



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DO DELTA DO PARNAÍBA
CURSO DE BACHARELADO EM BIOMEDICINA



JOSÉ RIBEIRO DO NASCIMENTO NETO

**DESVENDANDO O PAPEL DO BIOMÉDICO FISILOGISTA: UMA ABORDAGEM
INTEGRADA ENTRE CIÊNCIAS LABORATORIAIS E ESPORTIVAS**

PARNAÍBA-PI

2023

JOSÉ RIBEIRO DO NASCIMENTO NETO

**DESVENDANDO O PAPEL DO BIOMÉDICO FISILOGISTA: UMA ABORDAGEM
INTEGRADA ENTRE CIÊNCIAS LABORATORIAIS E ESPORTIVAS**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado à Universidade Federal do
Delta do Parnaíba — UFDPAr, como
requisito obrigatório para a obtenção do
título de Bacharel em Biomedicina.

Orientadora: Prof. Dra. Ana Patricia de
Oliveira

PARNAÍBA-PI

2023

JOSÉ RIBEIRO DO NASCIMENTO NETO

**DESVENDANDO O PAPEL DO BIOMÉDICO FISILOGISTA: PERSPECTIVAS NA
ÁREA ESPORTIVA**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado à Universidade Federal do
Delta do Parnaíba — UFDPAr, como
requisito obrigatório para a obtenção do
título de Bacharel em Biomedicina.

Orientadora: Prof. Dra. Ana Patricia de
Oliveira

APROVADO EM: 06/12/ 2023

BANCA EXAMINADORA

Jatícia de Sousa Chaves

Examinador I

André Luis Fernandes Lopes

Examinador II

Ana Patricia de Oliveira

Prof^a. Dra Ana Patricia de Oliveira

Orientadora

PARNAÍBA-PI

2023

AGRADECIMENTOS

Queridos,

Ao finalizar este TCC, quero expressar minha profunda gratidão a todos que contribuíram para essa jornada significativa.

Primeiramente, agradeço a Deus, fonte de sabedoria e força, por guiar meus passos e iluminar meu caminho ao longo desta trajetória acadêmica.

À minha amada esposa, Naira Silva Assunção, meu pilar e maior incentivadora, agradeço por seu apoio incondicional, compreensão e amor que tornaram possível superar desafios e celebrar conquistas juntos.

À minha mãe, Janete Ribeiro, mulher incrível e exemplo de resiliência, agradeço por sua constante inspiração e por sempre acreditar no meu potencial.

À minha dedicada orientadora, Ana Patrícia de Oliveira, expresso minha gratidão pela sua orientação perspicaz, paciência e comprometimento. Suas contribuições foram fundamentais para o desenvolvimento deste trabalho.

E, por último, mas não menos importante, dedico uma lembrança especial ao meu precioso avô, José Ribeiro, cujo legado de dedicação e valores permanece presente em cada conquista alcançada.

A todos vocês, meu sincero agradecimento. Este trabalho é fruto do esforço coletivo e do apoio essencial que recebi ao longo dessa jornada.

Com gratidão,

[José Ribeiro do Nascimento Neto]

RESUMO

A pesquisa destaca a lacuna existente na literatura quanto à abordagem específica desse profissional na fisiologia esportiva, enfatizando a interpretação individualizada dos resultados laboratoriais diante da singularidade da fisiologia do atleta. Além disso, explora as potencialidades da esportômica, com ênfase na metabolômica como ferramenta promissora para compreender as mudanças metabólicas em atletas. A regulamentação recente do biomédico na fisiologia do esporte é abordada, evidenciando sua integração com equipes multidisciplinares. Discutindo o papel do biomédico na fisiologia do esporte, destaca-se sua capacidade de interpretar marcadores bioquímicos e moleculares, contribuindo para treinamentos mais precisos. A resolução do CFBM (Conselho Federal de Biomedicina), abre espaço para o biomédico atuar em diversas modalidades esportivas, interagindo com profissionais multidisciplinares. A revisão aponta desafios e oportunidades para o biomédico na fisiologia do esporte. A falta de estudos específicos destaca uma lacuna a ser preenchida, enquanto a habilitação do CFBM abre portas para uma atuação mais ampla e especializada. Este trabalho contribui para a compreensão do papel do biomédico na fisiologia do esporte e destaca a necessidade de mais pesquisas na área.

PALAVRAS-CHAVE: Biomedicina. Fisiologia do Esporte. Biomédico Fisiologista. Análises Laboratoriais. Esportômica. Metabolômica. Desempenho Atlético.

