPÍTULO 1.....	12
A IMPORTÂNCIA DA FISIOTERAPIA PREVENTIVA DE QUEDAS EM IDOSOS	12
10.56161/sci.ed.202404166c1.....	12
CAPÍTULO 2.....	19
A IMPORTÂNCIA DO TREINAMENTO FÍSICO NO CONTROLE DA DIABETES COMO FORMA DE PREVENÇÃO DA RETINOPATIA DIABÉTICA EM IDOSOS	19
10.56161/sci.ed.202404166c2.....	19
CAPÍTULO 3.....	31
AGEISMO E ESTEREÓTIPOS DO PROCESSO DE ENVELHECIMENTO: REVISÃO DE ESCOPO.....	31
10.56161/sci.ed.202404166c3.....	31
CAPÍTULO 4.....	46
AS APLICAÇÕES DA CIRURGIA PLÁSTICA NA CORREÇÃO ESTÉTICA DE DEFEITOS CAUSADOS POR TUMORES FACIAIS	46
10.56161/sci.ed.202404166c4.....	46
CAPÍTULO 5.....	62
ASPECTOS ASSOCIADOS À PRÁTICA DE EXERCÍCIOS FÍSICOS E À MELHORA NA QUALIDADE DE VIDA DE PACIENTES IDOSOS COM DEPRESSÃO	62
10.56161/sci.ed.202404166c5.....	62
CAPÍTULO 6.....	70
ASPECTOS DO ENVELHECIMENTO DO SISTEMA RESPIRATÓRIO E CARDIOVASCULAR DE IDOSOS E AS POSSIBILIDADES TERAPÊUTICAS.....	70
10.56161/sci.ed.202404166c6.....	70
CAPÍTULO 7.....	84
ASSISTÊNCIA MULTIPROFISSIONAL AO PACIENTE IDOSO, NO SETOR DE EMERGÊNCIA	84
10.56161/sci.ed.202404166c7.....	84
CAPÍTULO 8.....	91
BIOMARCADORES DO ENVELHECIMENTO NA SAÚDE DOS IDOSOS - UMA EXPLORAÇÃO DAS CATEGORIAS GENÉTICAS, PROTEÔMICAS E METABÓLICAS	91
10.56161/sci.ed.202404166c8.....	91
CAPÍTULO 9.....	109
BLEFAROPLASTIA: UMA TENDÊNCIA MAJORITARIAMENTE EM IDOSOS?	109



10.56161/sci.ed.202404166c9.....	109
CAPÍTULO 10.....	118
CUIDADOS DE ENFERMAGEM AOS IDOSOS PORTADORES DE HIPERTENSÃO ARTERIAL	118
10.56161/sci.ed.202404166c10.....	118
CAPÍTULO 11	128
CUIDADOS PALIATIVOS EM LARES DE IDOSOS E O IMPACTO DESSA ABORDAGEM PARA SEUS RESIDENTES	128
10.56161/sci.ed.202404166c11.....	128
CAPÍTULO 12.....	140
DESAFIOS NA INTEGRALIDADE DO CUIDADO À PESSOA IDOSA NA ATENÇÃO PRIMÁRIA À SAÚDE	140
10.56161/sci.ed.202404166c12.....	140
CAPÍTULO 13.....	152
EFEITOS COGNITIVOS DA APNEIA OBSTRUTIVA DO SONO EM IDOSOS... 152	
10.56161/sci.ed.202404166c13.....	152
CAPÍTULO 14.....	163
EFEITOS DA VITAMINA D EM DIFERENTES ASPECTOS DA SAÚDE DO IDOSO: UMA REVISÃO NARRATIVA	163
10.56161/sci.ed.202404166c14.....	163
CAPÍTULO 15.....	172
HIPERTENSÃO NO IDOSO INSTITUCIONALIZADO, ABORDAGEM LÚDICO EDUCATIVA: UM RELATO DE EXPERIÊNCIA	172
10.56161/sci.ed.202404166c15.....	172
CAPÍTULO 16.....	182
IMPACTOS ASSOCIADOS À SARCOPENIA E SEUS EFEITOS NA MORTALIDADE EM PACIENTES IDOSOS.....	182
10.56161/sci.ed.202404166c16.....	182
CAPÍTULO 17.....	192
IMPACTOS DA SENILIDADE NA MORBIDADE PELA COVID-19 EM LEITOS DE TERAPIA INTENSIVA	192
10.56161/sci.ed.202404166c17.....	192
CAPÍTULO 18.....	201
IMPACTOS E COMPLICAÇÕES ASSOCIADOS À POLIFARMÁCIA E À INTERAÇÃO MEDICAMENTOSA EM PACIENTES IDOSOS.....	201
10.56161/sci.ed.202404166c18.....	201
CAPÍTULO 19.....	213
O CUIDADO EM SAÚDE DO IDOSO E OS EXAMES LABORATORIAIS.....	213



10.56161/sci.ed.202404166c19.....	213
CAPÍTULO 20.....	224
OS DESAFIOS E IMPACTOS ENFRENTADOS POR IDOSOS APÓS FRATURA FEMORAL: UMA REVISÃO DA LITERATURA.....	224
10.56161/sci.ed.202404166c20.....	224
CAPÍTULO 21.....	234
RELAÇÃO ENTRE NUTRIÇÃO E FUNÇÃO COGNITIVA EM IDOSOS.....	234
10.56161/sci.ed.202404166c21.....	234
CAPÍTULO 22.....	241
REPERCUSSÕES DA SARCOPENIA NA QUALIDADE DE VIDA DE PESSOAS IDOSAS.....	241
10.56161/sci.ed.202404166c22.....	241
CAPÍTULO 23.....	250
RISCO DE QUEDA DA PESSOA IDOSA HOSPITALIZADA: REVISÃO INTEGRATIVA.....	250
10.56161/sci.ed.202404166c23.....	250
CAPÍTULO 24.....	268
SAÚDE E BEM-ESTAR DE IDOSOS: AUTOPERCEPÇÃO DE PARTICIPANTES DO CRAS.....	268
10.56161/sci.ed.202404166c24.....	268
CAPÍTULO 25.....	278
ENVELHECIMENTO ATIVO NA TERCEIRA IDADE: UMA REVISÃO INTEGRATIVA.....	278
10.56161/sci.ed.202404166c25.....	278
CAPÍTULO 26.....	288
COMPLICAÇÕES RESPIRATORIAS ASSOCIADAS AO AVC: REVISAO BIBLIOGRÁFICA.....	288
10.56161/sci.ed.202404166c26.....	288
CAPÍTULO 27.....	297
FISIOPATOLOGIA DA DOR CRÔNICA EM IDOSOS: MECANISMOS E MANIFESTAÇÕES CLÍNICAS.....	297
10.56161/sci.ed.202404166c27.....	297
CAPÍTULO 28.....	309
DOR NEUROPÁTICA EM PACIENTES IDOSOS: AVALIAÇÃO E TRATAMENTO.....	309
10.56161/sci.ed.202404166c28.....	309
CAPÍTULO 29.....	321
DELIRIUM PÓS-OPERATÓRIO EM PACIENTES IDOSOS.....	321



