

UNIVERSIDADE VILA VELHA-ES
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS FARMACÊUTICAS

**EXPLORANDO A RELAÇÃO ENTRE PARÂMETROS FÍSICOS E
MARCADORES BIOQUÍMICOS EM ATLETAS DA ELITE DO VÔLEI
DE PRAIA BRASILEIRO**

AMANDA CHRISTINA GONÇALVES DO CARMO GOUVEIA

VILA VELHA
FEVEREIRO/2024

UNIVERSIDADE VILA VELHA-ES
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS FARMACÊUTICAS

**EXPLORANDO A RELAÇÃO ENTRE PARÂMETROS FÍSICOS E
MARCADORES BIOQUÍMICOS EM ATLETAS DA ELITE DO VÔLEI
DE PRAIA BRASILEIRO**

Dissertação apresentada à Universidade Vila Velha, como pré-requisito do Programa de Pós-Graduação em Ciências Farmacêuticas para obtenção do título de Mestre em Ciências Farmacêuticas.

AMANDA CHRISTINA GONÇALVES DO CARMO GOUVEIA

VILA VELHA
FEVEREIRO/2024

Catálogo na publicação elaborada pela Biblioteca Central / UVV-ES

G719e

Gouveia, Amanda Christina Gonçalves do Carmo.

Explorando a relação entre parâmetros físicos e biomarcadores em atletas da elite do vôlei de praia brasileiro / Amanda Christina Gonçalves do Carmo Gouveia. – 2024.

66 f. : il.

Orientador: Bianca Prandi Campagnaro.

Dissertação (mestrado em Ciências Farmacêuticas)
Universidade Vila Velha, 2024.

Inclui bibliografias.

1. Farmacologia e terapêutica. 2. Exercícios Físicos.
3. Treinamento. 4. Antioxidantes. I. Campagnaro, Bianca Prandi
II. Universidade Vila Velha. III. Título.

CDD 615

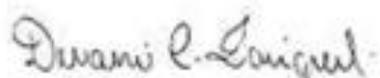
AMANDA CHRISTINA GONÇALVES DO CARMO GOUVEIA

**EXPLORANDO A RELAÇÃO ENTRE PARÂMETROS FÍSICOS E
MARCADORES BIOQUÍMICOS EM ATLETAS DA ELITE DO VÔLEI DE
PRAIA BRASILEIRO**

Dissertação apresentada à Universidade Vila Velha como pré-requisito do Programa de Pós-graduação em Ciências Farmacêuticas, para obtenção do grau de Mestre em Ciências Farmacêuticas.

Aprovada em 08 de fevereiro de 2024.

Banca examinadora:



Prof. Divanei Zaniqueli (UFES)


Prof. Dr. Thiago de Melo Costa Pereira - (UVV)


Prof. Dra. Bianca Prandi Campagnaro - (UVV)

(Orientadora)

DEDICATÓRIA

Aos meus queridos filhos Saulo e Hugo,

Esta dissertação é dedicada a vocês, meus amores, com todo o meu coração e gratidão. Ela representa mais do que palavras no papel; é um testemunho do poder do conhecimento, da perseverança e da busca constante pela excelência.

Durante os inúmeros momentos em que estive imersa em artigos científicos, vocês foram minha inspiração e força motriz. Cada página escrita, cada descoberta feita, foi moldada pela esperança de criar um futuro melhor para vocês. Acredito profundamente que o conhecimento é a chave para desbloquear todas as portas, e este trabalho é um pequeno passo nessa jornada.

À medida que crescem, desejo que encontrem em cada palavra escrita aqui a importância do aprendizado contínuo. Que se inspirem na dedicação incansável ao estudo e na paixão pela busca do entendimento. Que vejam nesta dissertação não apenas um trabalho acadêmico, mas um legado de compromisso com o conhecimento, um farol a iluminar o caminho das suas próprias explorações intelectuais.

Lembrem-se, meus filhos, de que o aprendizado nunca cessa, e o mundo é um vasto oceano de descobertas esperando por vocês. Que este trabalho seja um lembrete constante de que vocês podem alcançar qualquer coisa que desejem, desde que dediquem tempo e esforço.

Com todo o meu amor e a promessa de que continuarei a trilhar o caminho do conhecimento ao lado de vocês...

Um beijo da Mamãe

Agradecimentos

Gratidão é a palavra do momento! No entanto, praticá-la de forma genuína é o desafio!

Portanto, venho, genuinamente, agradecer a/ao...

Meu marido, Wilson! Meu maior incentivador! Meu amigo, meu parceiro, o amor da minha vida! Escolhemos seguir juntos e você cumpre seu papel com muita mansidão, sabedoria e amor! Este trabalho é NOSSO! Obrigada por acreditar em meus sonhos e embarcar comigo em todos eles!

Meus pais! Saulo e Lúcia! Vocês colocaram em minhas mãos as primeiras chaves para que esta porta fosse aberta! Sem vocês nada disso seria possível! Louvo a Deus todos os dias pela vida de vocês, pois ela completa a minha!

Minha família adotiva! Rosângela, Waldeci e Luiza! Os pais e a irmã que o coração escolheu! Nós nos escolhemos! Minha maior rede de apoio em Vitória!

Meus filhos! Saulo e Hugo! Vocês são a razão de tudo! Obrigada pela compreensão e maturidade suficiente (com tão pouca idade) para partilharem esta jornada comigo e, principalmente, por entenderem que uma mãe feliz e realizada, forma filhos felizes!

Meu terapeuta Honey Knupp! Há quatro anos tenho a alegria de aprender contigo que a ansiedade não é um sentimento ruim e que saber usá-la da maneira adequada faz a vida acontecer. Muito obrigada por todas as horas dedicadas a me fazer um ser humano melhor e mais feliz!

Professora Bianca! Orientar uma pesquisa, uma dissertação é sua missão! Contudo, você vai além! Você orienta para a vida, para o mercado de trabalho, para as relações humanas e caminha de mãos dadas com seus orientandos! Obrigada por confiar em meu trabalho e acreditar no meu propósito de mostrar uma “Educação Física” com identidade forte!

Hélvio! Você é a origem deste estudo! Ele é apenas uma continuação do belíssimo trabalho que você realiza no Vôlei de praia brasileiro! Você é um dos diferenciais da nossa Educação Física!

Mylena! Sua colaboração foi primordial para que eu prosseguisse! Imagina ter que assistir e registrar todo o *scout* de jogos sozinha? Muito obrigada é pouco!

Professor Thiago! Referencial! Esta palavra define o que você me desperta! Quando o assunto é docência, você tem uma atuação ímpar!

Professora Christiane! Você faz qualquer estatística ser empolgante! Aprender, vivenciar e partilhar delineamento experimental contigo foi um divisor de águas para este estudo!

Professora Carmen! Você ensina com leveza e paciência! Nenhum processo é pesado ao seu lado!

Professor Vasquez! O tesouro do nosso laboratório! Você é a personificação da Ciência! Tê-lo por perto mostra que limitações jamais serão obstáculos!

Minha grande amiga e Pesquisadora Santuzza Arreguy! A distância jamais foi um empecilho em nossa amizade! Fisicamente longe, mas sempre conectadas pelo coração! Obrigada pelo incentivo de sempre!

Amigas do Laboratório de Fisiologia e Farmacologia Translacional! Larissa, Eduarda, Glaucimeire e Rafaela! O que seria de mim neste laboratório sem vocês? Nossos cafés, nossos rolês, nossos almoços, nossos cometas...vocês tornaram o processo leve! Larissa, a mansidão! Eduarda, a sensibilidade! Glaucimeire, a firmeza! Rafaela, a doçura! Muito obrigada por tudo!

Alunos da Iniciação Científica, em especial, Alice, Maria Rita, Débora, Talita e Juliana! Vocês estiveram comigo nos primeiros momentos de laboratório, aqueles mais desafiadores e cheios de experimentos!

Minha amiga Fernanda, do LMAB! Amigas de longa data! Obrigada por todo incentivo, por me apresentar a Universidade Vila Velha e por não me deixar desistir deste sonho!

Matheus e Arthur, do LABCROM! Matheus, você faz jus ao nome! É, de fato, uma oferta de Deus! Arthur, abraça todos os desafios com muita coragem e competência! Quanto empenho, proatividade, carisma e boa vontade! Vocês foram fundamentais no último experimento! Aquele que veio para encerrar a pesquisa com chave de ouro!

Divanei! Deus sabe o momento de colocar pessoas especiais em nossas vidas! Você é uma delas! Obrigada por toda colaboração!

Programa de Pós-Graduação em Ciências Farmacêuticas! Pela oportunidade de fazer parte desta grande "família" e por todo apoio/incentivo, principalmente, quando decidi assumir a "sala de aula".

Fundação de Amparo à Pesquisa do Espírito Santo (FAPES)! Por seu grande compromisso com a evolução da Pesquisa Científica e pelo genROSo financiamento para que este estudo fosse concluído!

Por último, mas não menos importante, DEUS! O entendimento humano, por si só, jamais será suficiente! Por isso, Ele esteve envolvido em cada detalhe desta jornada! "Confia no Senhor de todo o teu coração e não te estribes no teu próprio entendimento. Reconhece-o em todos os teus caminhos, e ele endireitará as tuas veredas." - Provérbios 3:5-6.

Sumário

1. INTRODUÇÃO	14
2. JUSTIFICATIVA	22
3. OBJETIVOS	22
3.1 OBJETIVO GERAL.....	22
3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	22
4. MATERIAL E MÉTODOS.....	23
4.1 PÚBLICO-ALVO	23
4.2 PROCEDIMENTOS PARA A COLETA DE SANGUE.....	24
4.3 ANÁLISE CINEMÁTICA E SCOUT DOS JOGOS	24
4.4 ANÁLISE DOS BIOMARCADORES CONVENCIONAIS	24
4.5 DETERMINAÇÃO DOS NÍVEIS DE ROS POR CITOMETRIA DE FLUXO.....	25
4.6 DETERMINAÇÃO DE APOPTOSE E VIABILIDADE CELULAR	25
4.7 ENSAIO FERRIC REDUCING ANTIOXIDANT POWER (FRAP)	25
4.8 ANÁLISE ESTATÍSTICA	26
5. RESULTADOS	26
6. DISCUSSÃO DOS RESULTADOS	31
7. CONSIDERAÇÕES FINAIS	44
8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	46

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Biomarcadores com alterações significativas apenas em mulheres

Figura 2. Biomarcadores convencionais sem alterações significativas para ambos os sexos.

Figura 3. Correlação entre estresse mecânico e LDH

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Características gerais da amostra estudada

Tabela 2. Número de fundamentos executados

Tabela 3. Biomarcadores com alterações comuns em ambos os sexos

LISTA DE ABREVIATURAS

ACM – Associação Cristã dos Moços

ATP – Adenosina trifosfato

CBV – Confederação Brasileira de Voleibol

CK- Creatina quinase

DCFH-DA – Diacetato de diclorofluoresceína

DMIE – Danos musculares induzidos por exercício

DMIT- Dor muscular de início tardio

ROS – Espécies reativas de oxigênio

FAPES – Fundação de Amparo à Pesquisa do Espírito Santo

FIVB – Federação Internacional de Voleibol

FRAP – Ferric reducing antioxidante power

GPX – Glutathione peroxidase

HCY – Homocisteína

IMC – Índice de massa corporal

LABCROM – Laboratório de Cromatografia

LDH- Desidrogenase láctica

LFFT – Laboratório de fisiologia e farmacologia translacional

LFT – Laboratório de fisiologia translacional

LMAB – Laboratório de microbiologia ambiental e biotecnologia

MIF – Mediana da intensidade da fluorescência

PCR – Proteína C-reativa

PI – Iodeto de propídeo

PPGCF – Programa de Pós-Graduação em Ciência Farmacêuticas

SOD – Superóxido dismutase

UFES – Universidade Federal do Espírito Santo

UVV – Universidade Vila Velha

RESUMO

GOUVEIA, Amanda Christina Gonçalves do Carmo, M.Sc., Universidade Vila Velha – ES, fevereiro de 2024. **Explorando a relação entre parâmetros físicos e biomarcadores em atletas da elite do vôlei de praia brasileiro.** Orientador: Bianca Prandi Campagnaro.

Esportes de alto rendimento exigem ferramentas inovadoras para acompanhar a evolução do treinamento antes e após os torneios. Entre elas, temos os biomarcadores sanguíneos os quais podem ser interessantes indicadores de metabolismo como, por exemplo, os que mensuram o estresse oxidativo. Esse fenômeno decorre de um desequilíbrio na geração de compostos oxidantes e a atuação do sistema de defesa antioxidante que tem como função inibir ou reduzir os danos causados pela produção de espécies reativas de oxigênio (ROS). A proposta do estudo é avaliar a relação entre os parâmetros físicos e marcadores bioquímicos em atletas adultos da elite do vôlei de praia brasileiro antes e após os jogos de uma das etapas do Circuito Brasileiro de Vôlei de Praia 2022. A população foi composta por atletas profissionais do vôlei de praia, de ambos os sexos. Foram realizadas duas coletas de sangue: uma antes e outra após o fim dos jogos. Posteriormente, as amostras foram encaminhadas ao Laboratório de Fisiologia e Farmacologia Translacional (LFFT) do Programa de Pós-Graduação em Ciências Farmacêuticas da Universidade Vila Velha (PPGCF-UVV) para avaliação de estresse oxidativo sistêmico. As ROS foram quantificadas por citometria de fluxo e a capacidade antioxidante foi determinada através do ensaio FRAP. Foram analisados também os seguintes marcadores: creatinina, desidrogenase láctica (LDH), ferro sérico, creatina quinase (CK), homocisteína (HCY), lactato, Proteína C reativa (PCR), cortisol e troponina. A avaliação terá como base indicadores bioquímicos analisados a partir das duas coletas. Os achados do estudo mostram alterações significativas para ambos os sexos em CK, Troponina, ROS e apoptose. Apenas as mulheres apresentaram alterações em Ferro, LDH, creatinina e lactato. Marcadores como homocisteína, cortisol e PCR não mostraram alterações. Não houve diferença significativa para capacidade antioxidante. Correlação positiva entre saques e ataques com LDH foi encontrada apenas no sexo masculino.

Palavras-chave: Antioxidante; ROS; Exercícios; Treinamento

ABSTRACT

GOUVEIA, Amanda Christina Gonçalves do Carmo, M.Sc., Universidade Vila Velha – ES, february, 2024. **Exploring the relationship between physical parameters and biomarkers in elite athletes of Brazilian beach volleyball.** Advisor: Bianca Prandi Campagnaro.

High-performance sports require innovative tools to monitor the evolution of training before and after tournaments. Among them, we have blood biomarkers which can be interesting indicators of metabolism, such as those that measure oxidative stress. This phenomenon results from an imbalance in the generation of oxidizing compounds and the action of the antioxidant defense system, whose function is to inhibit or reduce the damage caused by the production of reactive oxygen species (ROS). The purpose of the study is to evaluate the relationship between physical parameters and biochemical markers in adult athletes of the Brazilian beach volleyball elite before and after the games of one of the stages of the 2022 Brazilian Beach Volleyball Circuit. The population was composed of professional beach volleyball athletes of both sexes. Two blood samples were collected: one before and one after the end of the games. Subsequently, the samples were sent to the Laboratory of Physiology and Translational Pharmacology (LFFT) of the Graduate Program in Pharmaceutical Sciences of the University of Vila Velha (PPGCF-UVV) for evaluation of systemic oxidative stress. ROS were quantified by flow cytometry and antioxidant capacity was determined by FRAP assay. The following markers were also analyzed: creatinine, lactic dehydrogenase (LDH), serum iron, creatine kinase (CK), homocysteine (HCY), lactate, C-reactive protein (CRP), cortisol and troponin. The evaluation will be based on biochemical indicators analyzed from the two collections. The findings of the study show significant alterations for both sexes in CK, Troponin, ROS and apoptosis. Only women showed alterations in iron, LDH, creatinine and lactate. Markers such as homocysteine, cortisol and CRP showed no changes. There was no significant difference for antioxidant capacity. A positive correlation between looting and attacks with LDH was found only in males.

Keywords: Antioxidant; ROS; Exercises; Training

1. INTRODUÇÃO

Os esportes coletivos são praticados pelo homem desde a antiguidade como forma de lazer ou competição (ESTEVES, 2014). Eles foram conquistando espaço e ganhando notoriedade entre pessoas de faixas etárias variadas, principalmente pela facilidade da prática em ambientes diversos, seja de forma lúdica ou competitiva, com regras adaptadas ou seguindo regras oficiais e, também, por acarretarem benefícios biopsicossociais (MORGADO et al., 2021)

Entre várias modalidades esportivas, o vôlei está no grupo destes esportes coletivos e se tornou popular o bastante para que hoje seja praticado por milhões de pessoas em todo mundo (TRAJKOVIC et al., 2020). O Ministério dos Esportes, através da revista Diesporte, realizou no ano de 2015 um diagnóstico que apresenta uma estatística interessante acerca da participação dos brasileiros nos esportes. Os dados mostram que o vôlei é o segundo esporte coletivo mais praticado, perdendo apenas para o futebol. Além disso, ele é a preferência entre as mulheres.