ABSTRACT

The research highlights the gap in the literature regarding the specific approach of this professional in sports physiology, emphasizing the individualized interpretation of laboratory results given the uniqueness of the athlete's physiology. Furthermore, it explores the potential of sportsomics, with an emphasis on metabolomics as a promising tool for understanding metabolic changes in athletes. The recent biomedical regulation in sports physiology is addressed, highlighting its integration with multidisciplinary teams. Discussing the role of biomedics in sports physiology, their ability to interpret biochemical and molecular markers stands out, contributing to more precise training. The resolution of the CFBM (Federal Council of Biomedicine) opens space for biomedical professionals to work in various sports, interacting with multidisciplinary professionals. The review highlights challenges and opportunities for biomedicine in sports physiology. The lack of specific studies highlights a gap to be filled, while the CFBM qualification opens doors to broader and more specialized action. This work contributes to the understanding of the role of biomedicine in sport physiology and highlights the need for more research in the area.

KEYWORD: Biomedicine. Sports Physiology. Biomedical Physiologist. Laboratory Analyses. Sports Omics. Metabolomics. Athletic Performance.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Descrição de alguns dos principais artigos abordados demonstrando objetivo e metodologia.....	06
-----------------	---	----

LISTA DE ABREVIATURAS

CFBM	Conselho Federal de Biomedicina
CK	Creatina quinase
CK-MM	Creatina quinase (músculo esquelético)
DeCS	Descritores em Ciências da Saúde
HDL	High Density Lipoproteins (lipoproteína de alta densidade)
LDH	Lactato Desidrogenase
LDL	Low-density lipoprotein (lipoproteína de baixa densidade)
PUBMED	Public medline
SciELO	Scientific Electronic Library Online for Latin America

SUMÁRIO

Sumário

1 INTRODUÇÃO.....	01
2 METODOLOGIA.....	02
• Pergunta norteadora.....	03
• Busca na literatura.....	03
• Critérios de estudo.....	03
• Seleção dos estudos.....	04
3 RESULTADOS.....	04
4 DISCUSSÃO.....	07
• Biomedicina e fisiologia do esporte.....	06
• Análises laboratoriais no contexto do desempenho esportivo.....	09
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	13
6 REFERÊNCIAS.....	14



DESVENDANDO O PAPEL DO BIOMÉDICO FISILOGISTA: PERSPECTIVAS NA ÁREA ESPORTIVA

UNVEILING THE ROLE OF THE BIOMEDICAL PHYSIOLOGIST: PERSPECTIVES IN THE SPORTS FIELD

JOSÉ RIBEIRO DO NASCIMENTO NETO, ACADÊMICO DO CURSO DE BIOMEDICINA, NA UNIVERSIDADE DO DELTA DO PARNAÍBA (UFDFPar), E-MAIL: joseribeiro.neto@hotmail.com , ORCID: <https://orcid.org/0009-0008-5847-6593>.

ANA PATRICIA DE OLIVEIRA, BIOMÉDICA, DOUTORA EM BIOTECNOLOGIA, DOCENTE DO CURSO DE BIOMEDICINA, NA UNIVERSIDADE DO DELTA DO PARNAÍBA (UFDFPar), E-MAIL: apatriciabiomed@gmail.com, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1994-9481>.

1 INTRODUÇÃO

Os benefícios do trabalho exercido pelos fisiologistas no passar dos séculos, construíram uma base sólida de conhecimento sobre o corpo humano. Desde 1970, rápidos avanços no campo da biologia celular e molecular, tem complementado os trabalhos desenvolvidos em torno da fisiologia (Silverthorn, 2017). Em especial, nos últimos anos tem se destacado o conhecimento sobre as características fisiológicas na área esportiva, pois através da sua aplicação, é possível avaliar e melhorar o desempenho desportivo (Kothari et al., 2019).

A fisiologia desportiva se dedica aos efeitos fisiológicos agudos e crônicos do exercício físico sobre diversos sistemas corporais. Entende-se como efeitos agudos os que de alguma forma, acontecem durante ou após uma única sessão de exercício, enquanto os crônicos, são aqueles vistos no indivíduo treinado, diferenciando de um inativo (Forjaz et al., 2011).

Dessa forma, um exemplo são as adaptações do sistema cardiovascular durante o exercício, que podem ser caracterizadas através de mecanismos de regulação e de índices de limitação funcional. O processo de regulação da função cardiovascular no exercício é um mecanismo de ajuste para o sistema de transporte de oxigênio à demanda metabólica. Um sistema regulador precisa elevar o débito cardíaco a partir de informações aferentes de origem central e periférica, no sentido de prover ao músculo esquelético, um aporte de oxigênio adequado às necessidades energéticas (Barros Neto, 1996; Kothari et al., 2019).

