ISSN: 2675-7222

SAS
South American Sciences

DOENÇAS CARDIOVASCULARES E INFLAMAÇÃO SISTÊMICA: AVANÇOS DA MEDICINA NA IDENTIFICAÇÃO DE BIOMARCADORES, ESTRATIFICAÇÃO DE RISCO E PREVENÇÃO DE EVENTOS CARDIOVASCULARES FATAIS

CARDIOVASCULAR DISEASES AND SYSTEMIC INFLAMMATION: MEDICAL ADVANCES IN THE IDENTIFICATION OF BIOMARKERS, RISK STRATIFICATION, AND THE PREVENTION OF FATAL CARDIOVASCULAR EVENTS

https://doi.org/10.63330/sasciencesv6n2-294

Submetido em: 27/10/2026 e Publicado em: 06/11/2026

SAS: e26524

João Gabriel Albuquerque de Sousa
Medicina
Unima| Afya Maceió
Maceió - AL
E-mail: jgalbuquerquesousa@gmail.com
ORCID: https://orcid.org/0009-0009-8816-9049

Áurea Rodrigues Costa
Acadêmica de Medicina
Faculdade Serra Dourada Altamira
Altamira - PA
E-mail: aurea.rodriguesatm@gmail.com

Isabelly Ribeiro Moraes dos Santos
Graduanda em Biomedicina
Centro Universitário das Faculdades Integradas de Ourinhos - UNIFIO
Ourinhos - SP
Lattes: https://lattes.cnpq.br/8824884001446511

Cleverson Fidelis
Acadêmico de Medicina / Licenciatura Ciências Biológicas/ Bacharel em Educação Física
UNE / UNIFAHE / FAM
São Paulo - SP
E-mail: x.fidelis@hotmail.com
ORCID: https://orcid.org/0009-0003-6591-9181

Kelly Monte Sousa
Enfermeira
Universidade Federal do Ceará
Fortaleza - CE
E-mail: kellymontesousa22@gmail.com

Sidvandia Gomes Cajazeiras Costa
Enfermeira
Universidade Federal do Ceará
Fortaleza - Ceará
E-mail: sidvandiagomes@gmail.com

Emanuela Almeida Sobral
Mestranda em Saúde Pública
Fortaleza - Ceará
E-mail: manulevi397@gmail.com

Resumo

As doenças cardiovasculares representam uma das principais causas de mortalidade mundial, e a inflamação sistêmica desempenha papel relevante no desenvolvimento e na progressão dessas condições. O estudo analisa os avanços da medicina na identificação de biomarcadores inflamatórios, na estratificação de risco cardiovascular e nas estratégias de prevenção de eventos fatais. Trata-se de uma revisão narrativa da literatura, de abordagem qualitativa e caráter descritivo, fundamentada em publicações científicas sobre inflamação vascular, aterosclerose e avaliação prognóstica. A literatura aponta que marcadores como proteína C-reativa ultrassensível, interleucina-6 e troponinas cardíacas podem contribuir para a identificação de processos inflamatórios, lesões miocárdicas e condições associadas ao maior risco cardiovascular. Entretanto, sua interpretação exige avaliação clínica integrada, considerando fatores individuais e limitações diagnósticas. Os avanços na compreensão dos mecanismos inflamatórios também ampliam as possibilidades de prevenção e acompanhamento de pacientes com maior vulnerabilidade cardiovascular. Conclui-se que a incorporação criteriosa de biomarcadores à prática clínica pode favorecer a identificação precoce de indivíduos de risco, apoiar decisões terapêuticas e contribuir para estratégias preventivas mais individualizadas, embora sua aplicação deva considerar a disponibilidade dos exames e as evidências de benefício clínico.

Palavras-chave: Aterosclerose; Biomarcadores inflamatórios; Inflamação sistêmica; Prevenção cardiovascular; Risco cardiovascular.

Abstract

Cardiovascular diseases are among the leading causes of mortality worldwide, and systemic inflammation plays a significant role in the development and progression of these conditions. This study analyzes medical advances in the identification of inflammatory biomarkers, cardiovascular risk stratification, and strategies for preventing fatal events. It is a narrative literature review with a qualitative and descriptive approach, based on scientific publications addressing vascular inflammation, atherosclerosis, and prognostic

assessment. The literature indicates that markers such as high-sensitivity C-reactive protein, interleukin-6, and cardiac troponins may contribute to identifying inflammatory processes, myocardial injury, and conditions associated with increased cardiovascular risk. However, their interpretation requires an integrated clinical assessment that considers individual factors and diagnostic limitations. Advances in understanding inflammatory mechanisms also expand opportunities for prevention and monitoring of patients at increased cardiovascular risk. The study concludes that the appropriate incorporation of biomarkers into clinical practice may facilitate the early identification of high-risk individuals, support therapeutic decisions, and contribute to more individualized preventive strategies, although their use should consider test availability and evidence of clinical benefit.

Keywords: Atherosclerosis; Cardiovascular prevention; Cardiovascular risk; Inflammatory biomarkers; Systemic inflammation.

1 INTRODUÇÃO

As doenças cardiovasculares permanecem entre os principais desafios da saúde pública mundial, tanto pela elevada mortalidade quanto pelas consequências clínicas e sociais associadas às suas complicações. Embora fatores como hipertensão arterial, dislipidemia, diabetes mellitus, tabagismo e sedentarismo sejam amplamente reconhecidos na determinação do risco cardiovascular, os avanços da pesquisa biomédica demonstraram que a ocorrência de eventos cardiovasculares também está relacionada a mecanismos inflamatórios que participam da formação, progressão e instabilidade das lesões ateroscleróticas. Essa compreensão ampliou as possibilidades de investigação clínica e trouxe novas perspectivas para a identificação de indivíduos suscetíveis ao infarto agudo do miocárdio, ao acidente vascular cerebral e a outros desfechos cardiovasculares graves.