De acordo com Marques Júnior (2016) a história do esporte teve início nos Estados Unidos em 9 de fevereiro de 1895, quando William George Morgan cria o vôlei com o intuito de se ter um esporte no qual os adversários não tivessem contato físico, a fim de se minimizar o risco de lesões. Morgan trabalhava na Associação Cristã dos Moços (ACM), uma entidade que oferecia aos jovens moradores de rua opções de trabalho e práticas relacionadas ao mundo cristão. Foi também a primeira entidade a reconhecer a importância do lazer e da prática de esportes.

Em 1947, foi fundada a Federação Internacional de Voleibol (FIVB), com sede na Suíça e em 1949 aconteceu o primeiro campeonato mundial, porém somente masculino. No ano de 1952 as mulheres puderam participar do esporte e em 1964 o vôlei passou a fazer parte dos jogos Olímpicos (MARQUES JÚNIOR, 2016). Embora inicialmente o esporte tenha sido praticado somente em quadra indoor, só ganhou popularidade suficiente para que em 1920 fosse criado o vôlei de praia, o qual passou a ser jogado tanto em nível nacional quanto internacional, tornando-se um esporte olímpico desde Atlanta 1996 (BELLINGER

et al., 2021). Em 2009, foi criado o vôlei na neve, sendo as etapas dos torneios divididas entre Áustria, Alemanha, Suíça e Itália (FIVB, 2021).

Segundo dados da Confederação Brasileira de Voleibol (CBV), ela foi criada em 16 de agosto de 1964 e sua sede encontra-se no Estado do Rio de Janeiro. Através dela o vôlei brasileiro se transformou numa “máquina de títulos” (MARQUES JÚNIOR 2016). De acordo com Garcia e colaboradores (2021), no Brasil o desporto se destacou durante a década de 80 com a seleção masculina. Na atualidade, o vôlei continua trazendo bons frutos à nação brasileira, tanto na prática em quadra quanto na praia. Convém frisar que ele foi o primeiro esporte a proporcionar medalha Olímpica para mulheres brasileiras (LOKEGAONKAR, 2022).

A CBV explica também que o vôlei de praia é derivado do vôlei *indoor* e o fato de ser de baixo custo fez com que ele se espalhasse pelo mundo com grande facilidade. No Brasil, ele começou a ser praticado nas areias das praias do Rio de Janeiro e atualmente nota-se que diversas praias do mundo ofertam espaços para a prática.

Os fundamentos do vôlei de praia são os mesmos do *indoor* e entendê-los viabiliza conhecer a correta execução dos movimentos durante os jogos. São eles: saque, recepção, levantamento, bloqueio e ataque. A equipe de preparação dos atletas é responsável por aperfeiçoá-los neste quesito, pois para uma boa execução dos fundamentos é necessária boa flexibilidade, mobilidade, agilidade, velocidade de reação e inteligência tática (LOKEGAONKAR, 2022).

O vôlei é um jogo intermitente, que envolve movimentos curtos, rápidos e de alta intensidade e, por isso, sua especificidade metabólica é, predominantemente, anaeróbia, priorizando o uso de fibras musculares brancas (fibras de contração rápida). Já durante os momentos de recuperação há uma participação das fibras vermelhas ou oxidativas (fibras lentas) e do metabolismo aeróbico (BRIAN et al., 2019; SANTOS et al.; 2014). O *rally* tem curta duração, poucos segundos, com maior participação do metabolismo anaeróbio alático (ATP+CP) e da força de contração rápida (VIEIRA E FERNANDES FILHO, 2010).

Em ambos, *indoor* ou praia, as bases para um bom treinamento/preparo são as mesmas. No entanto, deve-se ressaltar que em areia existem algumas especificidades: a exposição ao sol, a menor quantidade de jogadores e a instabilidade pelo contato com a areia exige dos atletas uma maior resistência e um cuidado especial com a hidratação (LOKEGAONKAR, 2022). Além destes cuidados, os atletas precisam ser monitorados em outros aspectos para se quantificar as tensões dentro/fora dos treinos e, também, durante as competições, a fim de se buscar a melhora no desempenho, determinar a prontidão do atleta e mitigar o risco de lesões (COUTTS et al., 2018). Os quatro domínios de monitoramento do atleta são: carga de trabalho externa, carga de trabalho interna, prontidão do atleta e bem-estar perceptivo (GABBETT et al., 2017).

Segundo Gabbett (2016), a carga externa refere-se aos movimentos locomotores de um jogador. Ela tem sido historicamente medida usando métricas como frequência ou duração, mais recentemente o uso de GPS e acelerômetros tornaram-se populares para rastrear a locomoção na prática e competição. Já a carga interna está relacionada às respostas fisiológicas dos jogadores às cargas externas e pode ser determinada usando frequência cardíaca, biomarcadores, classificações de esforço percebido. Para estudar a carga interna de diferentes tecidos, é importante analisar um conjunto inteiro de marcadores sanguíneos (STEINACKER et al., 2003). Nunes e colaboradores (2020) sugeriram que, apesar do vôlei ser um esporte de baixa velocidade e pouca aceleração, foi observado que em ~55% do tempo a frequência cardíaca manteve-se acima de 80% da frequência cardíaca máxima, demonstrando a alta intensidade dos movimentos realizados, a alta carga externa e interna durante o jogo de vôlei de praia.

De acordo com Kupperman et al., (2021) a prontidão do atleta, geralmente verificada através de questionários específicos, examina se um atleta está preparado para competir e é determinado através de uma combinação dos fatores anteriores (carga externa e interna). Esta avaliação tem o intuito de reduzir as taxas de lesões, verificar habilidades mentais e físicas dos jogadores para as competições. E por fim, o bem-estar perceptivo dá uma visão de como

o atleta se sente lidando com treinamento ou estresse de vida e normalmente são coletados usando questionários subjetivos de bem-estar (GABBETT et al., 2017). Gupta et al., (2021) cita que o aprimoramento do desempenho e a prevenção de problemas de saúde em atletas de alto rendimento são frequentemente percebidos como lados opostos de uma moeda, onde o foco em melhorias pode estar ligado ao comprometimento de uma vida saudável.

Observa-se então que várias são as maneiras de se monitorar atletas, sendo uma delas a avaliação de biomarcadores que, de acordo com Affonso e colaboradores (2018), visa otimizar os processos de treinamento e reabilitação dos atletas. Biomarcadores são parâmetros atraentes para quantificar o estresse induzido pelo exercício e a fadiga em diferentes tecidos, pois cada biomarcador tem uma clara ligação fisiológica com o tecido que está sendo estressado (WAHL et al., 2021). Segundo Valente e colaboradores (2017), os biomarcadores são parâmetros biológicos, frequentemente quantificadas em líquidos como soro/plasma, urina e saliva, mensurados através de exames e que mostram o estado de uma doença ou aponta outra situação fisiológica. Dentre estes biomarcadores cita-se os de estresse oxidativo, sendo um deles as ROS (GONZALO et al., 2015).

As ROS quando produzidas em grandes quantidades, colocam uma alta demanda nos sistemas de desintoxicação, e levam à interrupção de inúmeras vias metabólicas causando mais de 200 doenças humanas. Por outro lado, quando produzidas em quantidades adequadas, confere homeostase corporal, pois atua aperfeiçoando o sistema redox (BEYFUSS et al., 2016; HYBERTSON et al., 2011). Como exemplo, o estresse oxidativo resulta em danos macromoleculares e está implicado em vários estados patológicos, como aterosclerose e, diabetes, câncer, neurodegeneração e envelhecimento. Paradoxalmente, evidências acumuladas indicam que as ROS também servem como moléculas de sinalização crítica na proliferação e sobrevivência celular (RAY et al., 2012). Justificando tal dicotomia, Calabrese & Baldwin (2002) explicam que a hormese é uma resposta adaptativa das células a estressores que resulta em uma relação dose-resposta bifásica, tal que a estimulação de

baixa dose resulta em uma adaptação benéfica, enquanto uma dose alta resulta em um efeito tóxico.

O treinamento dos atletas pode ter intensidades variadas e no caso de ser um treino leve ou moderado (ROS) são geradas em proporções que induzam danos toleráveis e acarretam adaptações benéficas ao regular positivamente os sistemas antioxidantes (CEZAR et al., 2019). Powers e colaboradores (2020) relacionaram o excesso de treinamento com baixa capacidade antioxidante, demonstrando que a soma “treinamento excessivo mais períodos curtos de descanso” pode induzir a superprodução de ROS. Estudos mostram que o exercício regular tem efeito hormético, uma vez que baixos níveis de estresse oxidativo decorrentes das células como consequência do exercício podem desencadear mecanismos celulares que promovem a tolerância ao estresse oxidativo agudo (POWER et al., 2020; THIRUPATHI et al., 2021). Em nível molecular, o treinamento físico estimula uma produção transitória de ROS, podendo ativar um circuito redox ligado (CAMPBELL et al., 2019; NASCIMENTO et al., 2021).

A preparação dos atletas de vôlei de praia também engloba exercícios de fortalecimento a fim de se prevenir lesões (TURPIN et al., 2014). Santos e colaboradores (2021) corroboram a eficácia de exercícios de força em intensidade moderada na redução de ROS. Contudo, no esporte de alto rendimento, a preparação geral é intensa, o que pode aumentar a formação intracelular de ROS promovendo estresse oxidativo (SANTOS et al., 2021).

O treinamento de força para atletas de vôlei se faz necessário principalmente pela quantidade de saltos exigidos no esporte, sendo assim, a capacidade do sistema neuromuscular de produzir energia usando os membros inferiores é fundamental para o desempenho em inúmeras ações dos jogos que envolvem atividades de salto para a execução dos fundamentos (KITAMURA et al., 2017). Correia e colaboradores (2018) ratificam que elementos como velocidade da bola, trajetória e capacidade de salto podem ser melhorados através do treinamento de força, tornando-se um aspecto importante do desempenho nos atletas do vôlei de praia.

Para Medeiros et al., (2014) as demandas físicas (potência, agilidade, força) e técnicas tendem a aumentar durante o desenvolvimento a longo prazo do atleta (relacionado à especialização) e, por isso, espera-se também que as capacidades relacionadas ao salto vertical aumentem simultaneamente ao longo dos processos de maturação e preparação dos jogadores (KOBAL et al., 2016).

Wu et al., (2021) afirmam que o vôlei é um esporte em equipe que envolve uma quantidade considerável de saltos, o que requer um poder muscular satisfatório nas pernas, durante as competições. Marques Júnior (2008) corrobora ao citar que os maiores esforços no vôlei são os saltos e os deslocamentos defensivos. O poder de salto é gerado através do peso corporal, força de reação do solo e o uso efetivo de articulações do quadril, articulações do tornozelo, articulações do joelho e músculos das pernas.

Desta forma, nota-se que o condicionamento físico e técnicas dos jogadores determinam criticamente a possibilidade de vencer os jogos e, apesar de seus atributos congênitos não poderem ser modificados, questões físicas, técnicas e habilidades podem ser trabalhadas com um bom treinamento. No caso dos atletas profissionais este preparo é intenso e desgastante.

O músculo esquelético é um tecido altamente maleável, capaz de conformar-se a inúmeras exigências metabólicas e fisiológicas impostas por diversos estressores. Essa propriedade adaptável do músculo esquelético é uma característica essencial para regular a homeostase celular em resposta a várias intensidades e durações de estressores. Como o músculo esquelético compreende aproximadamente 40% da massa corporal total, a manutenção da saúde e função muscular é imprescindível para a manutenção da saúde de todo o corpo e proteção contra doenças crônicas (BEYFUSS et al.; 2023; DRAKE et al., 2023)

Schneider et al. (2018) citam que o treinamento esportivo e a competição elevam acentuadamente a atividade metabólica celular, gerando um desequilíbrio no sistema redox. No entanto, o exercício crônico pode produzir adaptações antioxidantes. Alguns estudos demonstram também possível relação do estresse oxidativo com fadiga e lesões teciduais (STEINBACHER et

al., 2015). Os mesmos autores ainda explicam que isto pode interferir num desempenho menos eficiente.

De acordo com Powers et al. (2020), o primeiro relatório demonstrando que o exercício prolongado de resistência promove o estresse oxidativo em humanos foi publicado há mais de 4 décadas. Desde esta descoberta muitas investigações que se seguiram corroboraram o fato de que o exercício muscular aumenta a produção de (ROS) e resulta em estresse oxidativo em vários tecidos, incluindo sangue e músculos esqueléticos.

Embora vários tecidos possam contribuir para a produção de ROS induzida pelo exercício, prevê-se que as contrações musculares estimulem a produção de ROS em fibras musculares ativas e que o músculo esquelético seja uma fonte primária de produção de ROS durante o exercício (POWERS, et al., 2020). Kruk e colaboradores (2019) complementam que esta geração de ROS induzida por contração está associada a dano oxidativo em vários tecidos (por exemplo, aumento da oxidação de proteínas e peroxidação lipídica), fadiga muscular acelerada, e ativação de vias de sinalização bioquímica que contribuem para a adaptação induzida pelo exercício nas fibras musculares em contração.

Sabe-se que a produção de (ROS) é um processo fisiológico contínuo e necessário para diversas funções biológicas, pois os seres humanos utilizam oxigênio para a síntese de produção de energia. Contudo, o oxigênio é também um acceptor universal de elétrons o que pode gerar radicais livres por uma redução incompleta principalmente em vias mitocondriais (SULZBACHER et al. 2020). Durante processos metabólicos estes radicais mediam várias reações bioquímicas e sua produção em proporções adequadas atua na geração de ATP (energia), na participação dos mecanismos de defesa em processos de infecção e ativação de genes, porém sua produção de forma exacerbada pode gerar danos oxidativos (LIGUORI et al., 2018).

Segundo Paes et al. (2020) esportes de alto rendimento exigem uma preparação intensa por parte dos atletas e alguns estudos mostram relação dessa alta intensidade de trabalho com estresse oxidativo, porém nota-se uma pequena ocorrência de estudos em atletas sob treinamento intenso. As

alterações bioquímicas consequentes do treinamento de um atleta de vôlei de praia culminam com adaptações neurofisiológicas, tais como, ganho de força, potência, maior ativação muscular, melhor recrutamento de fibras e agilidade (CORATELLA et al., 2021).

A apoptose é parte do processo de reparação muscular após o exercício e está relacionada à produção de ROS. Quando as fibras musculares são danificadas durante os jogos, ocorre a morte programada de células danificadas, permitindo a regeneração do tecido muscular com células novas e saudáveis (CARRARD et al., 2022). Exercícios de alta performance, como o dos atletas de vôlei de praia, podem levar a danos musculares consideráveis. O equilíbrio entre sobrecarga e recuperação é fundamental, pois a apoptose excessiva pode resultar em perda de massa muscular. O descanso adequado entre os treinos permite a regeneração celular apropriada (CADEGIANE et al., 2019).

Conhecendo-se então alguns dos efeitos dos exercícios de alta intensidade sobre os biomarcadores sistêmicos de estresse oxidativo, faz-se necessário uma investigação mais detalhada em atletas de vôlei de praia de alta performance, visto que a preparação destes é extenuante e marcada por ciclos de treinamento que variam de acordo com o período das competições. Ademais, a literatura é escassa no que diz respeito ao vôlei de praia.

Diante do exposto, surgem questionamentos a respeito dos efeitos dos jogos de um torneio profissional de vôlei de praia sobre biomarcadores de estresse oxidativo e a necessidade de se analisar as respostas bioquímicas advindas do jogo/treinamento físico, a fim de se estabelecer uma relação entre parâmetros físicos e biomarcadores e ainda contribuir para uma melhor atuação dos profissionais envolvidos no treinamento.

2. JUSTIFICATIVA

Sabe-se que exercícios físicos afetam biomarcadores de estresse oxidativo e quanto maior a intensidade, maior a produção de ROS. Uma vez que o vôlei de praia profissional exige por parte dos atletas uma preparação intensa em diversas áreas (física, psicológica e nutricional) faz-se necessário investigar as alterações ocasionadas em biomarcadores de estresse oxidativo devido as competições. A literatura é escassa quando o assunto é o vôlei de praia e uma vez que o esporte tem obtido cada vez mais adeptos, (inclusive em nível amador) é de suma importância que informações acerca das alterações bioquímicas e de ROS sejam investigadas e detalhadas.

3. OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GERAL

Avaliar a relação entre os parâmetros físicos e marcadores bioquímicos em atletas adultos da elite do vôlei de praia brasileiro antes e após os jogos de uma das etapas do Circuito Brasileiro de Vôlei de Praia 2022.

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Apresentar os parâmetros fisiológicos do desempenho relativo ao vôlei de praia, como resistência, ganho de força, potência e agilidade.
- Avaliar parâmetros bioquímicos, tais como: creatinina, desidrogenase láctica (LDH), ferro sérico, creatina quinase (CK), homocisteína (HCY), lactato, PCR, cortisol e troponina antes e após o torneio
- Quantificar a produção de espécies reativas de oxigênio (ROS) antes e após o torneio;
- Avaliar apoptose celular antes e após do torneio;

- Determinar a capacidade antioxidante (FRAP) antes e após do torneio.

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1 PÚBLICO-ALVO

O início do estudo se deu após a aprovação do Comitê de Ética e Pesquisa (nº 2.373.739) – anexo 1 e da assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (anexo 2) assinado por cada participante do estudo.

