

CLAUDIANE AYRES  
(ORGANIZADORA)

---

*Collection:*

# APPLIED BIOMEDICAL ENGINEERING

---

Atena  
Editora  
Ano 2022

CLAUDIANE AYRES  
(ORGANIZADORA)

---

*Collection:*

# APPLIED BIOMEDICAL ENGINEERING

---

Atena  
Editora  
Ano 2022

**Editora chefe**

Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

**Editora executiva**

Natalia Oliveira

**Assistente editorial**

Flávia Roberta Barão

**Bibliotecária**

Janaina Ramos

**Projeto gráfico**

Bruno Oliveira

Camila Alves de Cremo

Daphynny Pamplona

Gabriel Motomu Teshima

Luiza Alves Batista

Natália Sandrini de Azevedo

**Imagens da capa**

iStock

**Edição de arte**

Luiza Alves Batista

2022 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do texto © 2022 Os autores

Copyright da edição © 2022 Atena Editora

Direitos para esta edição cedidos à Atena Editora pelos autores.

Open access publication by Atena Editora



Todo o conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição Creative Commons. Atribuição-Não-Comercial-Não-Derivativos 4.0 Internacional (CC BY-NC-ND 4.0).

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

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

A Atena Editora é comprometida em garantir a integridade editorial em todas as etapas do processo de publicação, evitando plágio, dados ou resultados fraudulentos e impedindo que interesses financeiros comprometam os padrões éticos da publicação. Situações suspeitas de má conduta científica serão investigadas sob o mais alto padrão de rigor acadêmico e ético.

**Conselho Editorial****Ciências Exatas e da Terra e Engenharias**

Prof. Dr. Adélio Alcino Sampaio Castro Machado – Universidade do Porto

Profª Drª Alana Maria Cerqueira de Oliveira – Instituto Federal do Acre

Profª Drª Ana Grasielle Dionísio Corrêa – Universidade Presbiteriana Mackenzie

Profª Drª Ana Paula Florêncio Aires – Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro

Prof. Dr. Carlos Eduardo Sanches de Andrade – Universidade Federal de Goiás

Profª Drª Carmen Lúcia Voigt – Universidade Norte do Paraná



Prof. Dr. Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás  
Prof. Dr. Douglas Gonçalves da Silva – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia  
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Profª Drª Érica de Melo Azevedo – Instituto Federal do Rio de Janeiro  
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará  
Profª Dra. Jéssica Verger Nardeli – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho  
Prof. Dr. Juliano Bitencourt Campos – Universidade do Extremo Sul Catarinense  
Prof. Dr. Juliano Carlo Rufino de Freitas – Universidade Federal de Campina Grande  
Profª Drª Luciana do Nascimento Mendes – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte  
Prof. Dr. Marcelo Marques – Universidade Estadual de Maringá  
Prof. Dr. Marco Aurélio Kistemann Junior – Universidade Federal de Juiz de Fora  
Prof. Dr. Miguel Adriano Inácio – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais  
Profª Drª Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba  
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Profª Drª Priscila Tessmer Scaglioni – Universidade Federal de Pelotas  
Prof. Dr. Sidney Gonçalo de Lima – Universidade Federal do Piauí  
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista



**Diagramação:** Bruno Oliveira  
**Correção:** Mariane Aparecida Freitas  
**Indexação:** Amanda Kelly da Costa Veiga  
**Revisão:** Os autores  
**Organizadora:** Claudiane Ayres

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)**

C697 Collection: applied biomedical engineering / Organizadora  
Claudiane Ayres. – Ponta Grossa - PR: Atena, 2022.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-65-5983-989-6

DOI: <https://doi.org/10.22533/at.ed.896220604>

1. Biomedical engineering. I. Ayres, Claudiane  
(Organizadora). II. Título.

CDD 610.28

**Elaborado por Bibliotecária Janaina Ramos – CRB-8/9166**

**Atena Editora**

Ponta Grossa – Paraná – Brasil

Telefone: +55 (42) 3323-5493

[www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br)