Aliado a estas avaliações, a dosagem de hormônios como a testosterona sérica e livre e cortisol fornece informações importantes para a elaboração de um plano de treinamento mais eficiente (Gao et al., 2022). Com esse efeito, a aplicação para a área da biomedicina focada em observar as peculiaridades dos exames e características para aqueles indivíduos que praticam atividades

físicas apresenta grande potencial. Além da observação da atividade respiratória adquirida e exigida, e com isso, promover a capacitação para aplicar os conceitos básicos de fisiologia do esporte, também há a possibilidade da aplicação da biologia molecular para avaliar e melhorar o desempenho no esporte (De Sousa et al., 2020).

Desta forma, atualizar o profissional da biomedicina frente às exigências científicas, para que possa interagir com diversas áreas, fornecendo conhecimento mais recente dentro das ciências esportivas para aplicação prática, pode preparar o biomédico fisiologista para atuar nas diversas modalidades esportivas, sejam elas coletivas ou individuais.

Reconhecendo esse potencial, o Conselho Federal de Biomedicina (CFBM), em 17 de julho de 2019, estabeleceu a resolução que instituiu a qualificação e normatiza a atuação do profissional biomédico em fisiologia do esporte e na prática do exercício físico. Assim, esta presente revisão tem relevância para a comunidade

científica, pois há uma maior necessidade de acervo de conteúdo e de pesquisa relacionando o profissional biomédico dentro do aspecto esportista, que se encontra reduzido quando comparado as outras áreas da saúde. Ademais, relacionar os aspectos fisiológicos e moleculares dentro das análises clínicas laboratoriais feitas pelo profissional biomédico na área da fisiologia esportiva pode contribuir para demonstrar a relevância do profissional biomédico na área.

2 METODOLOGIA

O estudo parte de uma revisão bibliográfica, de teor qualitativo, coletando evidências para apresentação de uma síntese e caracterização dos resultados de estudos de revisão em uma matriz metodológica qualitativa de intervenções e desfechos de saúde. A partir da definição do escopo da pesquisa e critérios de inclusão previamente definidos, utilizando-se de operadores booleanos, foi realizada nas principais bases de dados para

identificar artigos, sem restrição de data de publicação, mas utilizando-se dos idiomas: Português e Inglês.

Pergunta norteadora

“Como a atuação do biomédico fisiologista do esporte, associada às análises laboratoriais e à compreensão dos aspectos fisiológicos e moleculares, contribui para a promoção da saúde e otimização do desempenho atlético, considerando a regulamentação recente nessa área?”

Esta pergunta norteadora servirá como o ponto central desta pesquisa, direcionando a investigação sobre a importância da colaboração multidisciplinar, especificamente no contexto do biomédico fisiologista do esporte.

Busca na literatura

A busca por artigos científicos que possam responder à pergunta gerada pelo presente trabalho será realizada a partir dos bancos de dados do PubMed (*Public Medical Literature Analysis*), google acadêmico e SciELO. Foram

utilizados descritores de saúde para busca dos artigos, que foram retirados dos Descritores em Ciências da Saúde (DECS), para a obtenção das seguintes palavras-chave como estratégia de busca: “Biomedicina” OR “Biomédico” OR “laboratorial” OR “laboratório” AND “Fisiologia esportiva” OR “Esporte”, ou seus correspondentes em inglês.

Crítérios de estudo

Crítérios de inclusão

Foram incluídos na revisão artigos publicados em inglês ou português, que tinham como temática principal os aspectos relacionados a questão norteadora do estudo. Os artigos incluídos foram do tipo experimental e não experimental, disponíveis na íntegra.

Crítérios de exclusão

Os artigos que não abordam a temática principal ou que não conseguiram estabelecer conexão entre os temas, artigos que não focavam na atuação dentro da área da saúde e suas intermediações como políticas

públicas.

Seleção dos estudos

Primeiramente foi realizado uma rápida leitura dos resumos dos artigos que foram encontrados com os descritores com base na utilização das palavras chaves, de forma a verificar se os periódicos consultados estavam inclusos nos objetivos do trabalho. Ainda, os estudos repetidos em que abordavam a mesma temática de fisiologia geral em que não se incluíssem na temática da fisiologia do esporte ou exercício foram excluídos da análise.