A população foi composta por 20 atletas (10 mulheres e 10 homens) profissionais de vôlei de praia e que participaram do Circuito Brasileiro de Vôlei de praia na etapa que aconteceu entre os dias 22 e 26 de junho de 2022, na cidade de Vila Velha - ES, mais precisamente, na praia da Costa. Nesta época do ano, os atletas foram submetidos a temperaturas mais amenas, que variam entre 24°C e 27°C, baixa umidade do ar e poucas chuvas na cidade.

O Circuito brasileiro de vôlei de praia é organizado em dez etapas e divide os atletas em categorias de base e adultos. Ressalta-se que todos os atletas participantes são geridos pela CBV, a qual regulamenta todas as federações estaduais, incluindo a Federação Espírito Santense de Voleibol, localizada na capital (Vitória).

Características Gerais da Amostra

Na tabela 1 observa-se os dados referentes a peso, altura, idade e índice de massa corporal (IMC) dos atletas do sexo feminino e masculino que participaram do estudo.

Tabela 1: Características gerais da amostra estudada

FEMININO					MASCULINO				
Atleta	Peso (kg)	Altura (cm)	Idade	IMC	Atleta	Peso (kg)	Altura (cm)	Idade	IMC
1	71	182	27	21,4	1	72	186	29	20,8
2	56	170	23	19,3	2	78	185	32	22,7
3	66	175	38	21,5	3	95	190	26	26,3
4	67	178	35	21,1	4	90	202	28	22,1
5	65	177	35	20,7	5	100	210	32	22,6
6	61	178	23	19,2	6	78	179	23	24,3
7	78	176	27	25,1	7	80	186	20	23,1
8	75	185	22	21,9	8	92	200	18	23
9	70	184	38	20,6	9	95	198	27	24,2
10	58	176	26	18,7	10	82	191	26	22,4
Média	66,7±7,1	178,1±4,5	29,4±6,4	21,1±1,8	Média	86,2±9,3	192,7±9,5	26,1±4,7	23,2±1,5

Nota: Valores expressos como média±DP.

4.2 PROCEDIMENTOS PARA A COLETA DE SANGUE

Para realizar a coleta de sangue (~2mL) foi solicitada a presença de um profissional devidamente capacitado para tal. A coleta foi por punção venosa realizada no primeiro e no último dia de jogos da etapa em ambiente apropriado seguindo as normas de boas práticas de pré, coleta e pós-coleta. Em seguida, as amostras foram encaminhadas ao laboratório para serem processadas para análise em tempo oportuno.

4.3 ANÁLISE CINEMÁTICA E SCOUT DOS JOGOS

Foram avaliados os vídeos de todos os jogos ocorridos na etapa supracitada do Circuito Brasileiro de Vôlei de praia. Cada atleta jogou, no máximo, 6 jogos. Sendo assim, foi elaborada uma tabela, padronizada, com os fundamentos do esporte, na qual era registrada a quantidade de saques, defesas, bloqueios, levantamentos e ataques executados por cada atleta.

4.4 ANÁLISE DOS BIOMARCADORES CONVENCIONAIS

A avaliação dos marcadores bioquímicos: creatinina, desidrogenase láctica (LDH), ferro sérico, creatina quinase (CK), homocisteína (HCY), lactato, PCR, cortisol e troponina, foi realizada pelo laboratório Tommasi.

4.5 DETERMINAÇÃO DOS NÍVEIS DE ROS POR CITOMETRIA DE FLUXO

Para a análise do estresse oxidativo, foi quantificado os níveis de peróxido de hidrogênio (H₂O₂) em células sanguíneas isoladas. A quantificação das ROS foi realizada através do citômetro de fluxo FACSCanto II (*Becton Dickinson Immunocytometry Systems, San Jose, CA, EUA*) no Laboratório de Fisiologia Translacional (LFT) da Universidade Federal do Espírito Santo (UFES)

As células foram encubadas com 20 µmol/L do marcador 2',7'-diacetato de diclorofluoresceína (DCFH-DA) durante 30 minutos a 37°C e as amostras foram analisadas até chegarem a 1000 eventos. Todo o experimento foi realizado em ambiente escuro. O programa utilizado para aquisição dos dados foi FCS *Express software*^{30; 68}.

4.6 DETERMINAÇÃO DE APOPTOSE E VIABILIDADE CELULAR

A determinação de viabilidade e apoptose celular nas células foi realizada através do citômetro de fluxo FACSCanto II (*Becton Dickinson Immunocytometry Systems, San Jose, CA, EUA*) no LFT da UFES.

As células (leucócitos) foram suspendidas em solução tampão e incubadas com anexina V e PI por 15 minutos a 37° C. A análise foi realizada a partir dos marcadores anexina V conjugada a fluoresceína e do corante intracitoplasmático iodeto de propídeo (PI), através do kit comercial (*FITC Annexin V Apoptosis Detection Kit I, BD Pharmingen, Becton Dickinson, USA*) e os dados foram quantificados através do FCS *Express software* e avaliado a porcentagem de células positivas.

4.7 ENSAIO FERRIC REDUCING ANTIOXIDANT POWER (FRAP)

A atividade antioxidante foi realizada utilizando o método FRAP (*Ferric Reducing Antioxidant Power*) (BENZIE; STRAIN, 1996). O reagente FRAP foi preparado misturando 25 mL de acetato de sódio tri-hidratado (0,3 M, pH 3,6), 2,5 mL de solução TPTZ (10 mM / L) em HCl 40 mM e 2,5 mL de cloreto férrico aquoso (20 mM), que foi usado imediatamente após a preparação. Uma alíquota

de 30 μL de solução de teste foi adicionada em microplaca de 96 poços juntamente com 270 μL de reagente FRAP. No branco foi adicionado 30 μL de etanol. Após 10 minutos de reação, a leitura foi realizada a 595 nm utilizando um leitor de microplacas (SpectraMax 190 Microplate Reader, Molecular Devices, Califórnia, EUA). Os resultados foram expressos em equivalentes de sulfato ferroso através de curva de calibração externa com 5 concentrações (163 $\mu\text{g/mL}$ – 10 $\mu\text{g/mL}$).

4.8 ANÁLISE ESTATÍSTICA

A avaliação de normalidade dos dados foi realizada por meio do teste de Shapiro-Wilk, seguida pelas análises pré e pós-jogo utilizando o Teste t Student pareado para os dados normais e o teste de Mann-Whitney para os não normais. Além disso, para relacionar fundamentos e biomarcadores, foram utilizadas as correlações de Pearson para dados normais e de Spearman para dados não normais. O software GraphPad Prism 8 (GraphPad Software, San Diego, CA, EUA) foi utilizado para a condução das análises estatísticas. Os dados foram apresentados em média \pm desvio padrão e considerou-se significância estatística quando $p \leq 0,05$.

5. RESULTADOS

Scout dos Jogos

Na tabela 2 observa-se os dados referentes ao número de fundamentos executados pelos atletas. Os indivíduos do sexo masculino apresentaram maiores valores de média em todos os fundamentos: ataques, bloqueios, defesas, levantamentos e saques.

Tabela 2. Número de fundamentos executados

FUNDAMENTOS	FEMIMINO	MASCULINO
Ataques	97,6 ± 30,7 (88%)	109,2 ± 37,1
Bloqueios	70,9 ± 67,3 (62%)	114,1 ± 121,7
Defesas	117,5 ± 39,2 (75%)	155,8 ± 64,8
Levantamentos	97,5 ± 33,5 (89%)	109,7 ± 35,2
Saques	91,7 ± 16,1 (80%)	114,5 ± 27,79

Nota: Valores expressos como média ± DP. (Valores % referentes à comparação com o masculino)

A tabela 3 apresenta marcadores que sofreram alterações tanto em homens quanto mulheres. No grupo feminino houve um aumento de CK do pré para o pós-jogo (+298%, $p < 0.05$) e no grupo masculino também observou-se aumento significativo (+266% $p < 0.05$). Para troponina os aumentos foram: feminino (+461% $p < 0.05$) e masculino (+221% $p < 0.05$). A produção de ROS apresentou aumentos significativos no grupo feminino (+308% $p < 0.05$) e no masculino (+403% $p < 0.05$). Por fim, a apoptose também apresentou aumentos: mulheres (+322% $p < 0.05$) e homens (+320% $p < 0.05$).

Tabela 3. Biomarcadores com alterações comuns em ambos os sexos

PARÂMETRO	FEMININO		MASCULINO	
	PRÉ	PÓS	PRÉ	PÓS
Creatina quinase (U/L)	141 ± 72	421 ± 180*	281 ± 174	750 ± 614*
Troponina (pg/ml)	1,00 ± 0,50	4,61 ± 2,23*	3,31 ± 2,76	7,31 ± 4,85*
Produção de ROS (MIF)	3422 ± 1831	10560 ± 903*	2823 ± 840	11395 ± 1248*
Apoptose (%)	0,93 ± 0,76	3,00 ± 2,10*	0,95 ± 0,82	3,04 ± 1,85*

*p<0,05, teste *t* Student. MIF= mediana da intensidade da fluorescência.

A figura 1 mostra os biomarcadores que tiveram alterações apenas no sexo feminino. Fica evidenciado uma redução no Ferro sérico em aproximadamente 40% (pré: 116,5±37,9, µg/dL; pós: 68,6±35,5, µg/dL). A LDH apresentou um aumento de 33% (pré: 204,0±16,3, U/L); (pós: 272,7±29,4, U/L). O lactato mostrou uma redução de 24% (pré: 5100±1168, mmol/L; pós: 3920±1445, mmol/L). Já os níveis de creatinina apresentaram aumento de quase 20% (pre: 0,93±0,11, mg/dl); (pós: 1,1±0,12, mg/dl)).

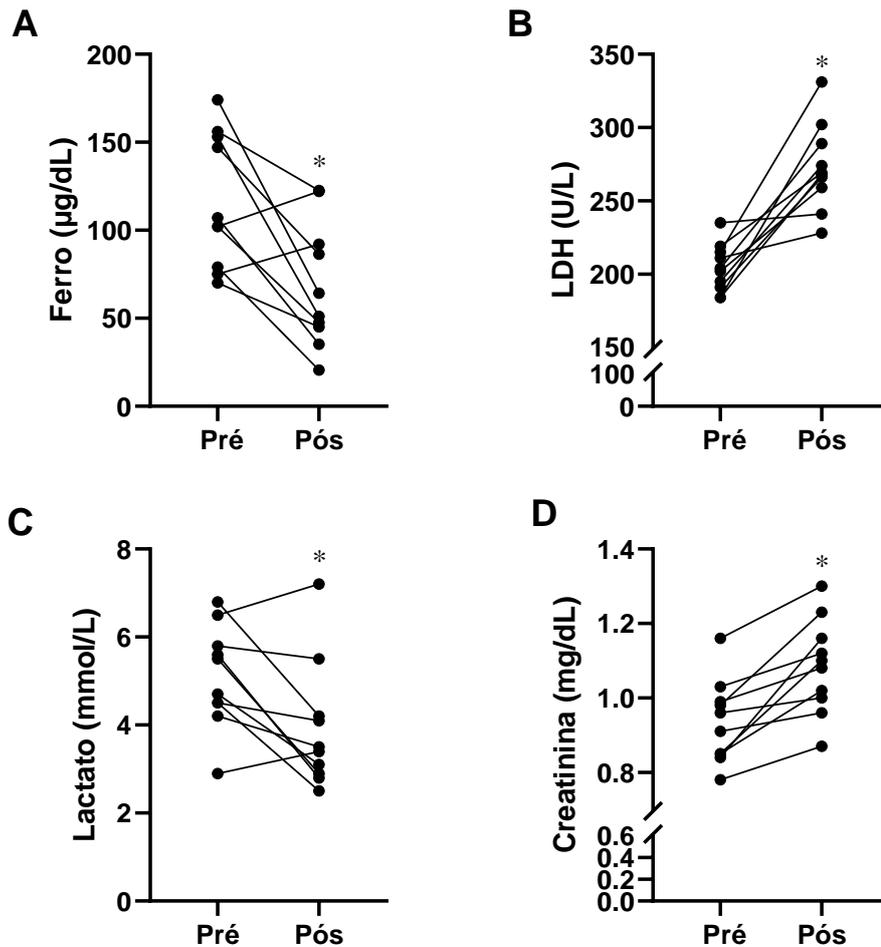


Figura 1: Biomarcadores com alterações significativas apenas em mulheres.

A figura 2 mostra os biomarcadores utilizados convencionalmente por treinadores e que, em nosso estudo, não apresentaram diferenças significativas. Os valores de média e DP de pré e pós-jogo para o sexo feminino e masculino foram, respectivamente: cortisol (pré: $20,41 \pm 7,9$ /pós: $20,2 \pm 6,5$); (pré: $17,8 \pm 3,9$), (pós: $16,5 \pm 8,6$). PCR (pré: $3,0 \pm 6,5$ / pós: $4,5 \pm 8,4$); (pré: $2,4 \pm 3,2$ / pós: $8,4 \pm 19,1$). HCY (pré: $7,0 \pm 2,3$ / pós: $6,6 \pm 2,7$); (pré: $9,4 \pm 2,0$ /pós: $9,1 \pm 3,3$).

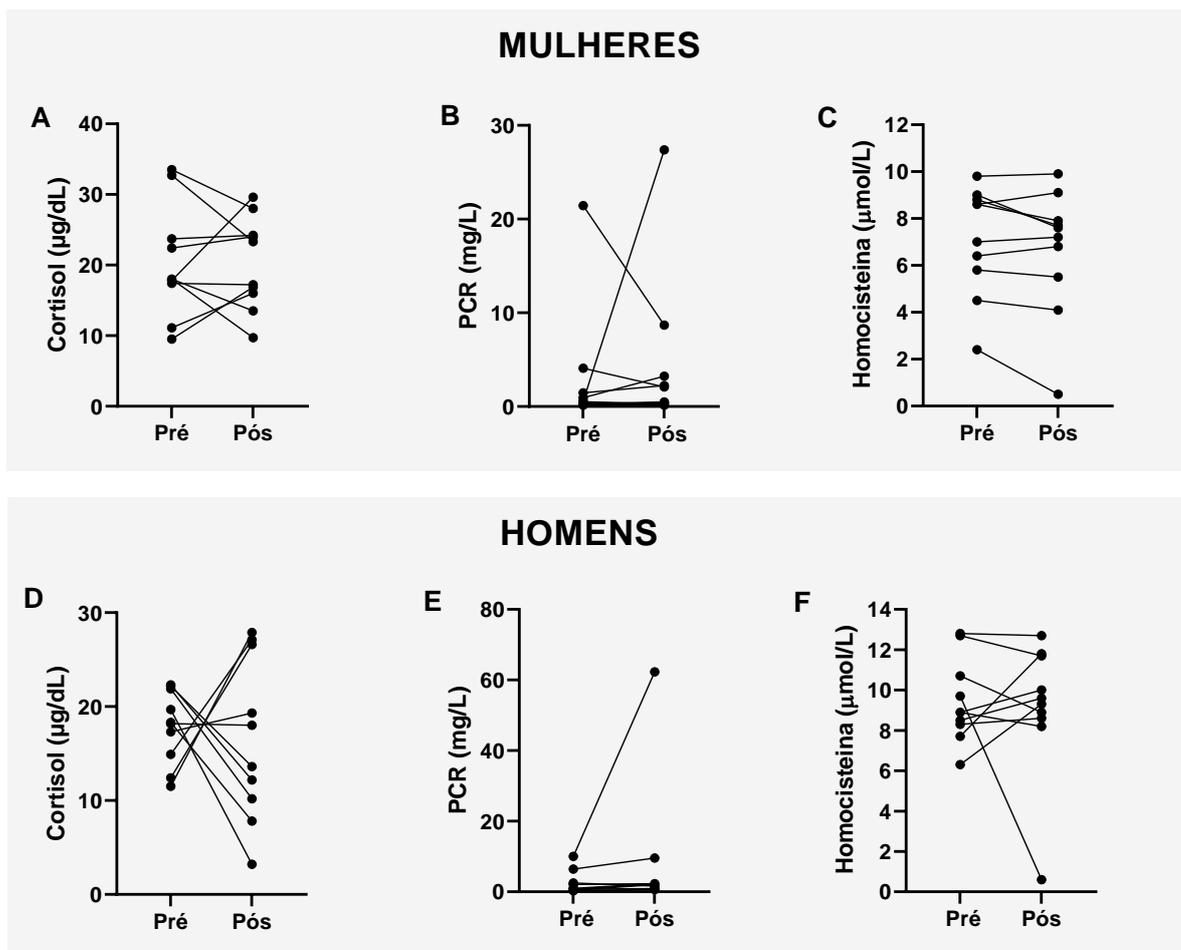


Figura 2. Biomarcadores convencionais sem alterações significativas para ambos os sexos.

Dentre todos os biomarcadores analisados, a LDH apresentou um comportamento interessante para ser observado. A figura 3 apresenta a correlação entre ataques x LDH ($r= 0,721$; $p=0,01$) e saques x LDH ($r= 0,650$; $p=0,04$). Observa-se uma correlação positiva entre ambos os fundamentos com o aumento da LDH, porém tal alteração foi apenas no sexo masculino.