Durante décadas, a aterosclerose foi compreendida principalmente como uma doença caracterizada pelo acúmulo de lipídios na parede arterial. Entretanto, o aprofundamento das investigações sobre sua fisiopatologia demonstrou que a resposta inflamatória participa ativamente das diferentes etapas do processo aterosclerótico. Libby (2021) explica que a interação entre lipoproteínas, células endoteliais, monócitos, macrófagos e mediadores inflamatórios contribui para a evolução das placas e para a ocorrência de complicações trombóticas. Dessa maneira, a inflamação deixou de ser considerada apenas uma consequência das alterações vasculares e passou a ocupar posição central na compreensão dos mecanismos envolvidos no desenvolvimento das doenças cardiovasculares.

A inflamação sistêmica, especialmente quando persistente e de baixa intensidade, pode estar associada a alterações metabólicas, disfunção endotelial e maior atividade de mecanismos envolvidos na aterotrombose. Nesse processo, diferentes mediadores participam da comunicação entre as células do

sistema imunológico e os tecidos vasculares, favorecendo respostas que podem contribuir para a instabilidade das placas ateroscleróticas. Soehnlein e Libby (2021) destacam que a identificação dessas vias inflamatórias possibilitou avanços na investigação de estratégias terapêuticas direcionadas a componentes específicos da resposta imune, ampliando o entendimento da prevenção cardiovascular para além do controle dos fatores de risco tradicionais.

Nesse cenário, a identificação de biomarcadores adquiriu importância crescente na avaliação clínica. A proteína C-reativa ultrassensível (PCR-us), por exemplo, tem sido investigada como indicador de atividade inflamatória e como elemento complementar na estimativa do risco cardiovascular. Outros marcadores, como a interleucina-6 (IL-6), também apresentam relevância para a compreensão dos processos inflamatórios associados à aterosclerose. Já as troponinas cardíacas, embora não sejam marcadores específicos de inflamação, desempenham papel fundamental na identificação de lesão miocárdica e podem fornecer informações prognósticas em diferentes condições clínicas. A interpretação desses exames, entretanto, exige atenção às suas características biológicas e às circunstâncias em que são utilizados, uma vez que alterações laboratoriais isoladas não são suficientes para estabelecer o risco individual de maneira precisa.

A utilização de biomarcadores deve ser compreendida como parte de uma avaliação mais ampla, que considere antecedentes pessoais e familiares, condições clínicas, hábitos de vida e fatores de risco já estabelecidos. As diretrizes de prevenção cardiovascular da American College of Cardiology e da American Heart Association reconhecem a elevação da PCR-us como um fator que pode contribuir para a discussão clínica sobre o risco aterosclerótico, especialmente em situações nas quais a estimativa inicial apresenta incertezas (Arnett et al., 2019). Essa perspectiva reforça a necessidade de interpretar os indicadores inflamatórios de forma integrada, evitando tanto a subutilização de informações relevantes quanto a solicitação indiscriminada de exames sem benefício clínico demonstrado.

A importância da inflamação para a ocorrência de eventos cardiovasculares também foi investigada em estudos de intervenção. No ensaio clínico Cantos, Ridker et al. (2017) avaliaram os efeitos do canaquinumabe, medicamento direcionado à interleucina-1β, em pacientes com histórico de infarto do miocárdio e inflamação residual. Os resultados demonstraram redução de eventos cardiovasculares recorrentes com uma das doses investigadas, independentemente da diminuição dos níveis de colesterol. Apesar desse avanço, o estudo também identificou aumento do risco de infecções fatais, evidenciando que o controle farmacológico da inflamação exige avaliação cuidadosa dos benefícios e riscos envolvidos. Esses achados contribuíram para consolidar a relevância clínica das vias inflamatórias na doença aterosclerótica, sem estabelecer que todas as intervenções anti-inflamatórias produzam os mesmos efeitos.

Apesar do desenvolvimento de novas tecnologias diagnósticas e do conhecimento acumulado sobre a fisiopatologia cardiovascular, ainda existem dificuldades para definir quais biomarcadores oferecem

benefícios adicionais relevantes na prática clínica. A associação estatística entre determinado marcador e a ocorrência de eventos cardiovasculares não significa, necessariamente, que sua utilização rotineira melhore as decisões terapêuticas ou reduza a mortalidade. Além disso, a disponibilidade dos exames, os custos envolvidos e a diversidade das condições clínicas podem limitar sua incorporação aos serviços de saúde. Torna-se necessário, portanto, distinguir os avanços científicos com potencial de aplicação daqueles cuja utilidade permanece restrita a contextos específicos de investigação.

Diante dessas questões, o problema que orienta este estudo consiste em compreender de que maneira os avanços na identificação de biomarcadores relacionados à inflamação sistêmica podem contribuir para o aprimoramento da estratificação de risco e para a prevenção de eventos cardiovasculares fatais. A investigação parte do entendimento de que o reconhecimento precoce de condições associadas ao risco cardiovascular pode favorecer decisões clínicas mais fundamentadas, desde que os resultados laboratoriais sejam interpretados em conjunto com as demais informações do paciente.

A realização deste estudo justifica-se pela necessidade de reunir e discutir evidências científicas que relacionem inflamação sistêmica, biomarcadores e prevenção cardiovascular. A relevância da temática não se limita ao desenvolvimento de novos exames, mas envolve a possibilidade de aperfeiçoar estratégias de acompanhamento, identificar grupos que necessitam de maior atenção e compreender os limites da aplicação clínica dessas ferramentas. Ao abordar conjuntamente os mecanismos inflamatórios e os métodos de avaliação prognóstica, a pesquisa busca contribuir para uma compreensão mais integrada dos fatores envolvidos na ocorrência de eventos cardiovasculares graves.

Nesse contexto, o objetivo geral deste estudo é analisar, por meio de uma revisão narrativa da literatura, os avanços da medicina na identificação de biomarcadores associados à inflamação sistêmica e suas contribuições para a estratificação de risco e a prevenção de eventos cardiovasculares fatais. Especificamente, pretende-se compreender a participação dos mecanismos inflamatórios no desenvolvimento e na progressão das doenças cardiovasculares; identificar os principais biomarcadores utilizados na investigação da inflamação e da lesão cardiovascular; discutir sua aplicabilidade na avaliação prognóstica; e examinar as contribuições e limitações das estratégias preventivas fundamentadas nas evidências disponíveis.