Após esta seleção inicial, os artigos foram lidos de forma completa e aqueles que estavam de acordo com os critérios de inclusão foram selecionados para o decorrer do desenvolvimento. Visto que o tema foi pouco abordado quando correlacionado com o profissional biomédico, a escassez de trabalhos faz com que a busca se torne menos quantitativa e mais qualitativa com relação a especificidade buscada.

3 RESULTADOS

Como forma de analisar a correlação entre atuação do profissional biomédico com a fisiologia do esporte, foi realizada uma busca de artigos em periódicos nacionais ou internacionais publicados nos últimos anos. A busca nas bases de dados resultou em 627 artigos na Pubmed, correlacionando marcadores laboratoriais bioquímicos e moleculares que não se aplicavam diretamente ao contexto do profissional biomédico, mas que podem ser utilizadas por este profissional.

Foram encontrados 7 artigos na SciELO, e com Google Acadêmico foram encontrados 11 trabalhos correlacionando o profissional biomédico com o esporte, porém uma grande maioria não se aplica a finalidade deste trabalho, que visa abordar aspectos gerais sobre a inclusão deste profissional no determinado contexto.

Dessa forma, a partir da leitura e avaliação da elegibilidade de 8 artigos em que abordavam áreas específicas da saúde para o desenvolver de uma elaboração de novos aspectos, que

podem concatenar-se na biomedicina e na própria resolução que aborda a habilitação do profissional biomédico no

esporte, portanto foram selecionados e descritos na tabela 1 abaixo.

Tabela 1 - Descrição de alguns dos principais artigos abordados demonstrando autor, objetivo, metodologia e resultados.

Autor (ano)	Objetivo	Metodologia	Resultados
Nabhan; Moreau; Barylski (2015)	Explorar e discutir os exames laboratoriais realizados em atletas de elite dentro do contexto de uma clínica de medicina esportiva interdisciplinar	Estudo retrospectivo	Uma variedade de testes foi solicitada para monitoramento dos esportistas, e 40% deles foram notificados como anormais
Cadegiani; Katerr (2019)	Analisar as diferenças em parâmetros musculares, hormonais e inflamatórios entre atletas que sofrem da síndrome do treinamento excessivo, atletas em boa saúde e indivíduos sedentários	Estudo transversal	Observou-se elevação nos níveis de estradiol, redução da testosterona, resposta exacerbada do tecido muscular ao esforço físico e modificações no sistema imunológico em indivíduos com síndrome do treinamento excessivo.
Lombardo et al. (2019)	Avaliar os marcadores bioquímicos e hematológicos importante para o acompanhamento de atletas de elite	Revisão bibliográfica	Vários marcadores bioquímicos e hematológicos estão associados com a prevenção de lesões e bem estar de esportistas de elite
Mahanty; Xi (2020)	Avaliar a análise de biomarcadores na medicina esportiva	Revisão bibliográfica	A avaliação de biomarcadores cardíacos pode ajudar a avaliar a resposta ao estresse cardiovascular, assim como danos que podem ocorrer durante e/ou após o treinamento físico.
Soplinska et al., (2020)	Avaliar os MicroRNAs como Biomarcadores sistêmicos em resposta ao exercício	Revisão bibliográfica	Os microRNAs (miR-1, miR-133, miR-21 e miR-155) desempenham um papel fundamental na adaptação ao exercício. A literatura revela que a expressão desses miRNAs, associados à inflamação, varia em resposta à duração do exercício, independentemente do seu tipo.
Gao; Tian (2022)	Investigar os impactos de distintos períodos e intensidades de treinamento nos níveis de testosterona total, testosterona livre e cortisol em atletas de 14 a 18 anos	Estudo observacional	Treinamento intenso diário pode reduzir os níveis de testosterona e aumentar os de cortisol em jovens atletas. Após o exercício, os níveis de testosterona imediatamente aumentam.
Prado et al., (2022)	Avaliar o estudo da metabolômica para entender o estresse metabólico em jogadores de futebol	Estudo observacional	A metabolômica urinária pode ser um meio menos invasivo para obter informações sobre o metabolismo de atletas
Sellami et al., (2022)	Avaliar a literatura e perspectivas sobre análise de OMICs nas ciências esportivas	Revisão Bibliográfica	Vários ensaios e projetos multicêntricos visam descobrir biomarcadores baseados em genômica com um poder preditivo adequado.
Autoria própria (2023)			

A tabela apresenta diversos estudos na área de medicina esportiva, sem citar diretamente o profissional biomédico, mas que podem concatenar-se na biomedicina e análises laboratoriais. Cada pesquisa aborda diferentes aspectos, como exames laboratoriais em atletas de elite, análise de biomarcadores, avaliação de parâmetros musculares e hormonais, além de investigações sobre os impactos do treinamento em diferentes faixas etárias. Esses estudos contribuem para o entendimento do corpo durante a prática esportiva e podem influenciar práticas de treinamento e cuidados com atletas.