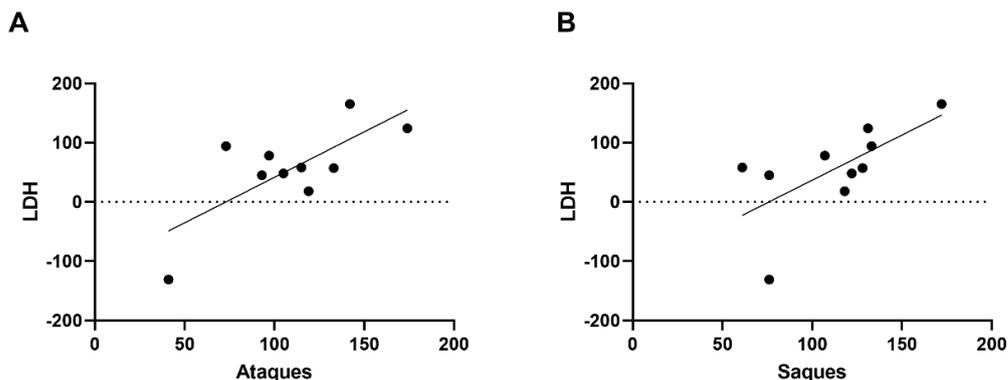


Figura 3: Correlação entre estresse mecânico e LDH no sexo masculino

6. DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

O presente estudo teve como objetivo avaliar a relação entre os parâmetros físicos e marcadores bioquímicos em atletas adultos da elite do vôlei de praia brasileiro antes e após os jogos de uma das etapas do Circuito Brasileiro de Vôlei de Praia 2022. Foi constatado que após o esforço intenso dos jogos, esses atletas de vôlei de praia apresentaram alterações significativas tanto em marcadores convencionais quanto de estresse oxidativo. Além disso, observamos maior sensibilidade a alterações no sexo feminino. Ao avaliarmos a relação entre biomarcadores e estresse mecânico, apenas LDH apresentou uma forte correlação positiva. Tal fato deve-se, inclusive, ao número limitado da amostra. A elite do vôlei de praia brasileiro é composta pelos atletas inscritos (54 homens e 52 mulheres) na Confederação brasileira de vôlei (CBV). Destes, apenas as 10 melhores duplas avaliadas neste trabalho participaram do Circuito brasileiro de vôlei de praia foco deste estudo.

Como esperado, homens apresentaram maiores médias de peso e IMC em relação às mulheres (tabela 1). O sexo masculino também apresenta um jogo mais dinâmico tendo em vista o maior número de fundamentos executados (tabela 2). Para a análise deste estudo, foi realizada avaliação cinemática e análise de biomarcadores, antes e após os jogos ocorridos em uma das etapas do Circuito Brasileiro de Vôlei de praia. Os achados mais relevantes deste estudo são aqueles relacionados à produção de ROS. Encontrou-se diferenças

significativas quando comparados pré e pós-jogo, tanto no grupo feminino quanto no masculino, como apresentado na Tabela 3.

O O_2 é a molécula vital para vários seres vivos, e seu metabolismo aeróbio tem sido objeto de muitos estudos, já que a redução de sua oferta por quadros de vasoconstrição (por exemplo) pode produzir intermediários que são conhecidos como radicais livres – moléculas que apresentam 1 elétron desemparelhado (radical) e vivem independentemente (BARCELOS et al., 2020). Embora baixos níveis de ROS sejam necessários para manter as vias redox-dependentes, a produção excessiva de pode induzir estresse oxidativo. Essa condição resulta em dano celular através da oxidação de lipídios, proteínas e ácidos nucleicos (OLIVEIRA et al., 2015). Vias relacionadas a ROS têm sido associadas à inflamação por meio da ativação de células imunes (COUTTS, 2014).

A produção de altos níveis de espécies reativas de oxigênio (ROS) nas células promove distúrbios redox, levando a danos oxidativos aos componentes celulares. De fato, está claro que o dano oxidativo crônico está associado à patogênese do câncer, doenças cardiovasculares, diabetes mellitus, hipertensão arterial e várias doenças neurodegenerativas (KRUK et al., 2019; LIGÓRIO et al., 2018; VALKO et al., 2006; WEI et al., 2009).

Curiosamente, enquanto o exercício físico regular promove benefícios para a saúde, o exercício rigoroso e/ou prolongado pode resultar em um aumento agudo na produção de ROS, evidenciado por biomarcadores elevados de dano oxidativo no sangue e nos músculos esqueléticos (ASSI et al., 2020). Com base nisso, o exercício físico pode ser considerado um regulador da homeostase redox celular, que induz uma adaptação para superar o estresse oxidativo. No entanto, os potenciais benefícios do exercício são influenciados pela intensidade, tipo e duração do treinamento (ASSI et al., 2020). Exercícios extenuantes de alta intensidade ou de longa duração podem induzir danos musculares, os chamados danos musculares induzidos por exercício (DMIE). O DMIE é caracterizado por uma resposta primária como resultado do estresse mecânico que ocorre durante o exercício e uma resposta inflamatória secundária (TANABE et al., 2021).

A força mecânica, especialmente aquela induzida pela contração excêntrica, leva à resposta primária. Mais especificamente, o estiramento excessivo e a interrupção dos sarcômeros, seguidos pelo grande influxo de Ca^{2+} para as células musculares, resultam em tensão passiva muscular e ruptura miofibrilar (WAHL et al., 2021). Essas respostas subsequentemente desencadeiam respostas inflamatórias secundárias, incluindo a produção de ROS (PEREIRA et al., 2015).

Tanabe et al., (2021) cita que as ROS induzidas pelo exercício são essenciais para o reparo, regeneração e adaptação muscular das vias de sinalização redox, no entanto, se não forem controlados, podem resultar em infiltração celular nos tecidos danificados, acelerando o dano muscular secundário. Consequentemente, o DMIE parece causar vários sintomas, como perda da função muscular (por exemplo, perda de força e redução da amplitude de movimento), dor muscular de início tardio (DMIT).

Esses sintomas podem atenuar o desempenho no exercício. Portanto, é importante minimizá-los para otimizar o desempenho atlético e o condicionamento. Além disso, maior grau de dano está associado ao exercício de membros superiores do que ao exercício de membros inferiores quando se compatibiliza a intensidade relativa do exercício (TANABE et al., 2021). No entanto, elevações de ROS, em resposta à contração muscular local são relativamente pequenas, enquanto exercícios de corpo inteiro, como corrida de *endurance* e ciclismo, podem elevar muito esses marcadores (BANFI et al., 2012). Quanto ao nível de aptidão, indivíduos treinados apresentam menor dano muscular do que indivíduos não treinados (ARAÚJO et al., 2016).

Kocabas et al., (2018) mostram que os atletas de vôlei avaliados em seu estudo não apresentaram diferenças em parâmetros de estresse oxidativo agudo após a partida, sugerindo que um jogo apenas não foi o suficiente para alterar significativamente os níveis de ROS. Os mesmos autores citam que o treinamento de voleibol, pode fornecer proteção adequada contra o estresse oxidativo induzido pelo exercício.

Vale ressaltar que no presente estudo os atletas foram avaliados em apenas uma das etapas do Circuito. No total são 10 etapas do *top 8* e 15 etapas do *aberto* e como mostra Nocella et al., (2019) variações na duração do treinamento físico podem ativar diferentes padrões de equilíbrio oxidante-antioxidante, levando a diferentes respostas em termos de dano molecular e celular. Pingitore et al., (2015) corroboram e explicam que a relação entre exercício e estresse oxidativo é extremamente complexa, dependendo da intensidade e duração do exercício. O treinamento moderado regular parece benéfico para o estresse oxidativo e a saúde.

Por outro lado, o exercício intenso leva ao aumento do estresse oxidativo, embora esse mesmo estímulo seja necessário para permitir uma up-regulation nas defesas antioxidantes endógenas (hormese) (LE MOAL et al., 2016). Slattery et al., (2015) confirmam ao citar que a prática consistente de exercícios físicos acarreta uma resposta hormética dos sistemas oxidativo, inflamatório e neuroendocrinológico, sugerindo que o treinamento físico intenso coloca estresse substancial no corpo, o que pode se manifestar como uma resposta fisiológica adaptativa ou desadaptativa.

Le Moal et al., (2016), em um estudo com jogadores de futebol, verificou que o aumento do estresse oxidativo causado por treinamentos e jogos exaustivos pode comprometer o desempenho físico dos jogadores durante uma longa temporada e, principalmente, nos momentos com maior intensidade de programação de jogos. No entanto, pouco se sabe sobre a resposta de marcadores sanguíneos após vários meses de competição e treinamento.

Estudos anteriores demonstraram que o envolvimento em esportes de alta performance é um potente estímulo do estresse oxidativo, o que leva a um grande recrutamento de defesa antioxidante. O monitoramento do estado de estresse oxidativo é recomendado como parte do regime de treinamento (HADŽOVIĆ-DŽUVO et al., 2014).

Além de estresse oxidativo, este estudo analisou marcadores de apoptose celular dos atletas (tabela 3), uma vez que tais processos estão interligados. Pistritto et al., (2016) cita que a apoptose, morte celular programada, regula o

tempo de vida de células normais e pode ser induzida por danos ao DNA causados por ROS. Como apresentado anteriormente, observou-se alteração nos níveis de ROS e apoptose em ambos os sexos.

Durante o exercício físico intenso, ocorrem mudanças significativas no corpo. O aumento do estresse oxidativo e da temperatura corporal, bem como a liberação de hormônios, como o cortisol, podem influenciar a apoptose celular. Exercícios vigorosos podem induzir apoptose em algumas células (CARRARD et al., 2022; CADEGIANE et al., 2019). Neste contexto vale ressaltar a necessidade de dieta e hidratação adequadas para apoiar a regeneração celular após o exercício. Alimentos ricos em antioxidantes, como frutas e vegetais, podem ajudar a reduzir o estresse oxidativo e minimizar a apoptose celular excessiva (DE OLIVEIRA et al., 2019; TAN et al., 2018). O corpo humano é incrivelmente adaptável. Com o tempo, os atletas de alta performance desenvolvem adaptações fisiológicas que os tornam mais resistentes ao estresse do exercício, regulando, inclusive os processos de apoptose (BORGES et al., 2022).

A apoptose celular desempenha um papel crucial na resposta do corpo ao exercício físico de alta performance, especialmente no contexto da regeneração muscular (DOS SANTOS et al., 2022). O equilíbrio entre sobrecarga e recuperação, juntamente com a nutrição adequada e o controle do estresse oxidativo, é fundamental para otimizar os benefícios do exercício e minimizar quaisquer efeitos negativos associados à apoptose em excesso (BAOYI et al., 2022).

Morawin et al., (2021) explica que a apoptose induzida pelo exercício, é um processo regulatório normal, que se torna útil no sentido de remover células lesadas com ausência de resposta inflamatória pronunciada, otimizando as funções do organismo. Vale ressaltar que a amostra estudada foi exposta à grande quantidade de raios UV (uma das características do vôlei de praia) e sabe-se que tal exposição está diretamente relacionada à produção de ROS (. Ray et al.; (2012) cita que proteínas pró-apoptóticas, envolvidas na produção de

ROS na mitocôndria, levam a dano mitocondrial e apoptose sob condições de estresse oxidativo ou exposição aos raios UV.

Ao analisar os biomarcadores convencionais, observou-se maior sensibilidade para alterações no sexo feminino, uma vez que neste grupo houve alteração significativa dos seguintes parâmetros: CK, creatinina, LDH, ferro sérico, lactato e troponina. Por outro lado, o grupo masculino apresentou diferenças estatisticamente significativas apenas em valores de CK e Troponina, quando comparados pré e pós jogo. Diante de tal achado, pode-se inferir que o grupo masculino demonstra melhores adaptações e menos sensibilidade a alterações nos parâmetros bioquímicos frente às demandas do esporte.

Para Wahl et al., (2021) biomarcadores são parâmetros atrativos para quantificar o estresse e a fadiga induzidos pelo exercício em diferentes tecidos, pois cada biomarcador tem uma clara ligação fisiológica com o tecido estressado. Oliveira et al., (2012) explica que ao estudar a carga interna de diferentes tecidos, portanto, é importante analisar todo um conjunto de marcadores sanguíneos. As alterações nos biomarcadores sanguíneos em atletas de vôlei de praia podem refletir uma série de adaptações fisiológicas e demandas específicas associadas a esse esporte (SIQUEIRA et al., 2021).

Os resultados deste estudo mostram diferença significativa nos valores de creatinina pré e pós-jogos apenas em atletas do sexo feminino. Um estudo realizado com atletas de elite de diversos esportes por Díaz-Martínez et al., (2022) mostrou que a creatinina é uma variável bastante estável em atletas, mas sua concentração pode diferir daquelas de pessoas sedentárias e, às vezes, entre esportes. As concentrações de creatinina sérica encontradas em atletas profissionais podem variar de acordo com sua modalidade, a carga de treinamento, o metabolismo aeróbio/anaeróbio, a duração de suas competições e em diferentes estágios de uma temporada competitiva nos mesmos atletas. As diferenças entre as modalidades esportivas podem estar ligadas ao IMC. Os autores encontraram uma correlação entre creatinina e IMC no grupo geral de atletas estudados. Além disso, observaram menores valores médios de creatinina sérica em esquiadores e ciclistas profissionais de cross-country em

comparação com controles saudáveis sedentários do sexo masculino (DÍAZ-MARTÍNEZ ET AL., 2022).

O suplemento de creatina tem sido amplamente utilizado pelos atletas para melhorar o desempenho atlético. Descobertas indicam que este suplemento tem um importante efeito terapêutico em muitas doenças caracterizadas por atrofia, fraqueza muscular e doenças metabólicas (músculos, ossos, pulmão e cérebro (MARESE et al., 2019; MELO et al., 2016; SILVA & LINARTEVICH, 2021). Não há qualquer evidência específica na literatura de que a creatina possa ter quaisquer sinais de riscos à saúde ou efeitos colaterais óbvios para pessoas saudáveis (STABILE et al., 2017) Contudo, sabe-se que ela pode alterar valores de creatinina (por ser um metabólito desidratado de creatina). Portanto, o uso de suplementos nutricionais de creatina pode elevar temporariamente os níveis de creatinina sérica, associado a uma dieta rica em proteínas (BALDIN et al, 2021).

Um achado interessante do presente estudo acerca da desidrogenase láctica (LDH) está no fato de verificarmos diferenças significativas entre pré e pós jogo apenas no sexo feminino. Contudo, uma relação entre LDH e quantidade de ataques e saques (estresse mecânico) foi demonstrada somente nos atletas do sexo masculino. A LDH é uma enzima que desempenha um papel na produção de energia durante o exercício e reflete dano muscular (TOKINOYA et al., 2020). Em atletas de vôlei de praia, especialmente durante momentos de intensidade elevada, os níveis de LDH podem temporariamente aumentar devido à maior demanda energética. Isso é uma resposta adaptativa normal ao esforço físico (CALLEGARI et al., 2017).

No caso do ferro sérico, o presente estudo observou diferenças estatísticas entre pré e pós-jogos apenas no grupo feminino. Vale ressaltar que, os níveis de ferro sérico podem variar amplamente dependendo da dieta e da suplementação de ferro (MACEDO E MARTINS, 2018). Bezerra et al., (2016) explicam que a hemoglobina é uma proteína que transporta oxigênio no sangue e está relacionada aos níveis de ferro sérico. Ela pode variar em atletas, com alguns apresentando valores ligeiramente mais altos devido à adaptação ao treinamento. Os mesmos autores verificaram, ao avaliarem atletas de futebol, uma pequena redução na hemoglobina pós jogo, justificada pela hemodiluição e estresse mecânico que acentuam a hemólise. Os índices de ferro, íon essencial

para síntese de hemoglobina e transporte de oxigênio, se manteve sem diferença significativa no estudo destes autores.

Além da formação de hemoglobina e anemia, o ferro é um micronutriente essencial que desempenha um papel central em processos associados ao desempenho atlético, como transporte de oxigênio, produção de energia e divisão celular. A deficiência de ferro pode influenciar negativamente o desempenho atlético, especialmente em mulheres, que são mais propensas à deficiência de ferro (PETKUS et al., 2017). Estes achados corroboram com o estudo de Sim M. et al., (2019), os quais verificaram uma diminuição significativa no limite inferior do valor do ferro sérico basal em atletas do sexo feminino.

Macedo e Martins (2018) citam que um dos principais indicadores bioquímicos de estresse oxidativo é a CK. Entretanto, neste presente estudo não foi encontrada uma relação entre CK e ROS (dados não mostrados). Contudo, evidenciamos diferenças estatisticamente significantes entre pré e pós-jogos em ambos os sexos. A CK é uma enzima, encontrada predominantemente nos músculos e que atua na produção de energia transformando a creatina fosfato (ou fosfocreatina) em creatina mais uma molécula de fosfato que se unirá à adenosina-difosfato (ADP), passando a ser ATP. Portanto, a CK está envolvida com a manutenção do suprimento de energia. Por outro lado, a CK é liberada na circulação quando ocorrem lesões musculares, neste caso, estando presente no sangue e na urina. Estudos recentes avaliaram este indicador e todos encontraram associação linear da intensidade de treinamento com o aumento dos níveis deste marcador bioquímico, o que corrobora com os achados deste estudo (ARAKAWA et al., 2016; SUSTA et al., 2017; VIRIBAY et al., 2020).