Assim, a pesquisa propõe uma reflexão sobre a importância de integrar conhecimentos fisiopatológicos, recursos laboratoriais e avaliação clínica na prevenção cardiovascular. Mais do que identificar alterações bioquímicas, o desafio consiste em compreender quando essas informações podem efetivamente contribuir para decisões que favoreçam a segurança do paciente, o acompanhamento individualizado e a redução de desfechos cardiovasculares graves.

2 METODOLOGIA

2.1 TIPO E ABORDAGEM DA PESQUISA

O estudo será desenvolvido por meio de uma revisão narrativa da literatura, de abordagem qualitativa e caráter descritivo, com o propósito de analisar as contribuições dos biomarcadores relacionados à inflamação sistêmica para a estratificação do risco cardiovascular e a prevenção de eventos cardiovasculares fatais. A escolha desse delineamento considera a necessidade de reunir conhecimentos provenientes de diferentes modalidades de investigação, incluindo estudos clínicos, pesquisas observacionais, revisões científicas e diretrizes relacionadas à prevenção cardiovascular.

A revisão narrativa permite examinar criticamente a produção científica sobre determinado tema, estabelecendo relações entre conceitos, resultados e interpretações apresentados em diferentes publicações. Entretanto, essa modalidade de estudo não possui, necessariamente, os mesmos procedimentos de seleção e síntese de uma revisão sistemática. Baethge, Goldbeck-Wood e Mertens (2019) destacam a importância de apresentar claramente os objetivos, descrever a busca bibliográfica e fundamentar as interpretações em evidências científicas relevantes.

A abordagem qualitativa será empregada para compreender as relações entre os mecanismos inflamatórios, a utilização de biomarcadores e as possibilidades de aplicação clínica dos conhecimentos disponíveis. O caráter descritivo permitirá organizar as principais características dos marcadores investigados, suas finalidades diagnósticas e prognósticas e as limitações associadas à sua utilização na prática assistencial.

A investigação não envolverá coleta direta de dados com pacientes ou realização de procedimentos clínicos. Sua unidade de análise será constituída por documentos científicos publicados, examinados de acordo com sua pertinência para os objetivos estabelecidos.

2.2 FONTES DE INFORMAÇÃO E LEVANTAMENTO BIBLIOGRÁFICO

O levantamento bibliográfico será realizado em bases de dados científicas reconhecidas na área da saúde, especialmente PubMed/MEDLINE, Scientific Electronic Library Online (SciELO) e Biblioteca Virtual em Saúde (BVS). A consulta a essas fontes buscará identificar publicações relacionadas aos mecanismos inflamatórios das doenças cardiovasculares, à utilização de biomarcadores e às estratégias de prevenção de eventos cardiovasculares graves.

Serão utilizados descritores em português e inglês, combinados conforme as características de cada base de dados. Entre os termos previstos estão doenças cardiovasculares, inflamação sistêmica, biomarcadores inflamatórios, proteína C-reativa, interleucina-6, troponina cardíaca, aterosclerose, estratificação de risco e prevenção cardiovascular. Também serão empregados os correspondentes em

inglês, como cardiovascular diseases, systemic inflammation, inflammatory biomarkers, C-reactive protein, interleukin-6, cardiac troponin, atherosclerosis, risk stratification e cardiovascular prevention.

A combinação dos termos será realizada por meio dos operadores booleanos AND e OR, buscando equilibrar a abrangência da pesquisa e a pertinência dos resultados. Uma estratégia inicial de busca poderá combinar as expressões cardiovascular diseases AND inflammation AND biomarkers, com adaptações destinadas à identificação de estudos sobre avaliação prognóstica e prevenção cardiovascular.

O levantamento terá como recorte preferencial publicações de 2016 a 2026, período que contempla avanços relevantes na investigação dos mecanismos inflamatórios e na utilização clínica de biomarcadores. Estudos anteriores poderão ser considerados quando apresentarem contribuições fundamentais para a compreensão histórica ou fisiopatológica do tema.

A descrição das fontes consultadas, dos termos empregados e dos critérios de seleção permitirá tornar o percurso metodológico mais transparente. Essa preocupação está alinhada às recomendações de Baethge, Goldbeck-Wood e Mertens (2019), que reconhecem a clareza da busca bibliográfica e a fundamentação das afirmações como elementos importantes para a qualidade das revisões narrativas.

2.3 CRITÉRIOS DE INCLUSÃO E EXCLUSÃO

A seleção das publicações será orientada pela relação direta com o problema de pesquisa e pela contribuição dos estudos para a compreensão da inflamação sistêmica na ocorrência de eventos cardiovasculares.

Serão considerados elegíveis artigos científicos publicados em periódicos especializados, estudos observacionais, ensaios clínicos, revisões de literatura e diretrizes de sociedades científicas que abordem a participação da inflamação na fisiopatologia cardiovascular, a identificação de biomarcadores ou sua aplicação na avaliação prognóstica.

Serão priorizadas publicações disponíveis em português, inglês ou espanhol, com informações metodológicas suficientes para compreender os resultados apresentados. A seleção também considerará a relevância clínica das evidências, a adequação dos métodos empregados e a correspondência entre os objetivos dos estudos e as questões investigadas nesta revisão.

Serão excluídos documentos duplicados, publicações sem relação direta com o tema e materiais que não apresentem fundamentação científica suficiente. Estudos dedicados exclusivamente a condições não cardiovasculares também serão desconsiderados, exceto quando contribuírem diretamente para explicar mecanismos inflamatórios relevantes para a investigação.

A seleção não será orientada apenas pela existência de resultados favoráveis à utilização dos biomarcadores. Serão considerados estudos que apresentem benefícios, limitações, resultados divergentes

ou ausência de vantagem clínica, de modo a evitar interpretações unilaterais sobre a aplicabilidade dessas ferramentas.