contato@atenaeditora.com.br



## DECLARAÇÃO DOS AUTORES

Os autores desta obra: 1. Atestam não possuir qualquer interesse comercial que constitua um conflito de interesses em relação ao artigo científico publicado; 2. Declaram que participaram ativamente da construção dos respectivos manuscritos, preferencialmente na: a) Concepção do estudo, e/ou aquisição de dados, e/ou análise e interpretação de dados; b) Elaboração do artigo ou revisão com vistas a tornar o material intelectualmente relevante; c) Aprovação final do manuscrito para submissão.; 3. Certificam que os artigos científicos publicados estão completamente isentos de dados e/ou resultados fraudulentos; 4. Confirmam a citação e a referência correta de todos os dados e de interpretações de dados de outras pesquisas; 5. Reconhecem terem informado todas as fontes de financiamento recebidas para a consecução da pesquisa; 6. Autorizam a edição da obra, que incluem os registros de ficha catalográfica, ISBN, DOI e demais indexadores, projeto visual e criação de capa, diagramação de miolo, assim como lançamento e divulgação da mesma conforme critérios da Atena Editora.



## DECLARAÇÃO DA EDITORA

A Atena Editora declara, para os devidos fins de direito, que: 1. A presente publicação constitui apenas transferência temporária dos direitos autorais, direito sobre a publicação, inclusive não constitui responsabilidade solidária na criação dos manuscritos publicados, nos termos previstos na Lei sobre direitos autorais (Lei 9610/98), no art. 184 do Código Penal e no art. 927 do Código Civil; 2. Autoriza e incentiva os autores a assinarem contratos com repositórios institucionais, com fins exclusivos de divulgação da obra, desde que com o devido reconhecimento de autoria e edição e sem qualquer finalidade comercial; 3. Todos os e-book são *open access*, *desta forma* não os comercializa em seu site, sites parceiros, plataformas de *e-commerce*, ou qualquer outro meio virtual ou físico, portanto, está isenta de repasses de direitos autorais aos autores; 4. Todos os membros do conselho editorial são doutores e vinculados a instituições de ensino superior públicas, conforme recomendação da CAPES para obtenção do Qualis livro; 5. Não cede, comercializa ou autoriza a utilização dos nomes e e-mails dos autores, bem como nenhum outro dado dos mesmos, para qualquer finalidade que não o escopo da divulgação desta obra.



## APRESENTAÇÃO

Considerada uma área de atuação do campo da saúde em grande expansão, capaz de atuar em várias modalidades (seja na avaliação, diagnóstico, prevenção ou tratamento de doenças, entre outras), visando sempre contribuir para melhora da qualidade de vida e saúde da população em geral, a área da **Engenharia Biomédica** vem se fundamentando cada vez mais como uma carreira profissional de grande valorização e importância para a sociedade, contribuindo nos avanços tecnológicos e melhorias na saúde de forma geral. Estimulados a compartilhar informações sobre as mais variadas formas de atuação dessa área com todos os interessados, a editora Atena lança o e-book “Collection: Applied biomedical engineering” (Coleção: Engenharia biomédica aplicada), que traz 4 artigos capazes de demonstrar parte da atuação inter e multidisciplinar que envolve a área da engenharia biomédica, e dessa forma, evidenciar algumas das contribuições dessa ciência que desenvolve abordagens inovadoras, capazes de intervir nas diferentes vertentes que envolvem a saúde e valorização da vida.

Convido- te a conhecer as diversas possibilidades que envolvem essa área tão inovadora e abrangente.

Aproveite a leitura!

Claudiane Ayres

## SUMÁRIO

### **CAPÍTULO 1..... 1**

#### **ASPECTOS GERAIS SOBRE A TÉCNICA CRISPR/CAS9 - UTILIZAÇÃO NO TRATAMENTO DE PATOLOGIAS**

Brenno Willians Hertel de Sousa  
Lustarllone Bento de Oliveira  
Pedro Henrique Veloso Chaves  
Felipe Monteiro Lima  
Grasiely Santos Silva  
Ikaro Alves de Andrade  
José Vanderli da Silva  
Nara Rubia Souza  
Bruno Henrique Dias Gomes  
Joselita Brandão de Sant'Anna  
Marcela Gomes Rola  
Krain Santos de Melo  
Raphael da Silva Affonso

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.8962206041>

### **CAPÍTULO 2..... 17**

#### **EFEITOS DO CORTISOL E SEU USO COMO BIOMARCADOR DE ESTRESSE EM ATLETAS**

Conceição de Maria Aguiar Carvalho  
Amanda de Castro Amorim Serpa Brandão  
Janyerson Dannys Pereira da Silva  
Luana Mota Martins  
Samuel Guerra Torres