10.56161/sci.ed.202404166c29.....	321
CAPÍTULO 30.....	336
MANEJO FISIOTERAPÊUTICO EM HIDROCEFALIA NO PACIENTE IDOSO: UM RELATO DE EXPERIÊNCIA	336
10.56161/sci.ed.202404166c30.....	336
CAPÍTULO 31.....	346
EFEITOS ASSOCIADOS À PRÁTICA DE ATIVIDADE FÍSICA E À PREVENÇÃO DE DOENÇAS CARDIOVASCULARES EM IDOSOS	346
10.56161/sci.ed.202404166c30.....	346





CAPÍTULO 8

BIOMARCADORES DO ENVELHECIMENTO NA SAÚDE DOS IDOSOS - UMA EXPLORAÇÃO DAS CATEGORIAS GENÉTICAS, PROTEÔMICAS E METABÓLICAS

AGING BIOMARKERS IN ELDERLY HEALTH - AN EXPLORATION OF GENETIC, PROTEOMIC, AND METABOLIC CATEGORIES

 10.56161/sci.ed.202404166c8

Eda Silva Cesar

Faculdade de Ciências Médicas de São José dos Campos - Humanitas, São José dos Campos, SP, Brasil.

Ocid ID do autor: (<https://orcid.org/0000-0003-3285-680X>)

Auana Bartel

Faculdade Estácio IDOMED, Jaraguá do Sul, SC, Brasil

Ocid ID do autor: (<https://orcid.org/0009-0003-8018-7572>)

Mariana Kraide Piedade de Abreu

Faculdade de Ciências Médicas de São José dos Campos - Humanitas, São José dos Campos, SP, Brasil.

Ocid ID do autor: (<https://orcid.org/0009-0003-0685-7937>)

Rebeca de Campos Simões

Faculdade de Ciências Médicas de São José dos Campos - Humanitas, São José dos Campos, SP, Brasil.

Ocid ID do autor: (<https://orcid.org/0009-0002-6895-8808>)

Profª. Drª. Patricia Monteiro Ribeiro

Faculdade de Ciências Médicas de São José dos Campos - Humanitas, São José dos Campos, SP, Brasil.

Ocid ID do autor: (<https://orcid.org/0000-0003-1731-8253>)

RESUMO



O processo de envelhecimento humano é uma jornada complexa e multifacetada, marcada por alterações biológicas, psicológicas e sociais que ocorrem de maneira heterogênea entre os indivíduos, no qual destaca-se a importância de abordagens multidisciplinares para compreender e intervir neste processo. A pesquisa com biomarcadores de envelhecimento permite identificar possíveis desvios no caminho sadio e a previsão de doenças relacionadas à idade com maior precisão. **OBJETIVO:** Este estudo bibliográfico visa destacar a importância dos biomarcadores genéticos, proteômicos e metabólicos no aprimoramento do diagnóstico precoce e na realização de intervenções terapêuticas mais precisas, a fim de melhorar a qualidade de vida diante do avanço da idade e os aspectos éticos envolvidos. **METODOLOGIA:** Foi realizada uma revisão narrativa através de pesquisa literária extensa com o objetivo de explorar as distintas categorias de biomarcadores, incluindo genéticos, proteômicos e metabólicos no processo de envelhecimento e sua utilização para realização de avaliação abrangente e utilização clínica. **RESULTADOS:** Os resultados apontam para a importância de uma abordagem integrada e personalizada na atenção à saúde do idoso, sublinhando a necessidade de intervenções que promovam prevenção ou retardo de doenças crônicas, bem como a autonomia e bem-estar no processo de envelhecimento, além da necessidade de definir aspectos éticos e promoção de equidade na utilização dos biomarcadores de envelhecimento. **CONCLUSÃO:** Conclui-se que a utilização dos diversos tipos de biomarcadores para promover o envelhecimento saudável é um objetivo alcançável e que a ciência tem um papel crucial na identificação de estratégias eficazes para maximizar a saúde e a funcionalidade na terceira idade, e que esta ferramenta deve ser acessível a todos contribuindo para uma sociedade mais justa e inclusiva para a população idosa.

PALAVRAS-CHAVE: Biomarcadores de Envelhecimento; Avaliação da Saúde do Idoso; Genômica do Envelhecimento; Proteômica do Envelhecimento; Metabolômica do Envelhecimento.

ABSTRACT

The human aging process is a complex and multifaceted journey, characterized by biological, psychological, and social changes that occur heterogeneously among individuals. This highlights the importance of multidisciplinary approaches to understand and intervene in this process. Research on aging biomarkers enables the identification of potential deviations from healthy aging and the prediction of age-related diseases with greater accuracy. **OBJECTIVE:** This bibliographic study aims to emphasize the importance of genetic, proteomic, and metabolic biomarkers in enhancing early diagnosis and conducting more precise therapeutic interventions, in order to improve the quality of life as age advances, along with the ethical aspects involved. **METHODOLOGY:** A narrative review was conducted through extensive literature research with the goal of exploring different categories of biomarkers, including genetic, proteomic, and metabolic, in the aging process and their use for comprehensive assessment and clinical application. **RESULTS:** The findings underscore the importance of an integrated and personalized approach to elderly healthcare, highlighting the need for interventions that promote the prevention or delay of chronic diseases, as well as autonomy and well-being in the aging process. Additionally, the necessity to define ethical aspects and promote equity in the use of aging biomarkers is emphasized. **CONCLUSION:** It is concluded that the use of various types of biomarkers to promote healthy aging is an achievable goal, and science plays a crucial role in identifying effective strategies to maximize health and functionality in old age. Moreover, this tool should be accessible to all, contributing to a fairer and more inclusive society for the elderly population.



KEYWORDS: Aging Biomarkers; Health Assessment of the Elderly; Aging Genomics; Aging Proteomics; Aging Metabolomics.