2.4 PROCEDIMENTOS DE SELEÇÃO E ORGANIZAÇÃO DOS ESTUDOS

O processo de seleção será desenvolvido em etapas. Inicialmente, serão identificadas as publicações disponíveis nas bases consultadas, mediante aplicação das estratégias de busca previamente definidas. Em seguida, os títulos e resumos serão examinados para verificar sua relação com os objetivos da pesquisa.

As publicações consideradas pertinentes serão submetidas à leitura integral, permitindo avaliar suas características metodológicas, os biomarcadores investigados, os resultados apresentados e as conclusões formuladas pelos autores.

As informações relevantes serão organizadas em uma matriz de análise bibliográfica, contendo identificação dos autores, ano de publicação, título, tipo de estudo, objetivo, população investigada, biomarcadores avaliados, principais resultados e limitações apontadas.

A utilização desse instrumento permitirá comparar publicações com diferentes delineamentos, identificar aproximações entre os resultados e reconhecer aspectos ainda pouco esclarecidos na literatura.

Nos estudos clínicos, serão observadas informações relacionadas à população investigada, ao acompanhamento dos participantes e aos desfechos cardiovasculares avaliados. Nas revisões e diretrizes, a análise considerará a consistência das recomendações, a fundamentação científica e a aplicabilidade das orientações apresentadas.

2.5 PROCEDIMENTOS DE ANÁLISE E INTERPRETAÇÃO DOS DADOS

A análise será realizada por meio de síntese narrativa e interpretação qualitativa das informações extraídas das publicações selecionadas. Os estudos serão examinados individualmente e, posteriormente, relacionados entre si, considerando convergências, divergências e limitações das evidências disponíveis.

Para organizar a discussão, serão adotados quatro eixos temáticos: participação da inflamação sistêmica na fisiopatologia cardiovascular; biomarcadores inflamatórios e indicadores de lesão miocárdica; aplicação dos biomarcadores na estratificação do risco cardiovascular; e estratégias de prevenção de eventos cardiovasculares graves.

O primeiro eixo abordará os mecanismos envolvidos na ativação inflamatória, na disfunção endotelial e na formação e instabilidade das placas ateroscleróticas. O segundo examinará os principais marcadores descritos na literatura, com atenção às diferenças entre indicadores de atividade inflamatória e marcadores de lesão cardíaca.

O terceiro eixo discutirá a contribuição desses exames para a identificação de indivíduos com maior probabilidade de apresentar eventos cardiovasculares. Serão consideradas as circunstâncias em que os

biomarcadores podem acrescentar informações à avaliação clínica tradicional, assim como as limitações de sensibilidade, especificidade e interpretação prognóstica.

O quarto eixo será dedicado às estratégias preventivas, incluindo o controle dos fatores de risco tradicionais e as intervenções relacionadas aos mecanismos inflamatórios. A análise procurará distinguir associações observacionais de evidências provenientes de estudos de intervenção, evitando atribuir benefícios clínicos a marcadores ou tratamentos sem demonstração adequada.

A interpretação considerará que a associação entre concentrações elevadas de determinado biomarcador e maior risco cardiovascular não comprova, isoladamente, que sua utilização rotineira reduza a mortalidade. Também serão examinados aspectos relacionados à disponibilidade dos exames, à viabilidade de aplicação e à necessidade de avaliação individualizada.

A qualidade da discussão será orientada por princípios de transparência, coerência argumentativa e apresentação adequada das evidências. Baethge, Goldbeck-Wood e Mertens (2019) ressaltam que revisões narrativas devem apresentar justificativa científica, objetivos definidos, referências pertinentes e interpretação fundamentada dos resultados.

2.6 ASPECTOS ÉTICOS E LIMITAÇÕES METODOLÓGICAS

Por se tratar de pesquisa baseada exclusivamente em publicações científicas e documentos de acesso público, o estudo não prevê contato com participantes, coleta de informações pessoais ou intervenções em seres humanos. Dessa forma, não está prevista submissão ao Comitê de Ética em Pesquisa, desde que o trabalho permaneça restrito à análise de materiais públicos e não envolva dados individuais identificáveis.

Serão observados os princípios de integridade científica, respeito à autoria e apresentação fiel das informações extraídas das publicações consultadas. As ideias e os resultados provenientes de outros estudos serão identificados por citações, conforme as normas acadêmicas aplicáveis.

Entre as limitações previstas, destaca-se a heterogeneidade dos delineamentos científicos, das populações investigadas e dos métodos utilizados para mensurar os biomarcadores. Essas diferenças podem dificultar comparações diretas entre os estudos e restringir a generalização de determinados resultados.

Além disso, a revisão narrativa não pretende produzir estimativas quantitativas combinadas nem substituir avaliações sistemáticas de eficácia diagnóstica ou terapêutica. Sua contribuição consiste na organização e interpretação crítica das evidências, buscando esclarecer as possibilidades e os limites da utilização de biomarcadores inflamatórios na prevenção cardiovascular.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 INFLAMAÇÃO SISTÊMICA E DESENVOLVIMENTO DAS DOENÇAS CARDIOVASCULARES

A literatura científica demonstra que a inflamação participa de diferentes etapas do desenvolvimento das doenças cardiovasculares, especialmente da aterosclerose. A compreensão desse processo representa uma mudança importante na abordagem da doença arterial, anteriormente associada sobretudo ao acúmulo de lipídios na parede dos vasos sanguíneos. Atualmente, reconhece-se que alterações metabólicas, respostas imunológicas e mecanismos inflamatórios interagem continuamente, influenciando a formação, a progressão e a instabilidade das placas ateroscleróticas.

Libby (2021) destaca que a inflamação constitui um componente essencial da fisiopatologia aterosclerótica. A retenção de lipoproteínas na parede arterial favorece alterações endoteliais e o recrutamento de células inflamatórias, incluindo monócitos e macrófagos. Essas células participam da formação das lesões ateroscleróticas e da produção de mediadores que podem contribuir para a progressão da doença.