4 DISCUSSÃO

Biomedicina e fisiologia do esporte

A Biomedicina, área do conhecimento médico voltada para a prevenção, promoção e recuperação da saúde por meio de pesquisas científicas, diagnósticos complementares e atuações diversas em campos como o da perfusão extracorpórea, diagnóstico laboratorial, práticas estéticas avançadas, apresentando-se como uma profissão extremamente dinâmica e em ascensão. Com isso, essa dinamicidade deve-se ao

vasto conhecimento interdisciplinar que o biomédico recebe durante sua formação base, que lhe permite atuar em diferentes áreas, dentre elas, uma recente habilitação denominada “Fisiologista do esporte”, auxiliando diretamente na orientação e acompanhamento de atletas ou indivíduos que assim pratiquem determinado esporte (CFBM, 2002).

Baseado em suas prerrogativas legais e regimentais, reconhecendo a liberdade de exercício profissional e a responsabilidade constitucional de regulamentar atividades típicas do Estado, especialmente no contexto biomédico, emitiu a Resolução nº XX, que habilita o profissional biomédico na área de Fisiologia do Esporte e Prática do Exercício Físico.

Considerando a formação acadêmica e a capacidade técnico-científica do biomédico, evidenciada pela grade curricular e especialização nas áreas de estudos da biomedicina, a resolução destaca que o profissional biomédico está plenamente apto a atuar como fisiologista do esporte. A fisiologia do esporte, que abrange aspectos físicos, táticos, técnicos, nutricionais,

psicológicos, biomecânicos e farmacológicos, é reconhecida como uma ciência aplicada a todas as áreas relacionadas à atividade física e ao esporte (CFBM, 2002).

Dentro desse contexto, a Resolução cria e regulamenta a atividade do Biomédico na fisiologia esportiva e prática do exercício físico, permitindo que esses profissionais atuem diretamente com clientes, façam parte de comissões técnicas de equipes e contribuam na indústria esportiva. O biomédico especializado em fisiologia esportiva pode oferecer suporte científico, monitorando indicadores fisiológicos e bioquímicos para otimizar estratégias de nutrição, treinamento e recuperação, em colaboração com outros profissionais multidisciplinares.

Essa regulamentação visa normatizar a atuação do profissional biomédico nessa especialidade reconhecida na área da saúde, proporcionando uma contribuição valiosa para a ciência do esporte e sua aplicação prática. O fisiologista do esporte e da prática do exercício físico, certificado pelo CFBM, tem a

prerrogativa de fornecer informações científicas para outros membros da equipe que acompanham os atletas, enriquecendo a abordagem global para potencializar resultados nas áreas necessárias.

Ademais, apesar do biomédico não ser apto para prescrever dietas/suplementos alimentares, o avanço que a estética e o profissional biomédico teve nos últimos tempos, sua conciliação de forma simbiótica entre academia e procedimentos estéticos, fez com que o biomédico, venha se tornando um grande aliado do esporte e com essa parceria, vem ganhando espaço no mercado, não só na estética como também em outras áreas que tem uma ligação com o esporte como a fisiologia do esporte e da prática do exercício físico. Com essa conciliação benéfica e como profissional biomédico ganhando espaço no esporte, trabalhando em conjunto com outros profissionais da saúde para alertar, orientar os riscos como o de se auto suplementar sem o auxílio de um profissional capacitado (Câmara B, 2019).

Em especial, as análises laboratoriais desempenham um papel crucial na produção de conhecimento e na avaliação da saúde e do desempenho no esporte, e contribui para aumentar os níveis de evidências para a elaboração de um treinamento mais preciso (Lombardo et al., 2019). Assim, como não foram encontrados artigos científicos que avaliassem o papel do biomédico na fisiologia do esporte, o trabalho focou em analisar as avaliações laboratoriais que os profissionais biomédicos podem utilizar de ferramenta para o acompanhamento de esportistas, fornecendo bases para o fortalecimento deste profissional.