1. INTRODUÇÃO

O envelhecimento é um fenômeno universal, caracterizado por sua complexidade e heterogeneidade, afetando diversos sistemas biológicos e fisiológicos de maneira multiforme e não linear. Este processo dinâmico e progressivo está intimamente ligado a fatores biológicos, psíquicos e sociais, refletindo uma interação entre a genética do indivíduo e seus hábitos de vida ao longo dos anos (Litvoc et al., 2004; Caetano, 2006). A compreensão deste fenômeno exige uma abordagem vasta que considere as alterações musculoesqueléticas, nervosas e psicológicas, bem como as influências socioeconômicas e culturais que impactam no envelhecer (Fechine et al., 2012). O envelhecimento, um processo biológico complexo que afeta, inevitavelmente, todos os seres vivos, tem implicações significativas para a saúde individual e coletiva como um todo (Rivero-Segura et al., 2020). Assim, em consonância com o aumento da expectativa de vida, compreender os mecanismos subjacentes ao envelhecimento, que consigam prever a trajetória da saúde conforme o avanço da idade, tornou-se foco de pesquisas biomédicas (Robinson et al., 2020).

Biomarcadores, definidos como indicadores biológicos mensuráveis, são cruciais para desvendar os mistérios do envelhecimento saudável e patológico, permitindo a identificação precoce de alterações na saúde e a previsão mais precisa de doenças comuns associadas ao envelhecimento. A pesquisa focada em biomarcadores do envelhecimento está em expansão e tem o potencial de transformar a prática clínica, melhorando a qualidade de vida dos idosos através de diagnósticos precoces e intervenções terapêuticas mais eficazes (Moaddel et al., 2021). A exploração de biomarcadores genéticos, proteômicos e metabólicos oferece uma janela para os mecanismos intrínsecos do envelhecimento, abrindo caminho para intervenções direcionadas que podem resultar em melhora na qualidade de vida e promoção de um envelhecimento vigoroso (Sathyan et al., 2020; Tchkonina et al., 2020).

A relevância deste estudo se dá diante do potencial de intervenções que possam retardar ou prevenir doenças relacionadas à idade, como neoplasias malignas e síndromes demenciais, contribuindo para uma população mais saudável e longeva. As tecnologias ômicas, apesar de suas limitações, desempenham um papel crucial na identificação de biomarcadores e oferecem uma visão holística dos processos biológicos envolvidos no envelhecimento (Galow et al., 2022). À medida que se continua a explorar e validar esses biomarcadores, pode-se



esperar impactos significativos na prevenção, no diagnóstico e no tratamento de doenças relacionadas à idade (Tchkonina et al., 2020).

O objetivo desta revisão de literatura é destacar a importância dos biomarcadores genéticos, proteômicos e metabólicos no aprimoramento de um diagnóstico precoce, no acompanhamento de intervenções terapêuticas e, conseqüentemente, na qualidade de vida diante do avanço da idade, ressaltando os aspectos éticos envolvidos.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

Foi realizada uma revisão narrativa com o objetivo de explorar as distintas categorias de biomarcadores, incluindo genéticos, proteômicos e metabólicos. Para a coleta de dados relevantes, optou-se pela utilização exclusiva da base de dados PubMed, reconhecida por seu vasto acervo de publicações nas áreas da saúde e ciências biológicas. A pesquisa bibliográfica abrangeu o período de 2020 a 2024. Este intervalo temporal foi escolhido para assegurar a inclusão de estudos contemporâneos que refletem os avanços mais recentes no campo dos biomarcadores do envelhecimento.

A revisão selecionou os estudos que discutem o uso de biomarcadores no envelhecimento de populações idosas humanas. Foram incluídos artigos originais, revisões sistemáticas e estudos de caso-controle publicados em idioma inglês. Os critérios de exclusão aplicados se concentraram na remoção de estudos realizados em animais, cartas ao editor e comentários, com o intuito de ater-se em evidências diretamente aplicáveis a humanos de idade avançada.

A estratégia de busca foi elaborada com a utilização de palavras-chave específicas ao tema, tais como "Biomarkers", "Healthy aging", "Prognosis" e "Precision medicine", para capturar a amplitude e profundidade do conhecimento atual sobre o assunto. As principais variáveis de interesse incluíram o tipo de biomarcador, características demográficas da população estudada, condições de saúde e principais resultados encontrados, especialmente focados na relevância dos biomarcadores diante do processo de envelhecimento e suas implicações para a medicina de precisão e prognóstico.

A análise dos dados adotou uma abordagem qualitativa, visando sintetizar e discutir as principais descobertas dos estudos selecionados. Esse processo permitiu identificar padrões, diferenças e potenciais aplicações dos biomarcadores na saúde da população de idade avançada. A síntese dos dados foi realizada de forma narrativa, possibilitando a construção de uma



discussão abrangente sobre os biomarcadores do envelhecimento e suas implicações na saúde e qualidade de vida dos idosos.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Tipos de Biomarcadores no Envelhecimento

Biomarcadores do envelhecimento representam ferramentas essenciais na compreensão dos complexos processos biológicos que caracterizam a senilidade humana. Esses marcadores abrangem uma vasta gama de categorias, incluindo genéticos, proteômicos e metabólicos, que refletem os mais diversos estados de saúde individual a níveis moleculares variados. A identificação e a caracterização desses biomarcadores são fundamentais para derivar índices multivariáveis de envelhecimento e desvio do envelhecimento saudável, contribuindo significativamente para a literatura geriátrica e gerontológica (Rivero-Segura et al., 2020; Moaddel et al., 2021).

No âmbito genético, a metilação do DNA é amplamente estudada, com a descoberta de que a porcentagem de metilação de sítios CpG específicos pode prever a idade cronológica com grande precisão. Essa descoberta sugere que aspectos do processo de envelhecimento são monitoráveis e potencialmente modificáveis, o que coloca os 'relógios epigenéticos' baseados em metilação do DNA (DNAm) na vanguarda da pesquisa em biomarcadores de envelhecimento (Moaddel et al., 2021; Levine, 2020).

Por outro lado, a área proteômica é a que estuda o conjunto completo de proteínas expressas em um organismo ou sistema, e que tem se mostrado promissora na identificação de biomarcadores de envelhecimento. As proteínas plasmáticas, por exemplo, têm se revelado capazes de prever a idade biológica de um indivíduo com exatidão. Além disso, análises bioinformáticas de proteínas associadas à idade têm forte relação com processos inflamatórios e desregulação das vias imunes inatas, sugerindo que esses processos estão intimamente ligados ao envelhecimento biológico (Johnson et al., 2020).