A importância clínica desse processo está relacionada, principalmente, à possibilidade de instabilidade das placas. A resposta inflamatória pode favorecer alterações na estrutura da capa fibrosa, aumentando a vulnerabilidade à ruptura e à formação de trombos. Dependendo do território vascular comprometido, essas alterações podem resultar em infarto agudo do miocárdio, acidente vascular cerebral isquêmico ou outras complicações cardiovasculares graves.

Soehnlein e Libby (2021) ressaltam que a participação das células imunológicas na aterosclerose ampliou as possibilidades de investigação de intervenções direcionadas aos mecanismos inflamatórios. Os autores demonstram que o conhecimento das interações entre imunidade e metabolismo contribuiu para a identificação de novos alvos terapêuticos, embora a tradução desses conhecimentos para a prática clínica ainda apresente desafios.

A análise dessas evidências indica que o controle dos fatores de risco tradicionais continua indispensável, mas não contempla integralmente os mecanismos envolvidos na ocorrência dos eventos cardiovasculares. Mesmo indivíduos submetidos ao tratamento da dislipidemia podem apresentar risco residual, relacionado a diferentes condições clínicas, incluindo processos inflamatórios persistentes.

Dessa forma, a inflamação sistêmica deve ser compreendida como uma dimensão complementar da avaliação cardiovascular. Seu reconhecimento não substitui a investigação dos fatores de risco estabelecidos, mas contribui para uma compreensão mais abrangente dos mecanismos associados à progressão da doença.

3.2 BIOMARCADORES INFLAMATÓRIOS E IDENTIFICAÇÃO DO RISCO CARDIOVASCULAR

Entre os avanços observados na investigação cardiovascular, destaca-se o desenvolvimento de métodos laboratoriais capazes de identificar alterações relacionadas à inflamação e à lesão miocárdica. Esses recursos ampliaram as possibilidades de avaliação prognóstica, especialmente em pacientes que apresentam condições clínicas associadas à maior probabilidade de eventos cardiovasculares.

A proteína C-reativa ultrassensível (PCR-us) constitui um dos marcadores mais investigados nesse contexto. Produzida predominantemente pelo fígado em resposta a estímulos inflamatórios, sua concentração pode refletir a presença de inflamação sistêmica de baixa intensidade. Entretanto, trata-se de um marcador inespecífico, cuja elevação também pode ocorrer em infecções, doenças autoimunes e outras condições.

As diretrizes de prevenção cardiovascular apresentadas por Arnett et al. (2019) reconhecem que concentrações elevadas de PCR-us podem contribuir para a avaliação clínica do risco aterosclerótico em determinadas circunstâncias. Sua utilização é particularmente relevante quando existem dúvidas sobre a classificação do risco e sobre a necessidade de intensificação das medidas preventivas.

A interleucina-6 (IL-6) também apresenta importância na investigação dos mecanismos inflamatórios. Essa citocina participa da regulação da resposta imunológica e estimula a produção de proteínas de fase aguda, incluindo a proteína C-reativa. Concentrações elevadas de IL-6 têm sido associadas à atividade inflamatória e a desfechos cardiovasculares desfavoráveis, embora sua dosagem não integre rotineiramente os instrumentos tradicionais de estratificação de risco.

As troponinas cardíacas, por sua vez, apresentam características distintas. Esses marcadores são utilizados principalmente para identificar lesão miocárdica, sendo fundamentais na investigação de síndromes coronarianas agudas. Apesar de fornecerem informações prognósticas relevantes, não devem ser classificados como biomarcadores inflamatórios específicos.

A diferenciação entre esses indicadores é necessária para evitar interpretações equivocadas. Enquanto a PCR-us e a IL-6 estão relacionadas à atividade inflamatória, as troponinas refletem lesão das células musculares cardíacas. A utilização conjunta dessas informações pode contribuir para a avaliação clínica, desde que sejam respeitadas as finalidades e limitações de cada exame.

Os resultados discutidos na literatura sugerem que a principal contribuição dos biomarcadores não consiste na substituição da avaliação clínica tradicional, mas na possibilidade de acrescentar informações relevantes em situações específicas. A interpretação isolada de alterações laboratoriais pode produzir classificações inadequadas, especialmente quando não são consideradas as condições clínicas responsáveis pela elevação dos marcadores.

3.3 BIOMARCADORES E ESTRATIFICAÇÃO DO RISCO CARDIOVASCULAR

A estratificação de risco cardiovascular busca estimar a probabilidade de ocorrência de eventos futuros, permitindo identificar indivíduos que necessitam de acompanhamento mais rigoroso ou de intervenções preventivas intensificadas. Tradicionalmente, essa avaliação considera fatores como idade, pressão arterial, perfil lipídico, diabetes mellitus, tabagismo e antecedentes clínicos.

A incorporação de biomarcadores representa uma possibilidade de aperfeiçoamento dessa avaliação, sobretudo diante da existência de pacientes que apresentam eventos cardiovasculares mesmo após o controle de fatores de risco conhecidos.

Em uma análise colaborativa de três ensaios clínicos, Ridker et al. (2023) investigaram a relação entre inflamação, colesterol e ocorrência de eventos cardiovasculares em pacientes submetidos ao tratamento com estatinas. Os autores observaram que a inflamação residual, avaliada pela PCR-us, apresentou associação significativa com eventos cardiovasculares e mortalidade.

Esse resultado reforça a importância de considerar mecanismos que não são integralmente representados pelos níveis de colesterol. Entretanto, a associação entre determinado biomarcador e um desfecho clínico não significa, necessariamente, que sua dosagem deva ser incorporada indiscriminadamente à prática assistencial.

A utilidade de um marcador depende de sua capacidade de acrescentar informações relevantes aos instrumentos existentes e, principalmente, de contribuir para decisões clínicas que produzam benefícios aos pacientes.

Nesse sentido, a interpretação dos biomarcadores deve considerar três aspectos fundamentais: a associação com o risco cardiovascular, a capacidade de melhorar a classificação prognóstica e a possibilidade de orientar intervenções eficazes.

Um exame pode apresentar associação estatística com determinado desfecho sem necessariamente melhorar a tomada de decisão clínica. Essa distinção é importante porque a ampliação do número de testes laboratoriais não representa, por si só, melhoria da qualidade assistencial.