Análises laboratoriais no contexto do desempenho esportivo

Diversas análises laboratoriais a partir da saliva e do sangue podem ser realizadas para detectar deficiências e avaliar o impacto da atividade física em parâmetros de rotina e desempenho da performance de atletas de elite (Dudko et al., 2021; Lombardo et al., 2019).

Os marcadores musculares, como a creatina quinase (CK) e a lactato desidrogenase (LDH), são essenciais

para avaliar o metabolismo muscular pós-exercício. A CK-MM (creatina quinase muscular esquelética), reflete o dano muscular proporcional ao exercício, enquanto a LDH5 (isoforma muscular cardíaca e esquelética), específica do músculo, aumenta em resposta a traumas. Do mesmo modo, a mioglobina como parâmetro, serve como indicador precoce de insuficiência cardíaca aguda podendo ambos os marcadores serem analisados em conjunto. O não retorno destes marcadores aos níveis basais indica recuperação incompleta, sugerindo trauma ou overtraining. Monitorar CK, LDH, ureia e ácido úrico é vital, refletindo catabolismo e danos musculares. Estudos mostram aumento de ureia após eventos intensos, e o ácido úrico tende a elevar-se após treinamento intenso. O perfil lipídico sanguíneo, abrangendo lipoproteínas de baixa densidade (LDL-C), colesterol lipoproteico de alta densidade HDL-C, triglicerídeos e colesterol total, é crucial para avaliar a saúde cardiovascular. Melhorias nesse perfil associadas à prática esportiva indicam efeito positivo, especialmente em indivíduos

previamente sedentários (Lombardo et al., 2019).

Já os hormônios tireoidianos impactam o metabolismo e a função cardíaca durante o exercício. O hipertireoidismo é uma condição em que a glândula tireoide produz excesso de hormônios tireoidianos, como a tiroxina (T4) e a triiodotironina (T3). Isso acelera o metabolismo, levando a sintomas como perda de peso, irritabilidade, taquicardia e nervosismo. Já o hipotireoidismo ocorre quando a glândula tireoide não produz hormônios tireoidianos em quantidade suficiente. Isso resulta em um metabolismo mais lento, causando sintomas como ganho de peso, fadiga, pele seca, e sensação de frio. A testosterona e cortisol, como biomarcadores de overtraining, influenciam o desempenho, que adjunto de distúrbios hormonais podem levar a doenças mais graves (Lombardo et al., 2019).

A testosterona está vinculada à força muscular, bem como a vitamina D, essencial para a contratilidade muscular, mostra deficiência prevalente em atletas. Avaliação hormonal cuidadosa e

acompanhamento regular são recomendados para saúde e metas esportivas (Lombardo et al., 2019).

Já a pesquisa realizada por Cadegiani et al., (2019), abordou a síndrome do overtraining (OTS) e condições associadas, destacando o desequilíbrio entre volume de treinamento, nutrição e recuperação como causadores de queda no desempenho e fadiga. O estudo envolveu 51 homens de diferentes grupos (OTS, atletas saudáveis e sedentários), com análises de diversos parâmetros bioquímicos. Notavelmente, o grupo OTS apresentou redução de neutrófilos e testosterona, aumento em creatina quinase, lactato, estradiol e catecolaminas, evidenciando reações exacerbadas ao esforço físico. As conclusões sugerem que, pelo menos nos homens, a OTS está vinculada a alterações hormonais, reações musculares exageradas e modificações no sistema imunológico, resultando em efeitos descondicionantes comparáveis a atletas saudáveis (Cadegiani et al., 2019).

O estudo feito por Nabhan et al., (2015), analisou exames laboratoriais em atletas de elite durante um ano em uma clínica de medicina esportiva, com 539 estudos realizados em 137 pacientes em busca de analisar padrões fisiológicos e suas peculiaridades. Os exames mais frequentes incluíram hemograma, painel metabólico, ferritina, creatina quinase, ferro, cortisol, hormônio estimulador da tireoide e painéis lipídicos. Cerca de 40% dos resultados foram anormais, destacando a singularidade da fisiologia do atleta. À vista disso, a colaboração multidisciplinar, incluindo médicos quiropráticos, contribuiu para a alta utilização de estudos laboratoriais. Os resultados sugerem a importância desses testes na monitorização da saúde e desempenho de atletas de elite, considerando suas demandas metabólicas distintas. Destacando a necessidade de interpretação individualizada dos resultados laboratoriais em atletas, considerando a complexidade de sua fisiologia (Nabhan et al., 2015).