No aspecto metabólico, a metabolômica do sangue total tem desempenhado uma função crucial na identificação de metabólitos associados à senilidade, jejum e fragilidade. Estudos identificaram 14 metabólitos relevantes, incluindo antioxidantes e compostos ligados à manutenção muscular e à homeostase *redox*, cuja presença e abundância refletem processos biológicos subjacentes ao envelhecimento (Kondoh et al., 2020).

Além disso, a análise genômica da metilação do DNA, mRNA e miRNAs permitiu o desenvolvimento dos denominados 'relógios ômicos' multiparâmetros, oferecendo *insights* profundos sobre os mecanismos de envelhecimento saudável e resistência a doenças. Esses



avanços expõem a importância do estudo integrado de biomarcadores genéticos, proteômicos e metabólicos no entendimento do envelhecimento (Robinson et al., 2020; Santos-Lozano et al., 2020).

O estudo dos biomarcadores do envelhecimento constitui um campo em contínua evolução, essencial para decifrar as complexidades inerentes aos processos biológicos do envelhecimento. A investigação detalhada de biomarcadores genéticos, proteômicos e metabólicos oferece perspectivas promissoras para a compreensão e monitoramento do envelhecimento saudável *versus* patológico. Apesar dos desafios relacionados à reprodutibilidade dos resultados e à sua utilidade clínica, os avanços na identificação e na análise desses biomarcadores sugerem um futuro promissor para a medicina personalizada e a gerontologia. A necessidade de integrar múltiplos biomarcadores para uma avaliação abrangente do envelhecimento reforça a complexidade dos mecanismos fisiológicos envolvidos. Assim, o desenvolvimento e a validação de biomarcadores do envelhecimento permanecem cruciais para avançar o entendimento sobre como promover um envelhecimento saudável e intervir de maneira eficaz nos processos de senilidade acelerada.

3.2 Biomarcadores Genéticos Associados ao Envelhecimento Saudável

A compreensão do envelhecimento saudável é uma área chave em gerontologia e geriatria, e os biomarcadores genéticos oferecem revelações cruciais neste domínio. A investigação multiômica, abrangendo desde o epigenoma até o metaboloma, proporciona uma visão abrangente dos processos biológicos que subjazem ao envelhecimento, permitindo-nos identificar os marcadores moleculares e fenotípicos essenciais para a longevidade (Rivero-Segura et al., 2020). A distinção entre idade cronológica e biológica é importante nesse contexto, pois permite que pesquisadores compreendam melhor as discrepâncias entre o envelhecimento biológico e o passar do tempo, salientando a importância dos biomarcadores genéticos na predição da saúde e da vida prolongada (Rivero-Segura et al., 2020).

O desenvolvimento de 'relógios epigenéticos', baseados na metilação do DNA, revolucionou nossa capacidade de medir a idade biológica. Esses relógios oferecem uma ferramenta valiosa para avaliar o envelhecimento saudável, correlacionando-se significativamente com o risco de doenças crônicas e mortalidade (Tanaka et al., 2020). A metilação do DNA, como um dos mecanismos moleculares, influencia a expressão proteica associada à idade, proporcionando uma ligação direta entre os genótipos e os fenótipos observáveis durante o envelhecimento (Tanaka et al., 2020).



A biologia dos telômeros destaca-se como um biomarcador genético fundamental, visto que o encurtamento dos telômeros está diretamente associado ao envelhecimento celular e ao aumento do risco de doenças (Kondoh et al., 2020). Este fenômeno enfatiza o potencial dos biomarcadores genéticos para indicar a "idade biológica" e oferecer pistas sobre os mecanismos de envelhecimento e de comorbidades relacionadas à idade.

O exoma caracteriza a porção do genoma que codifica os prótidos - regiões importantes na construção e na reparação das células do organismo. Santos-Lozano et al. expõem que uma análise de associação em todo o exoma, e revelou que variantes genéticas, como a CLEC3B p.S106G, estão associadas à longevidade extrema, o que sugere um papel significativo da genética na promoção de um envelhecimento saudável (Santos-Lozano et al., 2020). Essa descoberta é apoiada por estudos que ligam a predisposição genética à distribuição de gordura corporal e à longevidade, no qual menores quantidades de gordura visceral abdominal são associadas a uma maior expectativa de vida, destacando a interação entre genética, metabolismo e saúde no envelhecimento (Robinson et al., 2020).

Apesar dos avanços significativos, a transição dos biomarcadores genéticos da pesquisa básica para a aplicação clínica ainda é um desafio. A necessidade de biomarcadores robustos e validados para o envelhecimento saudável é crítica para o desenvolvimento de intervenções preventivas e terapêuticas (Berben et al., 2021). O potencial dos biomarcadores genéticos no envelhecimento saudável é imenso, abrindo caminho para estratégias que visam prolongar a saúde e a longevidade humana (Johnson et al., 2020).

Os biomarcadores genéticos oferecem uma janela única para a compreensão do envelhecimento saudável, destacando o papel crucial dos fatores genéticos e epigenéticos na determinação da longevidade e da saúde na terceira idade. Esta área de pesquisa não apenas fornece conhecimentos valiosos sobre os mecanismos biológicos que regem o envelhecimento, mas também abre a porta para o desenvolvimento de estratégias direcionadas que visam melhorar a qualidade de vida dos idosos. À medida que avançamos para uma compreensão mais profunda dos biomarcadores genéticos, é imprescindível explorar como os perfis proteômicos se alteram com a idade e como essas mudanças contribuem para um envelhecimento saudável ou patológico.

3.3 Proteômica e Envelhecimento

A proteômica, área que se concentra na análise abrangente das proteínas expressas em um organismo ou sistema, tem se mostrado um campo promissor na pesquisa do envelhecimento, oferecendo percepções sem precedentes sobre os mecanismos moleculares



subjacentes a este complexo processo. As proteínas, principais efetoras das funções biológicas, estão na linha de frente na tradução dos genótipos em fenótipos visíveis, incluindo as características associadas ao envelhecimento. A capacidade de quantificar e caracterizar essas moléculas no plasma e outros biofluidos revolucionou a compreensão do envelhecimento biológico e seu impacto na saúde dos idosos (Moaddel et al., 2021).