Um estudo realizado com jogadores de futebol observou que, níveis mais altos de CK são tipicamente observados juntamente com o aumento do número de partidas disputadas. Sobre esse assunto, Garcia-Romero-Perez et al., (2021) mostraram que jogos em dias consecutivos induziram um aumento maior nos níveis sanguíneos de CK o que foi sugestivo de acúmulo de dano muscular (CHOU et al., 2021). Notavelmente, embora aumentos nos níveis de CK pós-jogo tenham sido relatados em jogadoras de futebol feminino de elite (GRAVINA et al., 2011; CHOU et al., 2021), jogadores do sexo masculino podem apresentar maiores aumentos de CK em comparação com jogadoras após jogos de futebol,

provavelmente devido ao potencial papel protetor dos estrogênios nas membranas celulares musculares (SOUGLIS et al., 2018).

Níveis elevados de homocisteína (HCY) estão associados a um risco aumentado de doenças cardiovasculares (KAPLAN et al., 2020). Os mesmos autores sugerem uma relação entre o aumento da HCY e produção de ROS. No entanto, o presente estudo mostra não haver relação entre estes dois marcadores nos atletas avaliados. Tanto o exercício agudo quanto o de longa duração podem ter efeitos moduladores sobre as concentrações de homocisteína. O exercício extenuante agudo pode acelerar o catabolismo proteico no pool de aminoácidos musculares, o que também pode aumentar a formação de homocisteína; entretanto, o efeito do exercício crônico é mais variável e estudos recentes são inconclusivos (MAROTO-SÁNCHEZ et al., 2016). Em estudos prévios, a aptidão cardiorrespiratória associou-se inversamente com a concentração de homocisteína em mulheres, mas não houve tal associação em homens adultos, e essa diferença foi atribuída a diferenças na taxa de metilação de homocisteína e nos níveis de estrogênio (DUYULER, 2019).

Mensurar lactato sanguíneo é uma conduta amplamente utilizada por diversos treinadores. No entanto, este estudo apresenta que somente no sexo feminino tivemos diferenças significativas entre pré e pós-jogos. O ácido láctico é produzido durante o exercício anaeróbico intenso, como resultado de movimentos explosivos. Os níveis de lactato podem aumentar durante o jogo do vôlei de praia. Arkaçesme et al., (2022) avaliaram os níveis sanguíneos de lactato em jovens jogadores de voleibol indoor mostrando significativo aumento ao final de cada jogo em comparação com o pré-jogo. Porém, em nosso estudo os valores pós-jogo se mostraram menor que no pré-jogo. Mavroudi et al., (2023) ao estudarem atletas de natação verificaram que para se ter uma medida precisa de lactato sanguíneo pós-exercício, a coleta deve ser precoce, cerca de 1 minuto pós treino. Tal fato nos mostra que, o tempo de coleta pós-jogo é fator determinante quando se trata da medida de lactato, um marcador utilizado com frequência e que pode não apresentar dados precisos em relação à realidade dos atletas.

O presente estudo mostra que a PCR não apresentou diferenças significativas ao comparar pré e pós-jogos, demonstrando mais uma vez que

alguns marcadores convencionais utilizados como parâmetro de avaliação de atletas podem não fornecer dados exatos. Os dados apresentados na literatura não corroboram com nossos achados. A PCR é uma proteína produzida pelo fígado em resposta a processos inflamatórios no corpo. A sua concentração no sangue aumenta em resposta a diversas condições, incluindo infecções, inflamações e lesões. Portanto, níveis elevados de PCR geralmente indicam a presença de inflamação no organismo (SOUSA et al., 2021).

No que diz respeito à relação entre o vôlei de praia e PCR, a situação pode ser complexa e variar dependendo de diferentes fatores, incluindo a intensidade, duração e frequência do exercício, bem como o estado de saúde do indivíduo (FERNANDES et al., 2017a). Exercícios físicos intensos e extenuantes podem causar um aumento temporário nos níveis de PCR. Esse aumento é considerado uma resposta natural do corpo ao estresse físico, podendo ser parte do processo de reparação e adaptação do corpo ao exercício. No entanto, esses aumentos costumam ser temporários e podem retornar aos níveis normais após o período de recuperação pós-exercício. Exercícios físicos regulares e moderados são frequentemente associados a uma redução nos níveis de PCR em longo prazo (CARLING et al., 2015). O exercício regular pode ter efeitos anti-inflamatórios, reduzindo a inflamação crônica no organismo. Isso pode resultar na diminuição dos níveis de PCR, indicando um menor estado inflamatório no corpo (PUNCHARD; WHELAN; ADCOCK, 2004).

O monitoramento de variáveis relacionadas ao processo de recuperação do tecido muscular, como a PCR pode contribuir com a compreensão do estado físico-fisiológico dos atletas entre jogos (FERNANDES et al., 2017a; ISPIRLIDIS et al., 2008; MOHR et al., 2016). Especialmente em jogos consecutivos, esse monitoramento deve ser constante para aumentar a robustez dos programas de prevenção de lesões (GÓMEZ-CARMONA et al., 2020), pois nesses períodos as probabilidades de lesões são maiores (BENGTSSON; EKSTRAND; HAGGLUND, 2013; CARLING et al., 2015).

É possível que as respostas da PCR sejam acentuadas em uma sequência de jogos consecutivos, em função de danos musculares e das magnitudes-

durações de processos inflamatórios, aliados ao curto intervalo entre os jogos. Assim, torna-se relevante avaliar o comportamento dessas variáveis em um decurso temporal estendido após os jogos, a fim de verificar se uma sequência de jogos consecutivos aumentaria o tempo necessário para retornar a níveis similares ao basal, que poderia ser considerado um indicativo de restabelecimento da homeostase do tecido muscular (PUNCHARD; WHELAN; ADCOCK, 2004).

O cortisol é um hormônio esteroidal essencial produzido pelas glândulas suprarrenais em resposta ao estresse. Em relação ao exercício físico, o cortisol desempenha um papel crucial no corpo durante a atividade física e na recuperação pós-exercício. Durante o exercício, os níveis de cortisol tendem a aumentar como parte da resposta do corpo ao estresse físico. A intensidade, duração e tipo de exercício podem afetar a magnitude desse aumento (CASTILLO et al., 2023).

O aumento do cortisol ajuda a mobilizar energia, promove o metabolismo de glicose e atua na regulação do sistema imunológico para lidar com o estresse induzido pelo exercício (SAID et al., 2022). Ele desempenha um papel fundamental na regulação do metabolismo energético, ajudando a liberar glicose para fornecer energia aos músculos durante o exercício (NTOVAS et al., 2022). Em nosso estudo, o cortisol dos atletas não apresentou diferença significativa ao comparar pré e pós-jogos, corroborando com os achados de Said et al., (2020) ao avaliarem jogadores profissionais de futebol. É essencial observar que, embora o cortisol seja importante para a resposta ao estresse e à regulação do metabolismo durante o exercício, níveis cronicamente elevados de cortisol podem ter efeitos adversos. O estresse crônico, tanto físico quanto emocional, pode levar a um desequilíbrio hormonal e a problemas de saúde, incluindo fadiga, supressão do sistema imunológico, distúrbios do sono e outros impactos negativos na saúde (HONCERIU et al., 2023).

A troponina é uma proteína encontrada no miocárdio e é amplamente utilizada como marcador de lesão cardíaca, especialmente em casos de infarto do miocárdio (EUZEBIO et al., 2020). Ela é liberada na corrente sanguínea quando

há danos nas células do músculo cardíaco. No contexto de atletas de vôlei de praia, é importante compreender que a troponina pode ser afetada por vários fatores, incluindo o estresse físico do treinamento intenso. No entanto, essas alterações não devem ser confundidas com danos cardíacos reais (AENGEVAEREN et al., 2020). Estudos científicos têm investigado os níveis de troponina em atletas após exercícios intensos, incluindo vôlei de praia. A pesquisa sugere que, em alguns casos, pode ocorrer um aumento temporário nos níveis de troponina após atividades extenuantes, mas esses níveis geralmente retornam ao normal em um curto período (EUZEBIO et al., 2020).

Shave et al., (2010) avaliaram os níveis de troponina em atletas após exercícios intensos e não encontraram evidências de lesão cardíaca significativa. Já os estudos de Stavroulakis et al., (2020) observaram que o treinamento intenso em atletas de elite pode levar a aumentos temporários nos níveis de troponina, mas esses aumentos não estavam associados a eventos cardíacos adversos. Euzebio et al., (2020) ao avaliarem praticantes de caminhada não encontraram alterações neste marcador. Contudo, O'keefe et al., (2020) citam que atletas de ultra-maratona frequentemente apresentam remodelamento cardíaco anormal evidenciado por elevações na troponina e no peptídeo natriurético cerebral.

Nota-se que no caso da troponina os dados são controversos, porém importantes para que os treinadores estejam cientes dessas variações após o exercício e interpretem os resultados com cautela. O aumento da troponina após o exercício intenso geralmente não é indicativo de um problema cardíaco, mas sim uma resposta normal ao estresse físico.

Em relação à capacidade antioxidante os dados deste estudo não apresentaram diferenças significativas quando avaliados pré e pós-jogos (dados não mostrados). Não encontramos correlação entre capacidade antioxidante e ROS (dados não mostrados). Os achados de Díaz-Martínez et al., (2022) demonstram que atletas de elite de diversos esportes e indivíduos fisicamente ativos apresentam uma capacidade antioxidante aumentada. Esta observação sugere que o treinamento regular e o estilo de vida ativo dos atletas podem

contribuir para um sistema antioxidante mais robusto, contudo, como cita Mrakic-Sposta et al., (2020) pouco se sabe sobre o equilíbrio entre os efeitos pró-oxidantes e as respostas antioxidantes relacionadas ao esporte. Sabe-se que as defesas antioxidantes aumentam quando a produção de ROS é aumentada.

Uma possível explicação para esse aumento na capacidade antioxidante entre os atletas é a adaptação do organismo ao estresse oxidativo induzido pelo exercício físico. O treinamento regular e intenso pode estimular a produção de enzimas antioxidantes endógenas, como a superóxido dismutase (SOD) e a glutathiona peroxidase (GPx), que desempenham papéis cruciais na eliminação de radicais livres e na proteção contra o dano oxidativo (KWON et al., 2019). Além disso, a atividade física regular está associada à redução da gordura corporal e ao aumento da massa muscular magra, o que pode influenciar positivamente a capacidade antioxidante. A gordura corporal excessiva é uma fonte de radicais livres, enquanto a massa muscular é metabolicamente ativa e pode produzir mais antioxidantes (VAN DER SCHAFT et al., 2020).

Destaca-se que Alikhani et al., (2019), ilustraram uma melhora na capacidade antioxidante de jovens e idosos após 12 semanas de treinamento resistido. Consistente com os achados atuais, dois outros estudos também confirmaram os efeitos positivos do treinamento físico regular na melhora da atividade de enzimas antioxidantes como catalase, superóxido dismutase e glutathiona peroxidase (BOUZID ET AL., 2014; TAKAHASHI et al., 2013). O efeito do treinamento combinado (aeróbico e treinamento resistido) sobre o dano oxidativo do DNA e propriedades antioxidantes em pessoas de meia-idade e idosos foi investigado por Soares et al., (2015) que indicou o papel positivo de um programa de exercícios aeróbicos e resistidos na melhoria da capacidade antioxidante. Foi demonstrado que o treinamento resistido reduz o MDA e a hidrogênio peroxidase, ao mesmo tempo em que aumenta a atividade da GPX e SOD (AMIRI et al., 2023).

Importante observar que, embora nossos resultados não indiquem uma maior capacidade antioxidante nos atletas de vôlei de praia avaliados, a relação entre exercício físico, estresse oxidativo e saúde ainda é complexa (MRAKIC-

SPOSTA et al., 2020). O estresse oxidativo é uma parte natural do metabolismo, e o equilíbrio entre antioxidantes e radicais livres é fundamental para a saúde geral. Portanto, uma capacidade antioxidante elevada não significa necessariamente que esses atletas estão isentos de riscos à saúde relacionados ao estresse oxidativo (VAN DER SCHAFT et al., 2020).

Os resultados deste estudo destacam a importância do estilo de vida ativo e do treinamento regular na melhoria da capacidade antioxidante em atletas de vôlei de praia. No entanto, mais pesquisas são necessárias para compreender completamente as implicações clínicas dessas descobertas e como elas podem afetar a saúde geral desses atletas. A capacidade antioxidante é apenas um aspecto de um quadro mais amplo de saúde e desempenho esportivo, e seu papel exato ainda está sendo explorado.

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A vantagem competitiva é um fator importante quando se fala em monitoramento de atletas, entretanto, não é interessante ignorar aspectos da saúde, uma vez que isto pode interferir no tempo de vida útil do atleta no esporte. Registrar e monitorar a intensidade do treinamento tornou-se uma ferramenta importante para treinadores. Paralelamente a essa preocupação e aos avanços tecnológicos, diversas ferramentas de monitoramento biológico ou fisiológico são utilizadas para identificar as respostas dos atletas às demandas de treinamento, fadiga, taxas de recuperação e risco de lesão.

É importante observar que as alterações nos biomarcadores podem variar amplamente entre os atletas, dependendo da intensidade do treinamento, da dieta, da hidratação e das características individuais. Além disso, nem todas as alterações são prejudiciais. Muitas vezes, essas adaptações fazem parte do processo natural de melhoria do desempenho esportivo.

Trazemos resultados inovadores para o vôlei de praia, os quais podem se estender a outros desportos. Destacamos ainda a necessidade da continuidade de pesquisas verificando a significância dos biomarcadores na avaliação atlética, tanto em atletas profissionais quanto em amadores. As informações e achados

deste estudo podem ser úteis para orientar o processo de acompanhamento e preparação de treinadores e preparadores físicos. Tais resultados podem ser utilizados como referência para o monitoramento de atletas, sendo de suma importância considerar as diferenças resultantes de cada esporte e que pode resultar nos mais variados desfechos.

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AENGEVAEREN VL, BAGGISH AL, CHUNG EH, GEORGE K, KLEIVEN Ø, MINGELS AMA, ØRN S, SHAVE RE, THOMPSON PD, EIJSVOGELS TMH. **Exercise-induced cardiac troponin elevation: from underlying mechanisms to clinical relevance.** *Circulação.* 2021 de dezembro de 14; 144(24):1955-1972. DOI: 10.1161/CIRCULAÇÃOAHA.121.056208. Epub 2021 13 dez. PMID: 34898243; PMCID: PMC8663527.

AFFONSO, H.O; ANDREAIO, F. L. ; PORTO, M. L. ; MEYRELLES, S. S. ; Vasquez, E. C. ; BALDO, MARCELO P. ; TOIMIL, M. C. ; Campagnaro, B.P. ; PEREIRA, T.M.C. **Nonconventional and conventional biomarkers evaluated in gold medalists beach volleyball players during the 2015 and 2016 seasons (pre-Olympic and Olympic years).** *Journal of Physical Education and Sports,* v. 18, p.1779, 2018.

AKARÇEŞME C, CENGİZEL E, ŞENEL Ö, YILDIRAN İ, AKYILDIZ Z, NOBARI H. **Heart rate and blood lactate responses during a volleyball match.** *Sci Rep.* 2022 Set 12;12(1):15344. DOI: 10.1038/s41598-022-19687-3. PMID: 36097030; PMCID: PMC9467989.

ALIKHANI S, SHEIKHOESLAMI-VATANI D. **Oxidative stress and antioxidant responses to regular resistance training in young and elderly women.** *Geriatr Gerontol Int.* (2019) 19:419–22. DOI: 10.1111/ggi.13636.

AMIRI E, SHEIKHOESLAMI-VATANI D. **The role of resistance training and creatine supplementation on oxidative stress, antioxidant defense, muscle strength and quality of life in the elderly.** *Frente Saúde Pública.* 2023 Maio 2;11:1062832. DOI: 10.3389/fpubh.2023.1062832. PMID: 37206869; PMCID: PMC10189876.

ARAKAWA K, HOSONO A, SHIBATA K, GHADIMI R, FUKU M, GOTO C, ET AL. **Changes in blood biochemical markers before, during, and after a 2-day ultramarathon.** *Open Access Journal of Sports Medicine.* [Online] 2016;7: 43–50. Available from: doi:10.2147/OAJSM.S97468

ARAÚJO, A.; OLIVEIRA, A.; OLIVEIRA, J.; OLIVEIRA, R.; OLIVEIRA, M.; OLIVEIRA, C.; RIBEIRO, A.; OLIVEIRA, A.; OLIVEIRA, A.; OLIVEIRA, M.; et al. **Changes in blood biochemical markers before, during, and after a 2-day ultramarathon.** *Acesso Aberto J. Sports Med.* 2016, 7, 43–50.

ASSI, M, S. DUFRESNE E A. RÉBILLARD. **Exercise shapes redox signaling in câncer.** *Redox Biology,* vol. 35, artigo 101439, 2020.

ASSUNÇÃO CARVALHO LCS, DE FREITAS MC, SILVA AS, BIASOTO ACT, MARTINS MDCCE, DE MOURA RC, BRITO AKDS, SILVA ASVE, RIBEIRO SLG, ROSSI FE, DOS SANTOS MAP. **Syzygium cumini Syzygium cumini Nectar supplementation reduced biomarkers of oxidative stress, muscle damage and improved psychological response in highly trained young**

handball players. *Front Physiol.* 2018 Out 31; 9:1508. doi: 10.3389/fphys.2018.01508. PMID: 30429797; PMCID: PMC6220600.