A análise dos estudos permite compreender que a estratificação de risco deve permanecer fundamentada na integração entre informações clínicas, fatores de risco tradicionais e evidências laboratoriais. Os biomarcadores podem contribuir para essa avaliação, mas sua utilização precisa estar associada a indicações justificadas e à interpretação individualizada.

3.4 AVANÇOS TERAPÊUTICOS E PREVENÇÃO DE EVENTOS CARDIOVASCULARES GRAVES

A identificação da participação dos mecanismos inflamatórios na aterosclerose estimulou pesquisas destinadas a investigar se a redução da atividade inflamatória poderia diminuir a ocorrência de eventos cardiovasculares.

Um dos estudos mais relevantes nessa área foi o ensaio clínico CANTOS, conduzido por Ridker et al. (2017). A investigação envolveu 10.061 pacientes com histórico de infarto do miocárdio e concentrações elevadas de PCR-us, avaliando os efeitos do canaquinumabe, medicamento direcionado à interleucina-1β.

Os resultados demonstraram que, no grupo tratado com 150 mg de canaquinumabe, a incidência do desfecho cardiovascular composto foi de 3,86 eventos por 100 pessoas-ano, em comparação com 4,50 eventos por 100 pessoas-ano no grupo placebo.

A redução observada ocorreu sem diminuição significativa das concentrações de colesterol, fornecendo evidências de que a modulação de determinadas vias inflamatórias pode influenciar a ocorrência de eventos cardiovasculares.

Entretanto, o tratamento também esteve associado a maior incidência de infecções fatais, aspecto que limita sua interpretação como alternativa preventiva amplamente aplicável. Assim, o estudo demonstrou a relevância clínica da inflamação, mas também evidenciou a necessidade de avaliar cuidadosamente os riscos das intervenções farmacológicas.

Outro avanço importante foi apresentado por Tardif et al. (2019), no estudo COLCOT, que investigou os efeitos da colchicina em baixa dose após infarto do miocárdio.

A pesquisa incluiu 4.745 participantes e identificou ocorrência do desfecho cardiovascular composto em 5,5% dos pacientes tratados com colchicina, em comparação com 7,1% daqueles que receberam placebo, durante acompanhamento mediano de 22,6 meses.

Os resultados indicaram redução de eventos cardiovasculares isquêmicos no grupo submetido à intervenção. Contudo, o benefício observado no desfecho composto não deve ser interpretado como demonstração de redução significativa da mortalidade cardiovascular isoladamente.

Resultados semelhantes foram investigados por Nidorf et al. (2020), no ensaio LoDoCo2, realizado com pacientes portadores de doença coronariana crônica. Nesse estudo, o desfecho cardiovascular composto ocorreu em 6,8% dos participantes tratados com colchicina e em 9,6% daqueles que receberam placebo.

Esses achados fortaleceram a hipótese de que intervenções direcionadas à inflamação podem contribuir para a prevenção secundária de eventos cardiovasculares. Entretanto, diferenças entre populações, tratamentos e desfechos exigem cautela na comparação direta dos estudos.

A principal contribuição dessas pesquisas consiste em demonstrar que os mecanismos inflamatórios podem representar alvos terapêuticos relevantes. Isso não significa, contudo, que medicamentos anti-inflamatórios devam ser utilizados indiscriminadamente para prevenção cardiovascular.

A escolha das intervenções deve considerar as características dos pacientes, as contraindicações, os efeitos adversos e as recomendações clínicas aplicáveis.

3.5 SÍNTESE COMPARATIVA DOS PRINCIPAIS ESTUDOS

A comparação dos estudos permite identificar diferentes contribuições para a compreensão da relação entre inflamação sistêmica e risco cardiovascular. Enquanto algumas pesquisas investigaram os mecanismos fisiopatológicos e a utilidade prognóstica dos biomarcadores, outras avaliaram diretamente os efeitos de intervenções farmacológicas sobre a ocorrência de eventos cardiovasculares.

Tabela 1 – Principais evidências científicas sobre inflamação e prevenção cardiovascular

Autor e ano	Tipo de investigação	Principal contribuição
Libby (2021)	Revisão científica	Descreve a participação da inflamação na formação e progressão da aterosclerose.
Soehnlein e Libby (2021)	Revisão científica	Discute mecanismos imunológicos e possibilidades terapêuticas direcionadas à inflamação.
Arnett et al. (2019)	Diretriz clínica	Reconhece a PCR-us como fator complementar na avaliação do risco cardiovascular em situações específicas.
Ridker et al. (2017)	Ensaio clínico CANTOS	Identifica redução de eventos cardiovasculares com uma dose de canaquinumabe, acompanhada de riscos relacionados à segurança.
Tardif et al. (2019)	Ensaio clínico COLCOT	Demonstra redução do desfecho cardiovascular composto com colchicina em baixa dose após infarto.
Nidorf et al. (2020)	Ensaio clínico LoDoCo2	Identifica redução de eventos cardiovasculares compostos em pacientes com doença coronariana crônica tratados com colchicina.
Ridker et al. (2023)	Análise colaborativa de ensaios clínicos	Demonstra a relevância prognóstica da inflamação residual em pacientes tratados com estatinas.

Fonte: Elaborada com base nas publicações citadas.

A síntese evidencia que os avanços relacionados à inflamação cardiovascular abrangem três dimensões complementares: compreensão dos mecanismos fisiopatológicos, aperfeiçoamento da avaliação prognóstica e investigação de novas possibilidades terapêuticas.

A primeira dimensão contribui para explicar a participação da resposta imunológica na evolução das lesões ateroscleróticas. A segunda permite compreender como determinados indicadores laboratoriais podem complementar a avaliação do risco. A terceira demonstra que intervenções sobre vias inflamatórias específicas podem modificar a ocorrência de alguns desfechos clínicos.

Entretanto, essas dimensões não devem ser confundidas. A identificação de um biomarcador associado ao risco cardiovascular não comprova, isoladamente, a eficácia de tratamentos direcionados a esse marcador. Da mesma forma, a redução de eventos cardiovasculares compostos não significa necessariamente redução comprovada de mortes cardiovasculares.