Pesquisas recentes ressaltaram a importância de proteínas específicas, como o GDF15, cuja concentração é aumentada em populações idosas. Esta proteína, envolvida na resposta imunológica e na imunossenescência, exemplifica como a proteômica pode identificar biomarcadores de envelhecimento promissores que refletem mudanças fisiológicas significativas (Rivero-Segura et al., 2020). Adicionalmente, a abordagem proteômica possibilitou o desenvolvimento de assinaturas de idade precisas baseadas em proteínas plasmáticas, o que demonstra a complexidade do fenótipo de envelhecimento e fornece ferramentas para a avaliação da idade biológica de indivíduos saudáveis (Tanaka et al., 2020).

A validação de painéis de proteínas como relógios de envelhecimento proteômico ilustra a aplicabilidade clínica desses biomarcadores. Esses painéis podem prever com precisão a idade de um paciente, oferecendo potencial para intervenções personalizadas que visam retardar o processo de envelhecimento ou tratar condições relacionadas à idade (Johnson et al., 2020). Este avanço é particularmente relevante em um cenário no qual o envelhecimento saudável se tornou uma prioridade de pesquisa, dada a crescente expectativa de vida, bem como a prevalência de doenças crônicas entre idosos.

Além disso, a análise de enriquecimento bioinformático de proteínas relacionadas ao envelhecimento revelou vias e processos biológicos implicados, como a inflamação, a matriz extracelular e a regulação genética. Essas descobertas sublinham a complexa rede de interações moleculares que regem o envelhecimento e destacam a proteômica como uma ferramenta poderosa para explorar tais mecanismos (Johnson et al., 2020).

A investigação dos proteomas plasmáticos em centenários saudáveis, como paradigmas de envelhecimento bem-sucedido, fornece uma oportunidade única de identificar proteínas e vias que contribuem para a longevidade. Tais estudos não apenas aumentam nosso conhecimento sobre o envelhecimento saudável, mas também apontam para potenciais alvos terapêuticos para promover saúde e qualidade de vida na senilidade (Santos-Lozano et al., 2020).

Em suma, a proteômica tem emergido como um pilar crucial na pesquisa do envelhecimento, desvendando a complexidade das mudanças proteicas que ocorrem durante esta fase da vida. Ao identificar biomarcadores proteicos específicos e analisar suas interações



e funções biológicas, esta abordagem oferece uma compreensão mais profunda dos mecanismos moleculares subjacentes ao envelhecimento. Tais descobertas não apenas aprimoram o entendimento quanto à biologia do envelhecimento, mas também pavimentam o caminho para o desenvolvimento de intervenções direcionadas que possam promover um envelhecimento mais saudável e prolongar a vida. Com o avanço contínuo das tecnologias proteômicas, espera-se que a capacidade de prever, diagnosticar e tratar condições relacionadas à idade se torne cada vez mais refinada e personalizada, representando um marco significativo na medicina geriátrica e na saúde dos idosos.

3.4 Metabolômica e Marcadores Metabólicos no Envelhecimento

A metabolômica é uma abordagem poderosa para decifrar as complexidades do envelhecimento, permitindo a caracterização de vias metabólicas alteradas associadas ao avanço da idade e à longevidade, possibilitando a identificação de biomarcadores que permitam a avaliação do estado de saúde e o risco de doenças relacionadas à idade em idosos (Rivero-Segura et al., 2020). A análise de proteínas associadas à idade revelou a implicação de vias metabólicas específicas, destacando a interconexão entre os perfis proteômicos e metabólicos na progressão do envelhecimento (Moaddel et al., 2021).

Os biomarcadores do envelhecimento, identificados por meio de análises metabolômicas, apresentam a promessa de se tornarem alvos terapêuticos ou marcadores para o desenvolvimento de intervenções, como medicamentos senolíticos e senomórficos, potencialmente revertendo ou mitigando aspectos do envelhecimento (Moaddel et al., 2021; Basisty et al., 2020). Tais intervenções poderiam beneficiar significativamente a saúde da população idosa, abordando os mecanismos subjacentes ao envelhecimento ao invés de apenas tratar as condições relacionadas à idade de forma isolada.

A metabolômica do sangue total revelou metabólitos específicos cujas concentrações alteram-se com o envelhecimento, jejum e fragilidade, incluindo compostos com funções antioxidantes e relacionados à manutenção muscular e à homeostase *redox*. Estes incluem a acetil-carnosina, ácido oftálmico, 1,5-anidroglicitol, isoleucina e leucina, podendo-se perceber a vulnerabilidade dos idosos ao estresse oxidativo, diante da conexão metabólica possível entre fragilidade, envelhecimento e jejum (Kondoh et al., 2020).

Além disso, os perfis metabólicos associados a aminoácidos e lipídios indicam que as mudanças nesses metabólitos podem estar relacionadas a indicadores de saúde no envelhecimento. Essa associação sublinha a capacidade da metabolômica de identificar biomarcadores metabólicos essenciais para o envelhecimento, oferecendo novos alvos para



intervenções nutricionais e terapêuticas que promovam uma senilidade saudável (Juárez-Fernández et al., 2020).

A identificação de metabólitos e proteínas específicas associadas à idade cronológica sugere uma relação entre o perfil proteômico e metabolismo no processo de envelhecimento. Isso destaca a importância dos biomarcadores metabólicos no diagnóstico e prognóstico de doenças relacionadas à idade, assim como na avaliação da eficácia de intervenções destinadas a promover a longevidade e mitigar patologias associadas ao envelhecimento (Sathyan et al., 2020).

A integração de dados proteômicos e metabólicos na pesquisa do envelhecimento fornece uma compreensão mais aprofundada das mudanças moleculares que ocorrem com a idade. Essa abordagem holística não apenas melhora o entendimento dos mecanismos subjacentes ao envelhecimento, mas também abre caminho para o desenvolvimento de estratégias terapêuticas inovadoras destinadas a melhorar a saúde e a qualidade de vida dos idosos, enfatizando a importância de biomarcadores metabólicos na medicina geriátrica (Santos-Lozano et al., 2020).

3.5 Integração de Biomarcadores para uma Avaliação Abrangente

A integração de biomarcadores genéticos, proteômicos e metabólicos constitui uma fronteira promissora na avaliação abrangente do envelhecimento. Esses biomarcadores oferecem uma janela para o estado fisiológico dos indivíduos e os mecanismos pressupostos relacionados a mudanças homeostáticas ao longo da vida. A complexidade do processo de envelhecimento demanda uma abordagem multidimensional que possa refletir de forma mais acurada as diversas facetas da senescência (Rivero-Segura et al., 2020). As tecnologias ômicas, embora avançadas, ainda enfrentam desafios na sua aplicabilidade clínica, necessitando de maior desenvolvimento e padronização para sua utilização efetiva em ambientes de saúde (Rivero-Segura et al., 2020).