BALDIN, A. E.; GOMES, E. C. Z. ; BENDER, S.; LINARTEVICH, V. F. **Effects of chronic creatine supplementation on kidney function: a review.** *Research, Society and Development, [S. l.]*, v. 10, n. 14, p. e89101421867, 2021. DOI: 10.33448/rsd-v10i14.21867. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/21867>. Acesso em: 31 oct. 2023.

BANFI G, COLOMBINI A, LOMBARDI G, LUBKOWSKA A. **Metabolic markers in sports medicine.** *Adv Clin Chem.* 2012;56:1-54. DOI: 10.1016/b978-0-12-394317-0.00015-7. PMID: 22397027.

BAOYI ZHANG, CUNYAO PAN, CHONG FENG, CHANGQING YAN, YIJING YU, ZHAOLI CHEN, CHANGJIANG GUO & XINXING WANG (2022). **Role of reactive mitochondrial oxygen species in the regulation of homeostasis.** *Relatório Redox*, 27:1, 45-52, DOI: 10.1080/13510002.2022.2046423

BARCELOS, RÔMULO P., FREDERICO D LIMA, NELSON R CARVALHO, GUILHERME BRESCIANI, LUIZ FF ROYES. **Caffeine effects on systemic metabolism, oxidative-inflammatory pathways, and exercise performance.** *Nutrition Research*, Volume 80, 2020, Pages 1-17, ISSN 0271-5317, <https://doi.org/10.1016/j.nutres.2020.05.005>.

BARTLETT JD, O'CONNOR F, PITCHFORD N, TORRES-RONDA L, ROBERTSON SJ. **Relationships between internal and external training load in team sports athletes: evidence for an individualized approach.** *Int J Fisiol Esportivo Performar.* 2017;12:230–4. DOI: <https://doi.org/10.1123/ijpspp.2015-0791>.

BELLINGER PM, NEWANS T, WHALEN M, MINAHAN C. **Quantifying the Activity Profile of the Match-Play Women's Beach Volleyball Tournament.** *J Sports Sci Med.* 2021 Mar 1;20(1):142-148. doi: 10.52082/jssm.2021.142. PMID: 33707997; PMCID: PMC7919359.

BENGTSSON, H.; EKSTRAND, J.; HAGGLUND, M. **Muscle injury rates in professional football increase with fixture congestion: An 11-year follow-up of the UEFA Champions League injury study.** *British Journal of Sports Medicine*, v. 47, n. 12, p. 743–747, 2013.

BENZIE, I. F. F.; STRAIN, J. J. **The Ferric Reducing Ability of Plasma (FRAP) as Measure of “Antioxidant Power”:** The FRAP Assay. *Analytical Biochemistry*, v. 239, p.70-76, 1996.

BEYFUSS, KAITLYN & DAVID A. HOOD. **A systematic review of the p53 regulation of oxidative stress in skeletal muscle.** *Relatório Redox*, 23:1, 100-117, DOI: 10.1080/13510002.2017.1416773, 2018.

BEZERRA JA, FARIAS NO, MELO SVA, SILVA RPM, CASTRO ACM, MARTINS FSB, ET AL. **Responses of physiological indicators to a football game.** *Rev*

BORGES L, DERMARGOS A, GORJÃO R, CURY-BOAVENTURA MF, HIRABARA SM, ABAD CC, PITHON-CURI TC, CURI R, BARROS MP, HATANAKA E. **Update of futsal physiology, immune system and performance.** 2022 Nov-Dez;30(6):659-676. DOI: 10.1080/15438627.2021.1929221. EPub 2021 24 de maio. PMID: 34028324.

BOUZID MA, HAMMOUDA O, MATRAN R, ROBIN S, FABRE C. **Low-intensity aerobic exercise and markers of oxidative stress in the elderly.** *JAPA.* (2014) 22:536–42. DOI: 10.1123/JAPA.2013-0037.

BRIAN CLOSS, CONNOR BURKETT, JEFFREY D. TROJAN, SYMONE M. BROWN & MARY K. MULCAHEY (2020) **Recovery After Volleyball: A Narrative Review.** *The Physician and Sportsmedicine*, 48:1, 8-16, DOI: [10.1080/00913847.2019.1632156](https://doi.org/10.1080/00913847.2019.1632156).

CADEGIANI FA, KATER CE. **Basal Hormones and Biochemical Markers as Predictors of Overtraining Syndrome in Male Athletes: ROS-BASAL Study.** *Trem J Athl.* Agosto de 2019;54(8):906-914. DOI: 10.4085/1062-6050-148-18. EPub 2019 6 de agosto. PMID: 31386577; PMCID: PMC6756603.

CADEGIANI FA, KATER CE. **New causes and consequences of overtraining syndrome: the ROS-DISRUPTORS study.** *BMC Sports Sci Med Rehabil.* 2019 Set 18;11:21. DOI: 10.1186/s13102-019-0132-x. PMID: 31548891; PMCID: PMC6751688.

CALABRESE EJ, BALDWIN LA. **Definindo hormese.** *Hum Exp Toxicol.* 2002 Fev;21(2):91-7. DOI: 10.1191/0960327102ht217oa. PMID: 12102503.

CALLEGARI GA, NOVAES JS, NETO GR, DIAS I, GARRIDO ND, DANI C. **Creatine kinase and lactate dehydrogenase responses after different resistance and aerobic exercise protocols.** *J Hum Kinet.* 2017 Agosto 1;58:65-72. DOI: 10.1515/hukin-2017-0071. PMID: 28828078; PMCID: PMC5548155.

CAMPBELL, K.L, K. M. WINTERS-STONE, J. WISKEMANN ET AL. **"Exercise guidelines for cancer survivors: consensus statement from international multidisciplinary roundtable",** *Medicine & Science in Sports & Exercise*, vol. 51, n. 11, pp. 2375–2390, 2019.

CARLING, C. et al. **The impact of short periods of match congestion on injury risk and patterns in an elite football club.** *British Journal of Sports Medicine*, v. 0, p. 1–6, 2015.

CARRARD J, RIGORT AC, APPENZELLER-HERZOG C, COLLEDGE F, KÖNIGSTEIN K, HINRICHS T, SCHMIDT-TRUCKSÄSS A. **Diagnosing Overtraining Syndrome: A Scope Review.** *Saúde Esportiva.* 2022 Set-Out;14(5):665-673. DOI: 10.1177/19417381211044739. EPub 2021 9 de setembro. PMID: 34496702; PMCID: PMC9460078.

CBV - Confederação Brasileira de Voleibol. **História do Voleibol**. Rio de Janeiro, RJ. Disponível em www.institucional.cbv.com.br, acessado em 02/07/2022.

CEZAR MD, LIMA AR, PAGAN LU, DAMATTO RL. **Environmental Enrichment Effect on Oxidative Stress in Hypertensive Rats**. Arq Bras Cardiol. 2019. Disponível em <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31800716/>, acessado em 23/02/2022.

CHOU T. Y., NOSAKA K., CHEN T. C. (2021). **Muscle damage and performance after single and multiple simulated matches in elite collegiate women's soccer players**. Res. Saúde Pública 18, 4134. 10.3390/ijerph18084134.

CORATELLA, G; TORNATORE, G, CACCAVALE, F; ONGO, S; ESPOSITO, F; CÉ, E. **Activation of the gluteus, thigh and lumbar muscles in different squat variations performed by competitive bodybuilders: implications for resistance training**. Int j Environ res saúde pública, 2021, 18(2): 772. Disponível em www.pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC831128/, acessado em 25/02/2022.

CORREIA RF, SAVANO LPJ, DE OLIVEIRA DV, ANTUNES MD, MATIAS V, ANVERSA ALB. **Impact of an intervention program on the neuromotor abilities of beach volleyball athletes**. Mundo Da Saude. 2018; 42(2):283-300.

COUTTS A. J., CROWCROFT S., KEMPTON T. (2018). **Development of athlete monitoring systems: theoretical basis and practical applications, in Sport, Recovery and Performance: Interdisciplinary Insights** (Nova York, NY: Routledge;), 2018, 19-32.

COUTTS AJ. **In the age of technology, Occam's razor still applies**. Int J Fisiol Esportivo Performar. 2014;9:741. DOI:<https://doi.org/10.1123/ijsp.2014-0353>.

DE OLIVEIRA, N. G., TEIXEIRA, I. T., THEODORO, H., & BRANCO, C. S. (2019). **Total antioxidant capacity of the diet as a preventive factor against depression in climacteric women**. Demência & neuropsicologia, 13(3), 305–311. <https://doi.org/10.1590/1980-57642018dn13-030007>

DENG, J.; CHENG, W.; YANG, G. **A Novel Antioxidant Activity Index (AAU) for Natural Products Using the DPPH Assay**. Food Chemistry v. 125, n. 4, p. 1430-1435, 2011. ISSN 0308-8146.

DÍAZ MARTÍNEZ AE, ALCAIDE MARTÍN MJ, GONZÁLEZ-GROSS M. **Baseline Values of Biochemical and Hematological Parameters in Elite Athletes**. Int J Environ Res Saúde Pública. 2022 de março de 5; 19(5):3059. DOI: 10.3390/ijerph19053059. PMID: 35270750; PMCID: PMC8910271.

DIESPORTE. **Diagnóstico Nacional do esporte**. Ministério do Esporte, caderno 1, 2015. Disponível em www.esporte.gov.br/diesporte. Acessado em 08/07/2022.

DOS SANTOS JAC, VERAS ASC, BATISTA VRG, TAVARES MEA, CORREIA RR, SUGGETT CB, TEIXEIRA GR. **Physical exercise and the functions of microRNAs.** Life Sci. 2022 Sep 1;304:120723. doi: 10.1016/j.lfs.2022.120723. Epub 2022 Jun 17. PMID: 35718233.

DRAKE JC, WILSON RJ, YAN Z. **Molecular mechanisms for mitochondrial adaptation to physical training in skeletal muscle.** FASEB J 2016;30(1):13–22. DOI: 10.1096/fj.15-276337.

DUYULER S. **Myocardial performance in elite athletes: the role of homocysteine, iron and lipids.** Med Sci Monit. 2019 Feb 14;25:1194-1203. DOI: 10.12659/MSM.913561. PMID: 30760696; PMCID: PMC6383440.

ESTEVEES, B.B. **A trajetória do esporte moderno: dos primórdios ao fenômeno social.** Revista EF Deportes, 2014. Disponível em www.efdeportes.com, acessado em 07/08/2022.

EUZEBIO MB, VITORINO PVO, SOUSA WM, MELO MA, COSTA SHN, SOUSA ALL, JARDIM TSV, ARANTES AC, JARDIM PCBV, BARROSO WKS. **Diastolic Function and Biomarkers of Long-Distance Walking Participants.** Arq Bras Cardiol. 2020 Oct;115(4):620-627. English, Portuguese. doi: 10.36660/abc.20190271. PMID: 33111858; PMCID: PMC8386974.

FERNANDES, A. A. et al. **Skin temperature changes of under-20 soccer players after two consecutive matches.** Sport Sciences for Health, v. 13, n. 3, p. 635–643, 2017a.

FIVB - Federação Internacional de Voleibol. **Regras Oficiais do voleibol 2021-2024**, 2021. Disponível em www.fivb.com, acessado em 02/07/2022.

FOX JL, STANTON R, SARGENT C, WINTOUR S-A, SCANLAN AT. **Association between training load and performance in team sports: a systematic review.** 2018; 48:2743–74. DOI:https://doi.org/10.1007/s40279-018-0982-5.

GABBETT T. J., NASSIS G. P., OETTER E., PRETORIUS J., JOHNSTON N., MEDINA D., et al. (2017). **The athlete's monitoring cycle: a practical guide to the interpretation and application of training monitoring data.** Br. J. Sports Med. 51, 1451-1452. 10.1136/bjsports-2016-097298.

GARCIA, R.; MEIRELES, C.; PEREIRA, E. **Evolução e adaptação histórica do voleibol.** Revista EF Deportes, 2021. Disponível em www.efdeportes.com, acessado em 07/08/2022.

GÓMEZ-CARMONA, P. et al. **Infrared Thermography Protocol on Reducing the Incidence of Soccer Injuries.** Journal of Sport Rehabilitation, v. 29, n. 8 p. 1222– 1227, 2020.

GONZALO PALACIOS, RAQUEL PEDRERO-CHAMIZO, NIEVES PALACIOS, BEATRIZ MAROTO, SÁNCHEZ, SUSANA AZNAR AND MARCELA GONZÁLEZ-GROSS. **Biomarkers of physical activity and exercise,** Nutr Hosp 2015; 31(Supl. 3):237-244.

GRAVINA L., RUIZ F., LEKUE J. A., IRAZUSTA J., GIL S. M. (2011). **Metabolic impact of a football match on female players.** *J. Esportes Sci.* 29, 1345–1352. 10.1080/02640414.2011.597420.

GUPTA D, DONNELLY CJ, JENSEN JL, REINBOLT JA. **Goal-oriented optimization of dynamic simulations to strike a balance between performance enhancement and injury prevention during increased volleyball.** *Vida (Basileia).* 2021 Jun 22;11(7):598. DOI: 10.3390/life11070598. PMID: 34206587; PMCID: PMC8303922.

HADŽOVIĆ-DŽUVO A, VALJEVAC A, LEPARA O, PJANIĆ S, HADŽIMURATOVIĆ A, MEKIĆ A. **Oxidative stress state in elite athletes involved in different sports disciplines.** 2014 Maio;14(2):56-62. DOI: 10.17305/bjbms.2014.2262. PMID: 24856375; PMCID: PMC4333958.

HONCERIU C, ROCA M, COSTACHE AD, ABĂLAȘEI B, POPESCU L, PUNIAR, MASTALERU A, OANCEA A, DRUGESCU A, ADAM C, MITU O, COSTACHE II, LEON MM, ROCA IC, MOCANU V, MITU F. **Variations in blood and salivary cortisol in athletes in relation to cardiopulmonary testing.** *Medicina (Kaunas).* 2023 de setembro de 27; 59(10):1726. DOI: 10.3390/medicina59101726. PMID: 37893444; PMCID: PMC10608692.

HYBERTSON BM, GAO B, BOSE SK, MCCORD JM. **Oxidative stress in health and disease: the therapeutic potential of Nrf2 activation.** 2011 Ago;32(4-6):234-46. DOI: 10.1016/j.mam.2011.10.006. Epub 2011 15 de outubro. PMID: 22020111.

IMPELLIZZERI FM, MARCORA SM, COUTTS AJ. **Internal and external load: 15 years on.** *Int J Fisiol Esportivo Performar.* 2019;14:270–3. DOI: <https://doi.org/10.1123/ijsp.2018-0935>.

ISPIRLIDIS, I. et al. **Time-course of changes in inflammatory and performance responses following a soccer game.** *Clinical journal of sport medicine: official journal of the Canadian Academy of Sport Medicine*, v. 18, n. 5, p. 423–431, 2008.

KAPLAN P, TATARKOVA Z, SIVONOVA MK, RACAY P, LEHOTSKY J. **Homocysteine and Mitochondria in Cardiovascular and Cerebrovascular Systems.** *Int J Mol Sci.* 2020 Oct 18;21(20):7698. doi: 10.3390/ijms21207698. PMID: 33080955; PMCID: PMC7589705.

KITAMURA K, PEREIRA LA, KOBAL R, CAL ABAD CC, FINOTTI R, NAKAMURA FY, LOTURCO I. **Loaded and unloaded jump performance from high-level players from different age categories.** *Biol Sport.* 2017 Set;34(3):273-278. doi: 10.5114/biolSport.2017.67123. Epub 2017 Abr 6. PMID: 29158621; PMCID: PMC5676324.

KOBAL R, NAKAMURA FY, MORAES JE, COELHO M, KITAMURA K, CAL ABAD CC, PEREIRA LA, LOTURCO I. **Physical Performance of Brazilian Rugby Players of Different Age Categories and Competitive Levels.** *J Strength Cond Res.* 2016; 30(9):2433-2439.

KOCABAŞ R, NAMIDURU ES, BAGÇECI AM, ERENLER AK, KARAKOÇ Ö, ÖRKMEZ M, AKAN M, ERDEMLI HK, TAYSI S, TARAKÇIOĞLU M. **The acute effects of interval exercise on oxidative stress and antioxidant status in volleyball players.** J Sports Med Phys Fitness. 2018 Apr;58(4):421-427. doi: 10.23736/S0022-4707.16.06720-7. Epub 2016 Sep 22. PMID: 27653155.

KRUK J., ABOUL-ENEIN HY, KLDNA A., BOWSER, J. **Oxidative Stress in Biological Systems and its Relationship with Pathophysiological Functions: the Effect of Physical Activity on Cellular Redox Homeostase.** Res. Free Radic. 2019; 53 :497-521. Disponível em www.pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31039624/, acessado em 22/02/2022.

KUPPERMAN N, CURTIS MA, SALIBA SA, HERTEL J. **Quantification of Workload and Wellness Measures in a Women's Collegiate Voleibol Season.** Front Sports Act Living. 6 de agosto de 2021; 3:702419. doi: 10.3389/fspor.2021.702419. PMID: 34423291; PMCID: PMC8377283.