Essa distinção é particularmente importante diante do objetivo de investigar estratégias para prevenir eventos cardiovasculares fatais. Os estudos analisados oferecem evidências relevantes sobre a prevenção de complicações cardiovasculares graves, mas os benefícios sobre a mortalidade isolada não foram uniformemente demonstrados.

3.6 LIMITAÇÕES DAS EVIDÊNCIAS E IMPLICAÇÕES PARA A PRÁTICA CLÍNICA

Apesar dos avanços científicos, a incorporação dos biomarcadores inflamatórios à prática assistencial apresenta limitações que precisam ser consideradas.

Uma das principais dificuldades está relacionada à inespecificidade de determinados marcadores. A PCR-us, por exemplo, pode apresentar elevação em diferentes condições inflamatórias, dificultando sua interpretação quando utilizada isoladamente.

Outra limitação envolve a heterogeneidade das populações investigadas. Estudos realizados com pacientes que já sofreram infarto do miocárdio não permitem generalizar automaticamente seus resultados para indivíduos sem doença cardiovascular estabelecida.

Também existem diferenças importantes entre biomarcadores utilizados para avaliação prognóstica e aqueles empregados no diagnóstico de lesão cardíaca. A utilização inadequada dessas informações pode gerar interpretações equivocadas e intervenções desnecessárias.

Além das limitações clínicas, devem ser considerados os custos, a disponibilidade dos exames e a capacidade dos serviços de saúde de incorporar novas tecnologias sem comprometer outras medidas preventivas comprovadamente eficazes.

A discussão dos resultados demonstra que os biomarcadores devem ser utilizados como instrumentos complementares à avaliação clínica, e não como substitutos do acompanhamento médico ou das estratégias tradicionais de prevenção.

O controle da hipertensão arterial, do diabetes mellitus, das alterações lipídicas e do tabagismo, associado à promoção de hábitos de vida saudáveis, permanece essencial para a redução do risco cardiovascular.

Nesse contexto, a principal contribuição dos avanços científicos está na possibilidade de aprimorar a identificação de indivíduos com maior vulnerabilidade e orientar decisões clínicas mais individualizadas.

A utilização criteriosa dos biomarcadores, associada ao conhecimento dos mecanismos inflamatórios, pode favorecer uma abordagem mais abrangente da prevenção cardiovascular. Entretanto, sua aplicação deve permanecer fundamentada em evidências consistentes, considerando tanto os benefícios potenciais quanto as limitações diagnósticas e terapêuticas.

De maneira geral, a literatura indica que a inflamação sistêmica representa um componente relevante da doença aterosclerótica e que determinados biomarcadores podem acrescentar informações à avaliação prognóstica. Os ensaios clínicos também demonstram que intervenções sobre vias inflamatórias específicas podem reduzir alguns eventos cardiovasculares.

Esses resultados reforçam a importância de integrar investigação laboratorial, avaliação clínica e prevenção baseada em evidências. O desafio atual não consiste apenas em identificar novos marcadores,

mas em estabelecer quais deles oferecem benefícios concretos para a tomada de decisão e para a redução de complicações cardiovasculares graves.

4 CONCLUSÃO

A análise da literatura permitiu compreender a importância da inflamação sistêmica no desenvolvimento e na progressão das doenças cardiovasculares, especialmente nos processos relacionados à aterosclerose. Ao examinar os avanços na identificação de biomarcadores e suas possíveis aplicações na estratificação de risco, o estudo reuniu evidências que ampliam a compreensão dos mecanismos envolvidos na ocorrência de eventos cardiovasculares graves. Dessa forma, os objetivos propostos foram contemplados por meio da discussão dos aspectos fisiopatológicos, dos recursos laboratoriais disponíveis e das estratégias preventivas investigadas nas publicações científicas.

Os estudos discutidos demonstram que a inflamação não constitui apenas uma resposta secundária às alterações vasculares, mas participa ativamente da formação, progressão e instabilidade das placas ateroscleróticas. Esse conhecimento contribuiu para ampliar as perspectivas de avaliação cardiovascular, tradicionalmente concentradas em fatores como hipertensão arterial, dislipidemia, diabetes mellitus e tabagismo. Embora esses fatores permaneçam fundamentais para a prevenção, a identificação de mecanismos inflamatórios associados à doença aterosclerótica permite compreender aspectos adicionais do risco cardiovascular.

Entre os biomarcadores examinados, a proteína C-reativa ultrassensível destacou-se por sua aplicabilidade como indicador complementar de atividade inflamatória e por sua associação com o risco de eventos cardiovasculares. A interleucina-6 apresentou relevância para a compreensão das vias inflamatórias envolvidas na aterosclerose, enquanto as troponinas cardíacas demonstraram importância na identificação de lesão miocárdica e na avaliação prognóstica de determinadas condições clínicas. Entretanto, verificou-se que esses marcadores possuem finalidades distintas e que sua interpretação isolada não oferece informações suficientes para determinar o risco individual de maneira precisa.

A discussão também evidenciou que os avanços na identificação de biomarcadores não devem ser confundidos com a demonstração automática de benefícios clínicos decorrentes de sua utilização. A associação entre alterações laboratoriais e maior probabilidade de eventos cardiovasculares representa uma informação relevante, mas a incorporação de novos exames à rotina assistencial depende de evidências que justifiquem sua contribuição para a tomada de decisão. Nesse sentido, a avaliação clínica integrada permanece indispensável, considerando as características individuais dos pacientes e os fatores de risco já reconhecidos.

Outro resultado importante refere-se às possibilidades terapêuticas relacionadas ao controle da inflamação. Os ensaios clínicos discutidos demonstraram que intervenções direcionadas a determinadas

vias inflamatórias podem reduzir a ocorrência de eventos cardiovasculares compostos em populações específicas. Contudo, os benefícios observados não permitem afirmar que todas essas estratégias reduzam, de maneira uniforme, a mortalidade cardiovascular. Também devem ser considerados os riscos associados aos tratamentos, as contraindicações e as diferenças entre as populações investigadas.