A pesquisa proteômica tem realizado progressos notáveis ao estudar diferentes matrizes biológicas e espécies, mas a transição desses achados para a prática clínica ainda enfrenta barreiras significativas. Isso expõe a necessidade de uma colaboração mais estreita entre pesquisadores, geriatras e cientistas de dados para acelerar a validação clínica de biomarcadores do envelhecimento (Moaddel et al., 2021; Levine, 2020). Os biomarcadores proteômicos, particularmente aqueles que indicam saúde longitudinalmente ou risco de mortalidade, são essenciais para identificar indivíduos em risco de deterioração de saúde, possibilitando intervenções preventivas mais eficazes (Tanaka et al., 2020).



A metabolômica, por sua vez, captura as mudanças complexas no metaboloma do sangue humano, refletindo as diferenças individuais no processo de envelhecimento. Essa abordagem pode identificar marcadores específicos de fragilidade e envelhecimento, contribuindo para uma melhor compreensão dos determinantes metabólicos da saúde na terceira idade (Kondoh et al., 2020). A integração desses marcadores metabólicos com dados clínicos e genéticos permite uma avaliação mais precisa do estado de saúde dos idosos (Sathyan et al., 2020).

A epigenética surge como um campo emergente, importante para entender tanto o envelhecimento quanto patologias associadas. Os biomarcadores epigenéticos, ao serem combinados com dados genéticos, proteômicos e metabólicos, fornecem uma visão abrangente do estado de saúde, possibilitando a detecção precoce de doenças e a personalização de intervenções terapêuticas (Blasiak et al., 2020). Além disso, a análise da microbiota intestinal pode adicionar uma camada adicional de informação, correlacionando a composição microbiana com a dieta, saúde e processo de envelhecimento, oferecendo perspectivas novas para avaliações de saúde mais completas (Juárez-Fernández et al., 2020).

A abordagem integrada para a avaliação de biomarcadores genéticos, proteômicos e metabólicos oferece uma compreensão mais holística e detalhada do envelhecimento. Tal integração é indispensável para avançar no desenvolvimento de intervenções precisas e personalizadas que abordem os diversos aspectos do envelhecimento. A sinergia entre estas diversas categorias de biomarcadores prepara o terreno para uma nova era na gerontologia, na qual a prevenção e o tratamento de doenças relacionadas à idade podem ser significativamente aprimorados. Esse progresso, no entanto, depende crucialmente das inovações tecnológicas na identificação e análise de biomarcadores.

3.6 Tecnologias Emergentes na Identificação de Biomarcadores

A identificação de biomarcadores para o envelhecimento representa um campo em rápida evolução, impulsionado por avanços significativos em tecnologias emergentes. Estas tecnologias abrangem uma ampla gama de abordagens ômicas, incluindo genômica, proteômica e metabolômica, proporcionando compreensão sem precedentes sobre o processo de envelhecimento em níveis moleculares detalhados. As abordagens multiômicas, que integram dados de várias plataformas ômicas, estão a frente nesta pesquisa, oferecendo uma visão integral dos complexos mecanismos biológicos subjacentes ao envelhecimento (Rivero-Segura et al., 2020).



Recentemente, tecnologias como a espectrometria de massa e o SOMAscan - plataforma baseada no uso de aptâmeros modificados - têm permitido a caracterização proteômica em escala sem precedentes. Essas técnicas possibilitam a avaliação de milhares de proteínas, fornecendo uma análise detalhada da expressão proteica e potenciais biomarcadores de envelhecimento em plasma e outras matrizes biológicas (Moaddel et al., 2021). Da mesma forma, avanços na caracterização de moléculas polinucleotídicas e no sequenciamento de genoma de célula única abriram novos caminhos para compreender as alterações genéticas e epigenéticas associadas ao envelhecimento (Moaddel et al., 2021; Colloca et al., 2020).

A análise de metilação do DNA, particularmente através de relógios epigenéticos, tem se mostrado uma técnica promissora na avaliação da idade biológica. Esses relógios são baseados em pontuações compostas que combinam informações sobre os níveis de metilação em locais específicos do genoma, oferecendo uma medida robusta dos processos de envelhecimento (Levine, 2020). A aplicação de aprendizado profundo ao estudo do microbioma humano também exemplifica como tecnologias emergentes podem revelar novos biomarcadores e entender melhor as alterações sofridas pela microbiota humana durante o envelhecimento (Levine, 2020).

O sequenciamento massivamente paralelo e as análises não direcionadas do metaboloma são áreas que também têm contribuído significativamente para a identificação de biomarcadores metabólicos do envelhecimento. Estas técnicas permitem uma caracterização ampla do perfil metabólico, revelando aspectos até então desconhecidos da biologia humana e fornecendo uma compreensão mais aprofundada dos processos metabólicos envolvidos no envelhecimento (Kondoh et al., 2020; Robinson et al., 2020).

É importante destacar que, embora essas tecnologias emergentes ofereçam possibilidades promissoras para a identificação de biomarcadores do envelhecimento, também apresentam desafios e limitações. A necessidade de validar os biomarcadores em diferentes plataformas e populações, assim como a integração de dados multiômicos, são aspectos cruciais para garantir a aplicabilidade clínica dessas descobertas (Rivero-Segura et al., 2020; Tanaka et al., 2020). Além disso, o desenvolvimento de instrumentação mais sensível e algoritmos sofisticados de processamento de dados será essencial para avançar na descoberta de biomarcadores e na compreensão do envelhecimento (Basisty et al., 2020).

Em resumo, as tecnologias emergentes na identificação de biomarcadores estão remodelando profundamente o entendimento do envelhecimento, abrindo caminho para avanços significativos na monitorização e intervenção na saúde dos idosos. A inovação contínua nessas tecnologias, juntamente com a superação dos desafios associados à sua



implementação e validação clínica, é fundamental. À medida que a pesquisa avança, a aplicabilidade prática desses biomarcadores no cenário clínico torna-se cada vez mais tangível, prometendo transformar o manejo do envelhecimento e das doenças relacionadas.