Observa-se que exercícios intensos resultam em um aumento imediato na

testosterona, sendo mais benéfico para os jovens atletas adotarem um treinamento de meio dia, equilibrando o crescimento e a recuperação física. O estudo aponta para a necessidade de monitorar a testosterona, enfatizando a importância desse indicador ao planejar regimes de treinamento, especialmente em contextos de exercícios de grande volume durante o inverno. A fadiga e a diminuição da hemoglobina são alertas cruciais, indicando a importância de formulações de planos de treinamento adaptados para otimizar o desempenho e o desenvolvimento dos atletas jovens (Gao et al., 2022).

O acompanhamento e a vigilância de biomarcadores que possam afetar a saúde de esportistas que praticam atividade física de alta intensidade também é de grande importância para evitar problemas cardiovasculares, como a troponina cardíaca, peptídeos natriuréticos e Hipoxantina. Biomarcadores como testosterona, testosterona livre (hormônio disponível, pronto para ser absorvido pelo organismo), corticosteroides e hemoglobina são utilizados para avaliar

os efeitos do exercício. Além disso, analisa o impacto do treinamento com carga pesada nos níveis hormonais, sugerindo que o treinamento de meio dia pode ser mais benéfico para o crescimento e desenvolvimento. O artigo também destaca a diminuição da testosterona em jovens atletas durante o treinamento de inverno e o treinamento físico pesado, enfatizando a importância do monitoramento desses indicadores (Mahanty et al., 2020)

Estudos mais recentes têm mostrado a biologia molecular como um forte aliado preciso na avaliação dos processos fisiológicos, e o estudo de Soplinska et al., (2020) mostram a utilização de MicroRNAs como biomarcadores que indicam alterações sistêmicas em resposta ao exercício, antes mesmo que possam ser detectados por métodos de imagem ou laboratoriais. Os microRNAs (miRNAs) atuam como marcadores ao regular a expressão gênica pós-transcricional. No contexto do exercício, eles respondem às adaptações fisiológicas e podem refletir alterações patológicas. Esses miRNAs estão envolvidos no desenvolvimento

cardíaco normal, mas sua expressão também pode ser modificada em resposta a condições como hipertrofia, fibrose e danos aos cardiomiócitos. Ao analisar os padrões de miRNAs circulantes, é possível distinguir entre as respostas adaptativas saudáveis ao exercício e indicadores potenciais de patologias cardiovasculares. Portanto, os miRNAs servem como marcadores diferenciais, auxiliando na distinção entre fisiologia e patologia no contexto do treinamento de resistência (Soplinska et al., 2020).

Uma nova área da biologia molecular, conhecida como “esportômica”, tem apresentado avanços significativos nos últimos anos, a mesma abrange a integração da análise proteômica, genômica e epigenética em um conteto esportivo. Já a metabolômica ,estuda o conjunto completo de metabólitos presentes em um organismo, tecido ou célula em um determinado momento. Os metabólitos são pequenas moléculas representativas de produtos intermediários e finais do metabolismo celular. A mesma visa entender as mudanças nos perfis metabólicos

relacionadas a condições fisiológicas, patológicas ou ambientais. Em suma, a metabolômica oferece insights sobre as vias metabólicas e as interações moleculares que ocorrem em sistemas biológicos. A exemplo, Prado et al., (2017) utilizou espectrometria de massa para identificar alterações metabólicas em jogadores de futebol durante as partidas, mostrando um aumento no uso de ATP e o potencial da metabolômica urinária como uma ferramenta de monitoramento menos invasiva. Ainda, segundo os autores, este tipo de análise pode ser útil para avaliar intervenções holísticas que visam melhorar o desempenho atlético.

Além disso, Sellami et al., (2022) explorou as perspectivas das ciências esportivas baseadas em abordagens ômicas, como genômica esportiva, proteômica e epigenética, para aprimorar o desempenho atlético e prevenir lesões relacionadas ao esporte. Essas pesquisas destacam as múltiplas aplicações da análise molecular no contexto esportivo, desde a compreensão do estresse metabólico até o aprimoramento do desempenho físico.

Ainda, conforme discutido por Sellami et al. (2022), a esportômica possibilitaria a análise sistemática das mudanças e efeitos induzidos pelo esporte nos níveis do genoma, transcriptoma e proteoma. Entretanto, a vasta quantidade de dados é tão significativa, abrangente e heterogênea que demanda novos algoritmos, protocolos computacionais mais avançados, maior poder computacional e estratégias inovadoras para combinar e integrar os dados de maneira apropriada e eficaz.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados indicaram uma lacuna na literatura em relação à abordagem específica do papel do biomédico na fisiologia do esporte. As análises laboratoriais emergiram como ferramentas valiosas, com destaque para marcadores musculares, perfil lipídico, hormônios tireoidianos e outros indicadores que fornecem insights cruciais para monitorar a saúde e o desempenho dos atletas.