KWON I, SONG W, JANG Y, CHOI MD, VINCI DM, LEE Y. **Elevation of hepatic autophagy and antioxidant capacity by resistance exercise is associated with suppression of apoptosis in mice.** Ana Hepatol. 2020 Jan-Fev; 19(1):69-78. DOI: 10.1016/j.aohep.2019.08.010. Epub 2019 27 de setembro. PMID: 31611063.

LE MOAL E, GROUSSARD C, PAILLARD T, CHAORY K, LE BRIS R, PLANTET K, PINCEMAIL J, ZOUHAL H. **Redox Status of professional football players is influenced by the training load over the course of a season.** 2016 Ago;37(9):680-6. DOI: 10.1055/s-0035-1565199. Epub 2016 10 de junho. PMID: 27286182.

LIGUORI I., RUSSO G., CURCIO F., BULLI G., ARAN L., DELLA-MORTE D. **Oxidative Stress, Aging and Diseases.** Clin. Interv. Envelhecimento. 2018; 13 :757-772. Disponível em www.pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5927356/, acessado em 20/02/2022.

LOKEGAONKAR, J. **História do vôlei de praia e como é diferente do vôlei indoor.** Disponível em [Regras do vôlei de praia e vencedores olímpicos: Tudo o que você precisa saber \(olympics.com\)](https://www.olympics.com) 2022, acessado em 02/08/2022.

MACEDO, F.S.A; MARTINS, L.C.X. **Overtraining Syndrome – Symptoms and Prevention: a Systematic Review.** Rev Ed Física / J Phys Ed (2018) 87, 1, 293-318.

MARESE, A., FICAGNA, E., PARIZOTTO, R., & LINARTEVICH, V. (2019). **Main mechanisms that correlate the intestinal microbiota with the pathogenesis of depression.** Fag Journal of Health, 1(3), 232-239. <https://doi.org/10.35984/fjh.v1i2.40>.

MAROTO-SÁNCHEZ B, LOPEZ-TORRES O, PALACIOS G, ET AL. **What do we know about homocysteine and exercise? A review of the literature.** Clin Chem Lab Med. 2016; 54:1561–77.

MARQUES JÚNIOR, N. **História do voleibol no Brasil e o efeito da evolução científica da educação física brasileira nesse esporte: um estudo com conteúdo revisado e ampliado.** Revista EF Deportes, 2016. Disponível em www.efdeportes.com, acessado em 07/08/2022.

MARQUES JUNIOR, N. **Um modelo de jogo para o voleibol na areia.** Conexões. Vol. 6. Num. 3. p. 11-24. 2008.

MAVROUDI M, KABASAKALIS A, PETRIDOU A, MOUGIOS V. **Blood Lactate and Maximal Lactate Accumulation Rate at Three Sprint Swimming Distances in Highly Trained and Elite Swimmers.** Sports (Basel). 2023 Apr 19;11(4):87. doi: 10.3390/sports11040087. PMID: 37104161; PMCID: PMC10146159.

MEDEIROS A, MARCELINO R, MESQUITA I, PALAO JM. **Physical and time characteristics of minors under 19 years of age, under 21 years and senior men's beach volleyball players.** J Sports Sci Med. 2014; 13(3):658-665.

MELO, A. L., DE ARAÚJO, V. C., & REIS, W. A. (2016). **Effect of creatine supplementation on neuromuscular training and body composition in young and old people.** Revista Brasileira De Nutrição Esportiva, 10(55), 79-86.

MOHR, M. et al. **Muscle damage, inflammatory, immune and performance responses to three football games in 1 week in competitive male players.** European Journal of Applied Physiology, v. 116, n. 1, p. 179–193, 2016.

MORAWIN B, TYLUTKA A, CHMIELOWIEC J, ZEMBRON-LACNY A. **Circulating mediators of apoptosis and inflammation in aging; Physical exercise intervention.** Int J Environ Res Saúde Pública. 2021 de março de 19; 18(6):3165. DOI: 10.3390/ijerph18063165. PMID: 33808526; PMCID: PMC8003155.

MORGADO FFDR, DO VALE WS, LOPES CS, MARANHÃO NETO GA, LATTARI E, MEDIANO MFF, ROSTILA M, GRIEP RH, MACHADO S, PENNA TA, STRAATMANN VS, PARAVIDINO VB, OLIVEIRA AJ. **Determinantes psicossociais da atividade física entre os trabalhadores: uma revisão integrativa.** Rev Bras Med Trab. 2021 Mar 3;18(4):472-487. doi: 10.47626/1679-4435-2020-575. PMID: 33688330; PMCID: PMC7934169.

MRAKIC-SPOSTA S, VEZZOLI A, D'ALESSANDRO F, PAGANINI M, DELLANOCE C, CIALONI D, BOSCO G. **Change in oxidative stress biomarkers during 30 days of saturation diving: a pilot study.** Int J Environ Res Saúde Pública. 2020 de setembro de 28; 17(19):7118. DOI: 10.3390/ijerph17197118. PMID: 32998440; PMCID: PMC7579105.

NASCIMENTO, W, G. FERRARI, C. B. MARTINS ET AL., **"Muscle-strengthening activities and cancer incidence and mortality: a systematic review and meta-analysis of observational studies"**, *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*, vol. 18, n. 1, pp. 69-69, 2021.

NOCELLA C, CAMMISOTTO V, PIGOZZI F, BORRIONE P, FOSSATI C, D'AMICO A, CANGEMI R, PERUZZI M, GOBBI G, ETTORRE E, FRATI G, CAVARRETTA E, CARNEVALE R; SMILE GROUP. **Impairment between Oxidant and Antioxidant Systems: Short- and Long-term Implications for Athletes' Health.** *Nutrients*. 2019 Jun 15;11(6):1353. doi: 10.3390/nu11061353. PMID: 31208096; PMCID: PMC6627820.

NTOVAS P, LOUMPRINIS N, MANIATAKOS P, MARGARITIDI L, RAHIOTIS C. **The Effects of Physical Exercise on Saliva Composition: A Comprehensive Review.** *Dent J (Basileia)*. 2022 de janeiro de 5; 10(1):7. DOI: 10.3390/dj10010007. PMID: 35049605; PMCID: PMC8775020.

NUNES RF, CARVALHO RR, PALERMO L, SOUZA MP, CHAR M, NAKAMURA FY. **Analysis of matches and heart rate of high-level female beach volleyball players during international and national competitions.** *J Sports Med Phys Fitness*. 2020 Fev;60(2):189-197. doi: 10.23736/S0022-4707.19.10042-4. Epub 2019 Out 25. 31665872.

OLIVEIRA, A.; OLIVEIRA, A.; OLIVEIRA, A.; OLIVEIRA, D.; PEREIRA, M.; OLIVEIRA, M.; OLIVEIRA, A.; MEYER, T. **Marcadores de fadiga veiculados pelo sangue em atletas competitivos – Resultados de campos de treinamento simulados.** *PLoS ONE* 2016, 11, e0148810.

OLIVEIRA, P.; OLIVEIRA, M.; OLIVEIRA, A.; OLIVEIRA, A.; MESTER, J. **Acute effects of overlapping electromyostimulation during cycling on myokines and markers of muscle damage.** *J. MUSCULOSKELET. INTERAGEM NEURONAL*. 2015, 15, 53–59.

PAES, L; LIMA, D; MATSUURA, C; SOUZA, M; CYRINO, F; BARBOSA, C; FERRÃO, F; BOTTINO, D; BOUSKELA, E; FARINATTI, P. **Effects of Moderate and High Intensity Isocaloric Aerobic Training Upon Microvascular Reactivity and Myocardial Oxidative Stress in Rats.** 2020. Disponível em <https://doi.org/10.371/journal.pone.0218228> acessado em 16/02/2022

PEREIRA PANZA VS, DIEFENTHAELER F, DA SILVA EL. **Benefícios da suplementação fitoquímica dietética no dano muscular induzido por exercício excêntrico: Incluir antioxidantes é suficiente?** *Nutrição*. 2015 Set;31(9):1072-82. DOI: 10.1016/j.nut.2015.02.014. Epub 2015 17 de março. PMID: 26233864.

PÉREZ-TURPIN JA, ZMIJEWSKI P, JIMENEZ-OLMEDO JM, JOVÉ-TOSSI MA, MARTÍNEZ-CARBONELL A, SUÁREZ-LHORCA C, ANDREU-CABRERA E. **Effects of all body vibration on jump strength and performance in volleyball and beach volleyball players.** *Biol Sport*. 2014 Ago;31(3):239-45. doi: 10.5604/20831862.1112435. Epub 2014 Jul 15. PMID: 25187676; PMCID: PMC4152560.

PETKUS DL, MURRAY-KOLB LE, DE SOUZA MJ. **The unexplored crossroads of the female athlete triad and iron deficiency: a narrative review.** *Esportes Med*. 2017; 47:1721–37.

PISTRITTO G, TRISCIUOGLIO D, CECI C, GARUFI A, D'ORAZI G. **Apoptosis as an anticancer mechanism: function and dysfunction of its modulators and targeted therapeutic strategies.** *Envelhecimento* (Albany, NY). 2016 Abr;8(4):603-19. DOI: 10.18632/aging.100934. PMID: 27019364; PMCID: PMC4925817.

POWERS, S; DEMINICE, R; OZDEMIR, M; YOSHIHARA, T; BOMKAMP, M; HYATT, H. **Exercise-induced Oxidative Stress: friend or foe?** *Journal Sport Health Science*, 2020, 9(5): 415-425. Disponível em www.pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32380253/, acessado em 22/02/2022.

PUNCHARD, N. A.; WHELAN, C. J.; ADCOCK, I. *The Journal of Inflammation. Journal of Inflammation*, v. 1, n. 1, p. 1–4, 2004.

RAY PD, HUANG BW, TSUJI Y. **Homeostasis of reactive oxygen species (ROS) and redox regulation in cell signaling.** *Sinal Celular*. 2012 Maio;24(5):981-90. DOI: 10.1016/j.2012.01.008. EPub 2012 20 de janeiro. PMID: 22286106; PMCID: PMC3454471.

SAIDI K, BEN ABDERRAHMAN A, BOULLOSA D, DUPONT G, HACKNEY AC, BIDEAU B, PAVILLON T, GRANACHER U, ZOUHAL H. **The interaction between plasma hormone concentrations, physical fitness, workload and changes in mood during periods of congested play in professional football players.** *Frente Fisiol*. 2020 Jul 21;11:835. DOI: 10.3389/fphys.2020.00835. PMID: 32792977; PMCID: PMC7385323.

SANTOS, B.Z; BERNE, R.Z; CIRVIDIU, R.S; BARROSO, A.R.L. **El metabolismo energético en el voleibol de sala: semejanzas y diferencias entre equipos femeninos y masculinos de alto nivel.** *Revista EF Deportes*, 2014. Disponível em www.efdeportes.com, acessado em 01/05/2023.

SANTOS, R; SANTOS, J; MACEDO, F; MARÇAL, A; SANTANA FILHO, V; WICHI, R; SANTOS, S. **Strength Training Reduce Cardiac and Renal Oxidative Stress in Rats with Renovascular Hypertension.** *Arq Bras Cardiol*, 2021, 116(1): 4-11. Disponível em www.pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC8159508/, acessado em 25/02/2022.

SCHNEIDER, C; BOCK, P; BECKER, G; MOREIRA, J; BELLO-KLEIN, A; OLIVEIRA, A. **Comparison of the Effects of Two Antioxidant Diets on Oxidative Stress Markers in Triathletes.** *Bio Esporte*, 2018, 35(2):181-189. Disponível em www.pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30455547/, acessado em 26/02/2022.

SHAVE R, BAGGISH A, GEORGE K, WOOD M, SCHARHAG J, WHYTE G, GAZE D, THOMPSON PD. *J Am Coll Cardiol*. 2010 de julho de 13; 56(3):169-76. DOI: 10.1016/j.jacc.2010.03.037. PMID: 20620736.

SILVA, K., & LINARTEVICH, V. (2021). **Androgen deficiency in aging males and testosterone replacement.** *Fag Journal of Health*, 3(1), 84-89. <https://doi.org/10.35984/fjh.v3i1.306>.

SIM M., GARVICAN-LEWIS L.A., COX G.R., GOVUS A., MCKAY A.K.A., STELLINGWERFF T., PEELING P. **Iron considerations for the athlete: a narrative review.** *Eur. J. Appl.* 2019; **119**:1463–1478. DOI: 10.1007/s00421-019-04157-y.

SIQUEIRA LO, RAMOS MEK, SCHWARZBACH D, MAROSTICA L, MOREIRA JCF. **Serum and urinary analysis of muscle damage biomarkers in professional futsal athletes.** *Rev Bras Fisiol Exerc* 2021;20(2):149-161. doi: 10.33233/rbfex.v20i2.4300.

SLATTERY K, BENTLEY D, COUTTS AJ. **The role of oxidative, inflammatory and neuroendocrinological systems during physical stress in athletes: implications of antioxidant supplementation on physiological adaptation during intensified physical training.** 2015 *Abr*;45(4):453-71. DOI: 10.1007/s40279-014-0282-7. PMID: 25398224.

SOARES JP, SILVA AM, OLIVEIRA MM, PEIXOTO F, GAIVÃO I, MOTA MP. **Effects of combined physical training on DNA damage and repair capacity: role of changes in oxidative stress.** *Idade.* (2015) 37:61. DOI: 10.1007/s11357-015-9799-4.

SOUGLIS A., BOGDANIS G. C., CHRYSANTHOPOULOS C., APOSTOLIDIS N., GELADAS N. D. (2018). **Evolution time of oxidative stress, inflammation and muscle damage markers for 5 days after a football match: Effects of sex and playing position.** *J. Força Cond.* 32, 2045-2054. 10.1519/JSC.0000000000002436.

SOUSA ALS, CARVALHO LAF, SALGADO CG, OLIVEIRA RL, LIMA LCCLE, MATTOS NDFG, FAGUNDES FES, COLAFRANCESCHI AS, MESQUITA ET. **C-reactive Protein as a Prognostic Marker of 1-Year Mortality after Transcatheter Aortic Valve Implantation in Aortic Stenosis.** *Arq Bras Cardiol.* 2021 Nov;117(5):1018-1027. English, Portuguese. doi: 10.36660/abc.20190715. PMID: 34817012; PMCID: PMC8682084.

STÁBILE, L., DA SILVA, F. A., OLIVEIRA, L. C. N., BERNARDO, D. N. A. (2017). **The use of creatine supplementation in strength training.** *Revista Odontológica de Araçatuba*, 38 (1) 14-18. <https://apcdaracatuba.com.br/revista/2017/04/TRABALHO2.pdf>.

STAVROULAKIS GA, GEORGE KP. **Exercise-induced troponin release.** *Clin Cardiol.* Agosto de 2020; 43(8):872-881. DOI: 10.1002/clc.23337. EPub 2020 24 de janeiro. PMID: 31975465; PMCID: PMC7403670.

STEINACKER, J.M., LORMES, W., REISSNECKER, S. ET AL. **New aspects of hormonal response and cytokine to training.** *Eur J Appl Physiol* 91, 382-391 (2004). <https://doi.org/10.1007/s00421-003-0960-x>

STEINBACHER, P; ECKL, P. **Impact of Oxidative Stress on Exercise Skeletal Muscle.** *Biomolecules*, 2015, 5, 356-377. Disponível em

www.pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4496677/, acessado em 27/02/2022.

SULZBACHER, M; LUDWIG, M; HECK, T. **Oxidative stress and decreased tissue HSP70 are involved in the genesis of sepsis: HSP70 as a therapeutic target.** Rev Bras Ter Intensiva, 2020;32(4):585-591. Disponível em www.pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33263705/, acessado em 26/02/2022.

SUSTA D, DUDNIK E, GLAZACHEV OS. **A programme based on repeated hypoxia hyperoxia exposure and light exercise enhances performance in athletes with overtraining syndrome: a pilot study.** Clinical Physiology and Functional Imaging. [Online] 2017;37(3): 276–281. Available from: doi:10.1111/cpf.12296

TAKAHASHI M, MIYASHITA M, KAWANISHI N, PARQUE J-H, HAYASHIDA H, KIM H-S, ET AL. **Low-volume physical training attenuates oxidative stress and neutrophil activation in the elderly.** Eur J Appl Physiol. (2013) 113:1117–26. DOI: 10.1007/s00421-012-2531-5.

TAN BL, NORHAIZAN ME, LIEW WP. **Nutrients and oxidative stress: friend or foe?** Óxido Med Cell Longev. 2018 de janeiro de 31;2018:9719584. DOI: 10.1155/2018/9719584. PMID: 29643982; PMCID: PMC5831951.

TANABE Y, FUJII N, SUZUKI K. **Dietary supplementation to attenuate exercise-induced muscle damage and late-onset muscle soreness in humans.** Nutrientes. 2021 Dez 24;14(1):70. DOI: 10.3390/nu14010070. PMID: 35010943; PMCID: PMC8746365.

THIRUPATHI, A, M. WANG, J. K. LIN ET AL., "Effect of different exercise modalities on oxidative stress: a systematic review", *BioMed Research International*, vol. 2021, ID do artigo 1947928, 2021.