Esses resultados reforçam a necessidade de distinguir a prevenção de eventos cardiovasculares não fatais da prevenção de mortes cardiovasculares. Embora os estudos analisados apresentem contribuições importantes para a compreensão do risco e para o desenvolvimento de intervenções preventivas, a redução da mortalidade permanece um desfecho que exige investigação específica e acompanhamento adequado. Essa distinção é especialmente relevante para o presente trabalho, cujo tema contempla a prevenção de eventos cardiovasculares fatais.

A principal contribuição desta pesquisa consiste na articulação entre conhecimentos sobre inflamação sistêmica, biomarcadores e estratégias de prevenção cardiovascular. Ao reunir essas dimensões, o estudo evidencia que o aperfeiçoamento da assistência não depende exclusivamente da disponibilidade de novos exames ou medicamentos, mas também da capacidade de interpretar as evidências científicas e aplicá-las de maneira criteriosa às necessidades dos pacientes. A identificação de indivíduos com maior vulnerabilidade cardiovascular pode favorecer o acompanhamento clínico e a adoção de medidas preventivas mais individualizadas, desde que fundamentadas em critérios adequados de avaliação.

Também se destaca a importância de considerar as limitações relacionadas à utilização dos biomarcadores. A inespecificidade de determinados indicadores, as diferenças entre os métodos laboratoriais e a heterogeneidade das populações estudadas dificultam a generalização de alguns resultados. Além disso, aspectos como custos, disponibilidade dos exames e acesso aos serviços especializados podem influenciar sua aplicação na prática assistencial. Essas questões demonstram que a incorporação de tecnologias deve ser acompanhada de avaliações sobre sua efetividade, segurança e viabilidade.

Quanto às limitações da própria pesquisa, reconhece-se que a abordagem narrativa permite reunir e interpretar diferentes contribuições científicas, mas não substitui uma revisão sistemática destinada à avaliação exaustiva das evidências. A diversidade dos delineamentos, dos biomarcadores e dos desfechos investigados também restringe a realização de comparações diretas entre todos os estudos discutidos. Assim, as conclusões apresentadas devem ser compreendidas no contexto das publicações examinadas, sem pretensão de estabelecer relações causais adicionais ou estimativas quantitativas de eficácia.

Para pesquisas futuras, recomenda-se aprofundar a investigação sobre a capacidade dos biomarcadores inflamatórios de melhorar a classificação do risco cardiovascular quando associados aos instrumentos clínicos tradicionais. Também são necessários estudos que avaliem sua utilidade em diferentes populações, especialmente na atenção primária e em contextos com limitações de recursos diagnósticos. Investigações com acompanhamento prolongado poderão contribuir para esclarecer se a utilização desses

indicadores resulta em mudanças efetivas nas condutas clínicas e na redução de eventos cardiovasculares fatais.

Da mesma forma, torna-se relevante ampliar as pesquisas sobre a segurança e a efetividade de intervenções direcionadas aos mecanismos inflamatórios, considerando não apenas a redução de eventos cardiovasculares compostos, mas também seus efeitos sobre a mortalidade, a qualidade de vida e os possíveis eventos adversos. A produção de evidências nesses campos poderá favorecer decisões mais fundamentadas sobre a incorporação de estratégias preventivas à assistência cardiovascular.

Conclui-se que os avanços na compreensão da inflamação sistêmica representam uma contribuição importante para a medicina cardiovascular contemporânea. A identificação de biomarcadores e o desenvolvimento de intervenções direcionadas às vias inflamatórias ampliaram as possibilidades de investigação, estratificação de risco e prevenção de complicações. Entretanto, a aplicação desses conhecimentos exige interpretação clínica cuidadosa e reconhecimento dos limites das evidências disponíveis. A integração entre prevenção tradicional, avaliação individualizada e utilização criteriosa de novas tecnologias constitui um caminho relevante para o aprimoramento da assistência e para a redução da ocorrência de eventos cardiovasculares graves.

REFERÊNCIAS

ARNETT, Donna K. et al. 2019 ACC/AHA guideline on the primary prevention of cardiovascular disease: a report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on Clinical Practice Guidelines. **Circulation**, v. 140, n. 11, p. e596-e646, 2019. DOI: 10.1161/CIR.0000000000000678.

BAETHGE, Christopher; GOLDBECK-WOOD, Sandra; MERTENS, Stephan. SANRA—a scale for the quality assessment of narrative review articles. **Research Integrity and Peer Review**, v. 4, art. 5, 2019. DOI: 10.1186/s41073-019-0064-8.

LIBBY, Peter. Inflammation in atherosclerosis—no longer a theory. **Clinical Chemistry**, v. 67, n. 1, p. 131-142, 2021. DOI: 10.1093/clinchem/hvaa275.

NIDORF, Stefan M. et al. Colchicine in patients with chronic coronary disease. **The New England Journal of Medicine**, v. 383, n. 19, p. 1838-1847, 2020. DOI: 10.1056/NEJMoa2021372.

RIDKER, Paul M. et al. Antiinflammatory therapy with canakinumab for atherosclerotic disease. **The New England Journal of Medicine**, v. 377, n. 12, p. 1119-1131, 2017. DOI: 10.1056/NEJMoa1707914.

RIDKER, Paul M. et al. Inflammation and cholesterol as predictors of cardiovascular events among patients receiving statin therapy: a collaborative analysis of three randomised trials. **The Lancet**, v. 401, n. 10384, p. 1293-1301, 2023. DOI: 10.1016/S0140-6736(23)00215-5.

SOEHNLEIN, Oliver; LIBBY, Peter. Targeting inflammation in atherosclerosis—from experimental insights to the clinic. **Nature Reviews Drug Discovery**, v. 20, n. 8, p. 589-610, 2021. DOI: 10.1038/s41573-021-00198-1.

TARDIF, Jean-Claude et al. Efficacy and safety of low-dose colchicine after myocardial infarction. **The New England Journal of Medicine**, v. 381, n. 26, p. 2497-2505, 2019. DOI: 10.1056/NEJMoa1912388.