A regulamentação do biomédico na fisiologia do esporte e exercício físico

ressalta a capacidade desse profissional em atuar de forma integrada com outros membros da equipe multidisciplinar, enriquecendo a abordagem global no suporte científico aos atletas.

A discussão enfatizou a importância de interpretação individualizada dos resultados laboratoriais, ressaltando a singularidade da fisiologia do atleta. Além disso, estudos recentes exploraram a esportômica, destacando a metabômica como uma ferramenta promissora para entender as mudanças metabólicas em atletas.

Dessa forma, conclui-se que o biomédico fisiologista do esporte desempenha um papel crucial na análise laboratorial e interpretação dos dados para promover a saúde e otimizar o desempenho atlético. O campo mostra potencial para expansão, exigindo colaboração multidisciplinar, avanços tecnológicos e uma abordagem integrada para compreender os aspectos fisiológicos e moleculares no contexto esportivo.

6 REFERÊNCIAS

BARROS NETO, T. L. Fisiologia do exercício aplicada ao sistema cardiovascular. **Rev. Soc. Cardiol. Estado de São Paulo**, p. 6-10, 1996.

CADEGIANI, Flavio A.; KATER, Claudio E. Basal hormones and biochemical markers as predictors of overtraining syndrome in male athletes: the EROS-BASAL study. **Journal of athletic training**, v. 54, n. 8, p. 906-914, 2019.

CRBM – CONSELHO REGIONAL DE BIOMEDICINA 1ª REGIÃO. Legislações, habilitações e histórico profissional. 2002. Disponível em: . Acesso em: 03 fev. 2018.

DUDKO, Grigoriy Alekseevich et al. Alternative and promising targets of biochemical analysis in sport (review of literature). **Klinicheskaia Laboratornaia Diagnostika**, v. 66, n. 11, p. 655-660, 2021.

D SOUSA, Dálete Lima et al. Biologia molecular e esporte: como a genética ajuda a melhorar o desempenho de quem

pratica esporte?. **Mostra Científica em Biomedicina**, v. 4, n. 2, 2020.

FORJAZ, Cláudia Lúcia de Moraes; TRICOLI, Valmor. A fisiologia em educação física e esporte. **Revista Brasileira de Educação Física e Esporte**, v. 25, p. 7-13, 2011.

GAO, Lulu; TIAN, Jian. Biomedicina na mediação hormonal do esporte para desenvolvimento da altura dos adolescentes. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v. 28, p. 23-26, 2022.

KOTHARI, R.; SHARMA, S. Sports physiology—An upcoming avenue. **Journal of Mahatma Gandhi Institute of Medical Sciences**, v. 24, n. 1, p. 9-12, 2019.

LOMBARDO, Barbara et al. Laboratory medicine: Health evaluation in elite athletes. **Clinical Chemistry and Laboratory Medicine (CCLM)**, v. 57, n. 10, p. 1450-1473, 2019.

MAHANTY, Anirban; XI, Lei. Utility of cardiac biomarkers in sports medicine: Focusing on troponin, natriuretic peptides, and hypoxanthine. **Sports**

Medicine and Health Science, v. 2, n. 2, p. 65-71, 2020.

NABHAN, Dustin C.; MOREAU, William J.; BARYLSKI, Chad. Laboratory tests ordered by a chiropractic sports physician on elite athletes over a 1-year period. **Journal of chiropractic medicine**, v. 14, n. 2, p. 68-76, 2015.

PRADO, Eduardo et al. Non-targeted sportomics analyses by mass spectrometry to understand exercise-induced metabolic stress in soccer players. **International Journal of Mass Spectrometry**, v. 418, p. 1-5, 2017.

SELLAMI, Maha et al. Molecular big data in sports sciences: state-of-art and future prospects of OMICS-based sports sciences. **Frontiers in Molecular Biosciences**, v. 8, p. 815410, 2022.

SILVERTHORN, Dee Unglaub. Fisiologia humana: uma abordagem integrada. **Artmed editora**, 2017.

SOPLINSKA, Aleksandra et al. MicroRNAs as biomarkers of systemic changes in response to endurance

exercise—a comprehensive review.

Diagnostics, v. 10, n. 10, p. 813, 2020.