TOKINOYA K., ISHIKURA K., RA S.-G., EBINA K., MIYAKAWA S., OHMORI H. (2020). **Relationship between early onset muscle soreness and markers of indirect muscle damage and its dynamics after a full marathon.** *J. Exerc.* 18, 115–121. 10.1016/j.jesf.2020.03.001.

TRAJKOVIĆ N, SPORIŠ G, KRISTIČEVIĆ T, BOGATAJ Š. **Effects of Small-Sided Recreational Volleyball on Health Markers and Physical Fitness in Middle-Aged Men.** Int J Environ Res Saúde Pública. 2020 Abr 27;17(9):3021. doi: 10.3390/ijerph17093021. PMID: 32349223; PMCID: PMC7246439.

VALENTE, DANIEL ET AL. **Utilização de biomarcadores de genotoxicidade e expressão gênica na avaliação de trabalhadores de postos de combustíveis expostos a vapores de gasolina.** Revista Brasileira de Saúde Ocupacional [online]. 2017, v. 42, suppl 1 [Acessado 7 agosto 2022]. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/2317-6369000124415>>. pub 10 Abr 2017. ISSN 2317-6369. <https://doi.org/10.1590/2317-6369000124415>.

VALKO, J.C.; RODES, J.; OLIVEIRA, M.; RIBEIRO, M.; MAZUR. **Free radicals, metals and antioxidants in cancer induced by oxidative stress.** Chem Biol Interact, 160 (2006), pp. 1-40

VAN DER SCHAFT N, TRAJANOSKA K, RIVADENEIRA F, IKRAM MA, SCHOUFOUR JD, VOORTMAN T. **Total Dietary Antioxidant Capacity and Longitudinal Trajectories of Body Composition.** *Antioxidantes (Basileia)*. 2020 de agosto de 10; 9(8):728. DOI: 10.3390/antiox9080728. PMID: 32785027; PMCID: PMC7465193.

VIEIRA, G.; FERNANDES FILHO, J. **Análise dos parâmetros quantitativos de salto e origem dos pontos e pausa em uma partida de voleibol masculino.** *Lecturas: Educación Física y Deportes*. Vol. 15. Num. 144. p. 1-13. 2010

VIRIBAY A, ARRIBALZAGA S, MIELGO-AYUSO J, CASTAÑEDA-BABARRO A, SECO-CALVO J, URDAMPILLETA A. **Effects of ingesting 120 g/h of carbohydrates during a mountain marathon on exercise-induced muscle damage in elite runners.** *Nutrientes*. 2020 de maio de 11; 12(5):1367. DOI: 10.3390/nu12051367. PMID: 32403259; PMCID: PMC7284742.

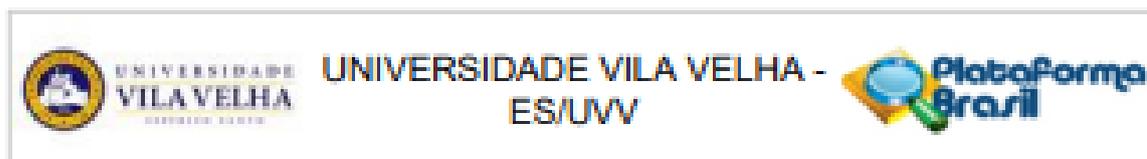
WAHL Y, ACHTZEHN S, SCHÄFER OLSTAD D, MESTER J, WAHL P. **Training load measurements and biomarker responses during a 7-day training camp in young cyclists – a pilot study.** *Medicina*. 2021; 57(7):673. <https://doi.org/10.3390/medicina57070673>.

WAHL, Y. ACHTZEHN, S.; SCHÄFER OLSTAD, D.; MESTER, J.; WAHL, P. **Training Load Measures e Biomarker Responses during a 7-day training camp in young cyclists - a pilot study.** *Medicina* 2021, 57.673. <https://doi.org/10.3390/medicina57070673>

WEI, Q.; LIU, Y. RIBEIRO, L.; LIU, X.; OLIVEIRA, L.; CAI. **Oxidative stress, diabetes and diabetic complications.** *Hemoglobina*, 33 (2009), pp. 370-377

WITKO-SARSAT, V.; FRIEDLANDER, M.; CAPELLÈRE-BLANDIN, C.; NGUYEN-KHOA, T.; NGUYEN, A. T.; ZINGRAFF, J.; JUNGERS, P.; DESCAMPS-LATSCHA, B. **Advanced Oxidation Protein Products as a Novel Marker of Oxidative Stress in Uremia.** *Kidney Int*, v. 49, n. 5, pp. 1304-13, 1996.

ANEXO 1



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: UTILIZAÇÃO DE BIOMARCADORES DE ESTRESSE OXIDATIVO NO MONITORAMENTO DE ATLETAS DE ALTA PERFORMANCE E ESPORTISTAS EM VÁRIAS MODALIDADES ESPORTIVAS.

Pesquisador: HELVIO DE OLIVEIRA AFFONSO

Área Temática:

Versão: 3

CAAE: 78770017.0.0000.5064

Instituição Proponente: SOC EDUC DO ESP SANTO UNIDADE DE V VELHA ENSINO SUPERIO

Patrocinador Principal: APPTO ACESSORIA ESPORTIVA LTDA. - ME
Financiamento Próprio
UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPIRITO SANTO
SOC EDUC DO ESP SANTO UNIDADE DE V VELHA ENSINO SUPERIO

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 2.373.739

Apresentação do Projeto:

Revisões sistemáticas da literatura evidenciam a relevante participação das espécies reativas do oxigênio (ROS) bem como respostas inflamatórias durante a prática de exercícios (PINGITORE et al., 2015; DAVISON et al., 2016). Interessantemente, essas vias metabólicas são importantes para o rendimento do atleta somente quando produzidas em concentrações adequadas (basais). Por outro lado, quando excessivamente produzidas, podem contribuir para aumento de lesões e diminuição do seu rendimento (PINGITORE et al., 2015). Altos níveis de ROS liberados durante exercício intenso podem danificar componentes celulares; enquanto que baixos níveis podem desempenhar papéis reguladores, como o controle da expressão do gene, a modulação do músculo esquelético para a produção de força e a regulação de processos inflamatórios (MILA-KIERZENKOWSKA et al. 2013). Existiria então outra forma de avaliar se uma carga externa de treinamento (CET) prescrita para um grupo de atletas poderia

Endereço: Avenida Conselheiro José Dias de Melo, 21
Bairro: BOA VISTA II CEP: 29.102-920
UF: ES Município: VILA VELHA
Telefone: (27)3421-2063 Fax: (27)3421-2063 E-mail: cep.uvv@gmail.com



Continuação do Parecer: 2.373.726

gerar

adaptações ou respostas diferenciadas entre eles? Nossa dissertação de mestrado, com atletas de vôlei de praia, apresentou resultados positivos a partir de análises sanguíneas de estresse oxidativo, apoptose em células mononucleares e outros biomarcadores bioquímicos. Para além disso, praticantes de atividades físicas se submetem a cargas relativas similares aos atletas. Para este grupo, qual seria o impacto fisiológico, respostas inflamatórias e estresse oxidativo?

Objetivo da Pesquisa:

Objetivo Primário:

Avaliação do perfil de estresse oxidativo em atletas de alta performance, esportivas em diversas modalidades de atletismo, natação e um grupo especial (pacientes em reabilitação ou recuperação) que tenham em sua rotina o uso de exercícios físicos.

Objetivo Secundário:

Identificação da formatação de periodização de treinamentos, prescrição e restrição de exercícios ideais para cada grupo.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Os riscos envolvidos com sua participação são: Durante a coleta de sangue, podem ocorrer hematomas e vasculite no local da punção para coleta; infecções, mal subido ou desmaios; durante os testes de força podem ocorrer contraturas e desconfortos musculares, e durante os testes de cognição podem ocorrer constrangimentos durante as coletas de dados. Estes riscos serão minimizados através das seguintes providências: coletas em locais apropriados, laboratórios credenciados e liberados para funcionamento pelos órgãos de fiscalização e, que cumpram os protocolos de segurança para evitar infecção, aplicação de gelo no local da punção para o caso de vasculites e ou hematomas, em caso de torturas colocar a

Endereço: Avenida Comissário José Dantas de Melo, 31
Bairro: BOA VISTA II **CEP:** 29.100-020
UF: ES **Município:** VILA VELHA
Telefone: (27)3421-3063 **Fax:** (27)3421-3063 **E-mail:** cep.uuv@gmail.com



Continuação do Parecer: 2.373.726

cabeça entre as pernas e fazer uma leve pressão contrária para normalizar a circulação geral; aquecimento adequado e aprendizado prévio dos testes de força para evitar contraturas e desconfortos.

Benefícios:

Informações relevantes para revisão da atual forma de periodização de treinamentos, mitigando os impactos consequentes dos erros de prescrições totalmente intuitivas, na proposta deste estudo indicamos prescrição com base em individualidade biológica e feedback de informações a partir das variações bioquímicas e celulares.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

O projeto relevante.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

No TCLE consta todas as informações para compreensão e sigilo do estudo, como os riscos serão contornado e que a indenização de algum participante, estará a cargo do pesquisador responsável.

Recomendações:

Sem recomendações

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Sem pendências

Considerações Finais a critério do CEP:

O Colegiado acata o parecer do relator.

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_P ROJETO_1003537.pdf	09/11/2017 10:19:41		Acerto
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	PROJETO_ALTERADO_CONFORME_ CEP.docx	24/10/2017 14:10:32	HELVIO DE OLIVEIRA AFFONSO	Acerto

Endereço: Avenida Comissário José Dantas de Melo, 31
Bairro: BOA VISTA II CEP: 29.102-920
UF: ES Município: VILA VELHA
Telefone: (27)3421-2063 Fax: (27)3421-2063 E-mail: cep.uuv@gmail.com



Continuação do Parecer: 2.373.729

TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	Modelo_de_TCLE_ALTERADO_CEP.doc	24/10/2017 14:09:56	HELVIO DE OLIVEIRA AFFONSO	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	Modelo_de_TCLE.doc	11/10/2017 13:35:02	HELVIO DE OLIVEIRA AFFONSO	Aceito
Folha de Rosto	folha_de_rosto.pdf	11/10/2017 11:57:51	HELVIO DE OLIVEIRA	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	PROJETO_detalhado_defesa.docx	10/10/2017 20:22:41	HELVIO DE OLIVEIRA AFFONSO	Aceito

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

VILA VELHA, 09 de Novembro de 2017

Assinado por:
Zilma Maria Almeida Cruz
(Coordenador)

Endereço: Avenida Comendador José Daniel de Melo, 21
Bairro: BOA VISTA II **CEP:** 29.102-920
UF: ES **Município:** VILA VELHA
Telefone: (27)3421-2063 **Fax:** (27)3421-2063 **E-mail:** cep.uvv@gmail.com

ANEXO 2

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE)

“Estresse mecânico e oxidativo: explorando a relação entre parâmetros físicos e marcadores bioquímicos em atletas profissionais de vôlei de praia”

Responsável pela pesquisa: Hélivio de Oliveira Affonso
“Universidade Vila Velha”

Este documento que você está lendo é chamado de Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE). Ele contém explicações sobre o estudo que você está sendo convidado a participar. Antes de decidir se deseja participar (de livre e espontânea vontade) você deverá ler e compreender todo o conteúdo. Ao final, caso decida participar, você será solicitado a assiná-lo e receberá uma via do mesmo. Antes de assinar faça perguntas sobre tudo o que não tiver entendido bem. A equipe deste estudo responderá às suas perguntas a qualquer momento (antes, durante e após o estudo). Sua participação é voluntária, o que significa que você poderá desistir a qualquer momento, retirando seu consentimento, sem que isso lhe traga nenhum prejuízo ou penalidade, bastando para isso entrar em contato com um dos pesquisadores responsáveis.

Essa pesquisa procura identificar dados biomoleculares que possam fundamentar os *staffs* (equipe multidisciplinar) possibilitando maior segurança na distribuição das cargas de treinamento assim como da recuperação. Tais ações resultantes e direcionadas pelo monitoramento e controle do efeito da CIT (carga interna de treinamento) no organismo dos atletas, esportistas, assim como do grupo especial, serão realizadas por meio de análise de Biomarcadores de estresse oxidativo em citometria de fluxo.

Apesar de atualmente existirem diversos recursos de avaliação e controle para sistemas contemporâneos, individualizados, ainda há uma lacuna que pode ser preenchida na área do biomonitoramento dos desportistas por meio das avaliações biomoleculares, visando individualizar a prescrição, potencializar a performance, monitorar e explorar com segurança a reserva atual de adaptação, otimizando assim as análises das repercussões geradas pelos treinamentos pré-estabelecidos.

Caso decida aceitar o convite, você será submetido (a) ao (s) seguinte (s) procedimentos: Coletas sanguíneas em laboratório e em campo (sangue capilar), testes de força e potência em campo por dinamometria digital e ainda teses de cognição também em campo, durante treinamentos e ou competições. Os riscos envolvidos com sua participação são: Durante a coleta de sangue, podem ocorrer hematomas e vasculite no local da punção para coleta; infecções, mal subido ou desmaios; durante os testes de força podem ocorrer contraturas e desconfortos musculares, e durante os testes de cognição podem ocorrer constrangimentos durante as coletas de dados. Estes riscos serão minimizados através das seguintes providências: coletas em locais apropriados, laboratórios credenciados e liberados para funcionamento pelos órgãos de fiscalização e,

que cumpram os protocolos de segurança para evitar infecção, aplicação de gelo no local da punção para o caso de vasculites e ou hematomas, em caso de tonturas colocar a cabeça entre as pernas e fazer uma leve pressão contrária para normalizar a circulação geral; aquecimento adequado e aprendizado prévio dos testes de força para evitar contraturas e desconfortos.

Para a excepcionalidade e necessidade especial de indenização de algum participante, esta estará a cargo do pesquisador responsável.

Caso esse procedimento possa gerar algum tipo de constrangimento você não precisa realizá-lo.

Você terá os seguintes benefícios ao participar da pesquisa: informações relevantes para revisão da atual forma de periodização de treinamentos; controle, ou eliminação dos impactos possíveis erros de prescrições atuais totalmente intuitivas; treinamentos com base em individualidade biológica e feedback de informações a partir das variações bioquímicas e celulares identificadas durante a pesquisa; maior segurança na distribuição das cargas de treinamento assim como a maximização da sua recuperação.

Sua participação poderá ajudar no maior conhecimento sobre as ciências do treinamento de alta performance e aplicação do monitoramento e controle para atletas de alta performance e esportistas de várias modalidades esportivas.

Todas as informações obtidas serão sigilosas. O material com as suas informações (gravações, entrevistas, entre outras possíveis ferramentas utilizadas nos testes de cognição) ficará guardado em local seguro sob a responsabilidade do professor **Helvio de Oliveira Affonso**, com a garantia de manutenção do sigilo e confidencialidade e que será destruído após a pesquisa. A divulgação dos resultados será feita de forma a não identificar os voluntários. Os resultados deste trabalho poderão ser apresentados em encontros ou revistas científicas, entretanto, ele mostrará apenas os resultados obtidos como um todo, sem revelar seu nome, instituição a qual pertence ou qualquer informação que esteja relacionada com sua privacidade.

Conforme previsto pelas normas brasileiras de pesquisa com a participação de seres humanos você não receberá nenhum tipo de compensação financeira pela sua participação neste estudo. Se você tiver algum gasto que seja devido à sua participação na pesquisa, você será ressarcido, caso solicite. Em qualquer momento, se você sofrer algum dano comprovadamente decorrente desta pesquisa, você terá direito a indenização.

Você ficará com uma via deste Termo e toda a dúvida que você tiver a respeito desta pesquisa, poderá perguntar diretamente para **Helvio de Oliveira Affonso**, celular número (27) 99836-6444 e e-mail helvio@appto.com.br.

Dúvidas sobre a pesquisa envolvendo princípios éticos poderão ser questionadas ao **Comitê de Ética em Pesquisa da UVV** localizado Prédio da Reitoria no subsolo: na Rua Comissário José Dantas de Melo, nº 21, Boa Vista, Vila Velha-ES, CEP: 29.102-770, Tel.: (27) 3421-2063, E-mail: cep.uvv@gmail.com. Horário de funcionamento: 2ª a 5ª 07:00 as 17:00 e 6ª feira - 07:00 as 16:00. Secretária: Sirlene Gomes Neves. Reclamações e/ou insatisfações relacionadas à participação do paciente na pesquisa poderão ser comunicadas por escrito à Secretaria do CEP/UVV, desde que os reclamantes se identifiquem, sendo que o seu nome será mantido em anonimato.

Consentimento Livre e Esclarecido

Declaro que fui, devidamente, informado e esclarecido pelo pesquisador sobre a pesquisa “**Estresse mecânico e oxidativo: explorando a relação entre parâmetros físicos e marcadores bioquímicos em atletas profissionais de vôlei de praia**”, dos procedimentos nela envolvidos, assim como dos possíveis riscos e benefícios decorrentes de minha participação. Foi-me garantido que posso retirar meu consentimento a qualquer momento, sem que isso me traga prejuízo ou penalidade.

Participante (Paciente ou Responsável): (assinatura, nome e CPF)

Helvio de Oliveira Affonso - CPF 61290157634
Pesquisador responsável