3.7 Aplicações Clínicas e Práticas na Utilização de Biomarcadores

A aplicação clínica e prática de biomarcadores no envelhecimento tem evoluído significativamente, oferecendo novas perspectivas para a medicina personalizada, especialmente no cuidado de idosos. Os biomarcadores genéticos, proteômicos e metabólicos desempenham papéis imprescindíveis na identificação precoce de doenças, monitoramento da progressão de patologias e na avaliação da eficácia de intervenções terapêuticas, prometendo revolucionar as estratégias de prevenção e tratamento de doenças relacionadas à idade (Moaddel et al., 2021; Tanaka et al., 2020).

Na prática clínica, o uso de biomarcadores para diagnóstico e prognóstico permite uma abordagem mais individualizada no cuidado ao paciente. Por exemplo, proteínas plasmáticas podem servir como indicadores para diversas condições de saúde, tornando-se instrumentos valiosos para a detecção precoce de doenças pré-clínicas e para o acompanhamento da resposta terapêutica (Moaddel et al., 2021). Além disso, a análise de biomarcadores proteômicos pode identificar indivíduos com risco elevado de desenvolver comorbidades relacionadas ao envelhecimento, possibilitando intervenções precoces que podem retardar ou prevenir a progressão da doença (Tanaka et al., 2020).

O avanço tecnológico na área de metabolômica, por sua vez, oferece *insights* sobre o metabolismo celular e pode revelar alterações metabólicas associadas ao envelhecimento e doenças correlatas. A identificação de metabólitos específicos no sangue tem mostrado potencial na previsão de fragilidade, jejum e outros estados de saúde relevantes para o envelhecimento, abrindo caminho para terapias direcionadas e personalizadas (Juárez-Fernández et al., 2020).

Intervenções clínicas baseadas em biomarcadores também prometem melhorar o manejo de doenças crônicas em idosos. A aplicação de biomarcadores na avaliação da senescência celular, por exemplo, pode fornecer novas estratégias para terapias de precisão, visando especificamente as células senescentes para melhorar a saúde e a longevidade (Basisty et al., 2020). Assim, a compreensão dos biomarcadores de senescência poderia transformar a abordagem terapêutica para doenças relacionadas à idade, maximizando a eficácia do tratamento e minimizando os efeitos colaterais (Basisty et al., 2020; Tchikonia et al., 2020).



A integração de cuidados geriátricos e oncológicos com a atenção à nutrição e modulação do epigenoma, guiada pela análise de biomarcadores, oferece um caminho promissor para apoiar a população idosa com diagnóstico de neoplasias malignas. Esse enfoque multidisciplinar pode fornecer informações cruciais para o suporte nutricional adequado, melhorando assim a qualidade de vida e os resultados clínicos para esse grupo vulnerável (Blasiak et al., 2020).

A pesquisa em biomarcadores do envelhecimento abre novas possibilidades para o desenvolvimento de intervenções que visam retardar o processo de envelhecimento e promover uma senescência saudável. A identificação de biomarcadores que refletem os mecanismos fundamentais do envelhecimento pode levar ao desenvolvimento de terapias direcionadas, com o potencial de prolongar a expectativa de saúde e melhorar significativamente a qualidade de vida dos idosos (Smith et al., 2020; Tchikonia et al., 2020). Em suma, a utilização de biomarcadores no envelhecimento tem o potencial de transformar fundamentalmente a abordagem clínica para o cuidado dos idosos, desde o diagnóstico precoce até a personalização do tratamento. No entanto, a implementação dessas ferramentas avançadas na prática médica suscita importantes questões éticas e considerações sociais.

3.8 Ética e Considerações Sociais na Utilização de Biomarcadores no Envelhecimento

A crescente compreensão e aplicação de biomarcadores no envelhecimento, abrangendo esferas genéticas, proteômicas e metabólicas, traz consigo um potencial transformador na maneira como é abordada a saúde dos idosos. No entanto, essa evolução também implica considerações éticas e sociais significativas, especialmente à medida que se direciona para uma medicina mais personalizada e preventiva. A complexidade do envelhecimento, um fenômeno multifacetado que se manifesta de maneira diversa entre indivíduos, demanda abordagem holística e multiômica para a caracterização de biomarcadores ao longo do tempo, que considere as interações entre diferentes marcadores (Rivero-Segura et al., 2020).

O paradigma atual da gerociência aponta para a inflamação como um dos impulsores centrais do envelhecimento, levantando questões sobre até que ponto os biomarcadores desempenham papéis em processos de envelhecimento (Moaddel et al., 2021). Este foco na inflamação ressalta a importância de biomarcadores no potencial retardo de evolução ou prevenção de doenças crônicas relacionadas à idade, alinhando-se com o objetivo de desenvolver intervenções que retardem o envelhecimento biológico e promovam um envelhecimento saudável (Levine, 2020).



Dada a relevância dos biomarcadores na identificação de envelhecimento biológico, especialmente em contextos como o tratamento personalizado de idosos com câncer (Berben et al., 2021), emerge a questão do acesso equitativo a essas tecnologias avançadas. Os custos sociais e médicos do envelhecimento biológico representam um desafio crescente (Johnson et al., 2020), evidenciando a necessidade de políticas que garantam a equidade no acesso a terapias que possam mitigar doenças relacionadas à idade.

Avaliar o envelhecimento a partir de uma perspectiva hierárquica, onde mudanças moleculares precedem alterações fenotípicas (Robinson et al., 2020), requer um entendimento profundo de como biomarcadores podem ser utilizados para prever e manejar condições de saúde na população idosa. Isso levanta questões éticas sobre como essas informações são utilizadas, tanto em contextos clínicos quanto sociais (Sathyan et al., 2020), especialmente considerando o potencial de biomarcadores proteômicos como preditores de idade biológica superior à idade cronológica.

A interseção entre a melhoria da saúde e da independência dos idosos e a utilização de biomarcadores para orientar decisões de saúde pública e individual sublinha a necessidade de ponderar cuidadosamente os benefícios de prolongar a vida saudável contra os riscos de estender a morbidade (Tchikonia et al., 2020). Este equilíbrio delicado realça a importância de abordar questões éticas, incluindo o consentimento informado, a privacidade dos dados e o potencial para desigualdades no acesso a tratamentos baseados em biomarcadores.

Ao avançar na identificação e na aplicação de biomarcadores no envelhecimento, torna-se essencial a consideração das implicações éticas e sociais desses avanços. A promoção da equidade no acesso a essas tecnologias, a proteção rigorosa da privacidade dos pacientes e a utilização responsável das informações biomarcadoras constituem aspectos fundamentais para assegurar que os benefícios da medicina personalizada sejam extensivos e acessíveis a todos, fomentando um envelhecimento saudável e digno de forma universal.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os biomarcadores genéticos, proteômicos e metabólicos se mostraram promissores no aprimoramento do diagnóstico precoce ao identificar alterações individuais relacionadas ao tipo de modificação genética, presença de proteínas e metabólitos encontrados no processo de envelhecimento.

As intervenções terapêuticas podem ser mais precisas através da identificação dos biomarcadores de envelhecimento, a fim de melhorar a qualidade de vida diante do avanço da idade. Os aspectos éticos envolvidos são relevantes e incluem o consentimento informado, a



garantia da privacidade dos dados e a utilização responsável das informações obtidas através dos biomarcadores.

A equidade no acesso à ferramenta dos biomarcadores de envelhecimento é fundamental para assegurar que os benefícios da medicina personalizada sejam extensivos e acessíveis à população idosa, contribuindo para uma sociedade mais justa e inclusiva. A pesquisa evidencia a relevância de estratégias que promovam a autonomia e o bem-estar na terceira idade, minimizando as perdas inerentes ao processo de envelhecimento e maximizando a qualidade de vida dos idosos.

A integração de conhecimentos das áreas de geriatria e gerontologia, com especial atenção aos avanços em biomarcadores e tecnologias de saúde, é fundamental para avançar na promoção de um envelhecimento saudável e digno. Por fim, este estudo reitera a importância de considerar as dimensões éticas e sociais relacionadas ao envelhecimento, assegurando que os benefícios das inovações científicas e tecnológicas sejam acessíveis a todos, contribuindo para uma sociedade mais justa e inclusiva para a população idosa.

REFERÊNCIAS

BASISTY, N.; KALE, A.; PATEL, S. et al. The power of proteomics to monitor senescence-associated secretory phenotypes and beyond: toward clinical applications. *Expert Review of Proteomics*, v. 17, n. 4, p. 297-308, 2020.

BERBEN, L.; FLORIS, G.; WILDIERS, H. et al. Cancer and Aging: Two Tightly Interconnected Biological Processes. *Cancers*, v. 13, n. 6, p. 1400, 2021.

BLASIAK, J.; CHOJNACKI, J.; PAWLOWSKA, E. et al. Nutrition in Cancer Therapy in the Elderly—An Epigenetic Connection? *Nutrients*, v. 12, n. 11, p. 3366, 2020.

BRITO, F.C.; LITVOC, C.J. Conceitos básicos. In: BRITO, F.C.; LITVOC, C. (Eds.). *Envelhecimento – prevenção e promoção de saúde*. São Paulo: Atheneu, p. 1-16, 2004.

CAETANO, L.M. O Idoso e a Atividade Física. *Horizonte: Revista de Educação Física e Desporto*, v. 11, n. 124, p. 20-28, 2006.

COLLOCA, G.; DI CAPUA, B.; BELLINI, A. et al. Biological and Functional Biomarkers of Aging: Definition, Characteristics, and How They Can Impact Everyday Cancer Treatment. *Current Oncology Reports*, v. 22, n. 11, 2020.



FECHINE, R.A. O PROCESSO DE ENVELHECIMENTO: AS PRINCIPAIS ALTERAÇÕES QUE ACONTECEM COM O IDOSO COM O PASSAR DOS ANOS. *Inter Science Place*, v. 1, n. 20, p. 106–132, 2012.

GALOW, A.-M.; PELEG, S. How to Slow down the Ticking Clock: Age-Associated Epigenetic Alterations and Related Interventions to Extend Life Span. *Cells*, v. 11, n. 3, p. 468, 2022.

JOHNSON, A.A.; SHOKHIREV, M.N.; WYSS-CORAY, T. et al. Systematic review and analysis of human proteomics aging studies unveils a novel proteomic aging clock and identifies key processes that change with age. *Ageing Research Reviews*, v. 60, p. 101070, 2020.

JUÁREZ-FERNÁNDEZ, M.; PORRAS, D.; GARCÍA-MEDIAVILLA, M. et al. Aging, Gut Microbiota and Metabolic Diseases: Management through Physical Exercise and Nutritional Interventions. *Nutrients*, v. 13, n. 1, p. 16, 2020.

KONDOH, H.; KAMEDA, M.; YANAGIDA, M. Whole Blood Metabolomics in Aging Research. *International Journal of Molecular Sciences*, v. 22, n. 1, p. 175, 2020.

LEVINE, M.E. Assessment of Epigenetic Clocks as Biomarkers of Aging in Basic and Population Research. *The Journals of Gerontology: Series A*, v. 75, n. 3, p. 463–465, 2020.

MOADDEL, R.; UBAIDA-MOHIEN, C.; TANAKA, T. et al. Proteomics in aging research: A roadmap to clinical, translational research. *Aging Cell*, v. 20, n. 4, 2021.

RIVERO-SEGURA, N.A.; BELLO-CHAVOLLA, O.Y.; BARRERA-VÁZQUEZ, O.S. et al. Promising biomarkers of human aging: In search of a multi-omics panel to understand the aging process from a multidimensional perspective. *Ageing Research Reviews*, v. 64, p. 101164, 2020.

ROBINSON, O.; CHADEAU HYAM, M.; KARAMAN, I. et al. Determinants of accelerated metabolomic and epigenetic aging in a UK cohort. *Aging Cell*, v. 19, n. 6, 2020.

SANTOS-LOZANO, A.; VALENZUELA, P.L.; LLAVERO, F. et al. Successful aging: insights from proteome analyses of healthy centenarians. *Aging*, v. 12, n. 4, p. 3502–3515, 2020.



SATHYAN, S.; AYERS, E.; GAO, T. et al. Plasma proteomic profile of age, health span, and all-cause mortality in older adults. *Aging Cell*, v. 19, n. 11, 2020.

SMITH, H.J.; SHARMA, A.; MAIR, W.B. Metabolic Communication and Healthy Aging: Where Should We Focus Our Energy? *Developmental Cell*, v. 54, n. 2, p. 196–211, 2020.

TANAKA, T.; BASISTY, N.; FANTONI, G. et al. Plasma proteomic biomarker signature of age predicts health and life span. *eLife*, v. 9, 2020.

TCHKONIA, T.; PALMER, A.K; KIRKLAND, J.L. New Horizons: Novel Approaches to Enhance Healthspan Through Targeting Cellular Senescence and Related Aging Mechanisms. *The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism*, v. 106, n. 3, p. e1481–e1487, 2020.