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.8962206042>

### **CAPÍTULO 3..... 25**

#### **MODELAGEM E ANÁLISE DE TENSÕES DE UMA PRÓTESE PARA MEMBROS INFERIORES DO TIPO *FLEX***

Elias Dagostini  
Fábio Rodrigo Mandello Rodrigues

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.8962206043>

### **CAPÍTULO 4..... 37**

#### **MONITORAÇÃO NÃO INVASIVA DA PRESSÃO INTRACRANIANA EM DOENÇAS CARDIOVASCULARES**

Claudiane Ayres  
José Carlos Rebuglio Velloso  
Gustavo Henrique Frigieri Vilela  
Danielle Cristyne Kalva Borato  
Cristiane Rickli Barbosa

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.8962206044>

<b>SOBRE A ORGANIZADORA.....</b>	<b>46</b>
<b>ÍNDICE REMISSIVO.....</b>	<b>47</b>

## EFEITOS DO CORTISOL E SEU USO COMO BIOMARCADOR DE ESTRESSE EM ATLETAS

Data de aceite: 01/04/2022

### **Conceição de Maria Aguiar Carvalho**

Programa de pós-graduação em Engenharia Biomédica  
Instituto Científico e Tecnológico da Universidade Brasil, Brasil

### **Amanda de Castro Amorim Serpa Brandão**

Coordenação do Curso de Nutrição  
Faculdade Uninassau - Redenção, Teresina-PI

### **Janyerson Dannys Pereira da Silva**

Coordenação do Curso de Nutrição  
Faculdade Uninassau - Redenção, Teresina-PI

### **Luana Mota Martins**

Coordenação do Curso de Nutrição  
Faculdade Uninassau - Redenção, Teresina-PI

### **Samuel Guerra Torres**

Programa de pós-graduação em Engenharia Biomédica  
Instituto Científico e Tecnológico da Universidade Brasil, Brasil

**RESUMO:** A determinação da concentração de cortisol pode ser um método relevante em atletas de alto desempenho, uma vez que evidências indicam um aumento das concentrações nesta população e possível relação com a performance. Apesar da relevância e os efeitos produzidos pelo cortisol, as técnicas utilizadas, os padrões de concentração entre os grupos estudados e a correlação entre as concentrações de cortisol encontradas e o desempenho precisam ser ainda avaliados. Neste trabalho foi realizada

uma revisão de literatura acerca do potencial do cortisol salivar como marcador bioquímico do estresse competitivo. Os principais métodos de análise, bem como a eficiência dos mesmos e a possibilidade de uso em tempo real, como ferramenta para potencializar performance atlética. Os critérios de inclusão adotados foram: estudos de caráter experimental; delineamento transversal e longitudinal; ensaios clínicos randomizados; nos idiomas inglês e português. As bases de dados eletrônicas LILACS, SCIELO, PUBMED, foram utilizadas para busca de trabalhos publicados nos últimos cinco anos. Concluiu-se que dentre os métodos de imunoenensaio com sensibilidade satisfatória para análise do cortisol salivar, o teste de “ELISA” (*Enzyme-Linked Immunosorbent Assay*) foi o mais utilizado para diagnóstico de estresse competitivo em atletas em tempo real.

**PALAVRAS-CHAVE:** estresse; cortisol; saliva; atletas.

**ABSTRACT:** The determination of cortisol concentration could be a relevant method in high performance athletes, since evidence indicate an increase in cortisol levels in this population and a correlation with performance. Despite the relevance and effects produced by cortisol, the techniques used, the concentration patterns among the studied groups and the correlation between the cortisol concentrations and athlete performance still need to be evaluated. This paper reviews the potential of salivary cortisol as a biochemical marker of competitive stress. The main methods of analysis, as well as their efficiency and the possibility of use in real time

as a tool to enhance athletic performance. The inclusion criteria adopted were: experimental studies; transverse and longitudinal design; randomized clinical trials; in the English and Portuguese languages. The electronic databases LILACS, SCIELO, PUBMED were used to search for papers published in the last five years. It was concluded that among the immunoassay methods with satisfactory senility for salivary cortisol analysis, the Enzyme-Linked Immunosorbent Assay (ELISA) was the most used for diagnosing competitive stress in athletes in real time.

**KEYWORDS:** stress; cortisol; saliva; athletes.

## INTRODUÇÃO

A identificação de estresse físico e psicológico além dos padrões de referência tem sido alvo de vários estudos que buscam minimizar o treinamento excessivo de atletas de elite, garantindo desempenho de excelência sem prejuízo a saúde dos competidores. (MEEUSEN, R.; *et al.*, 2013). As concentrações de cortisol constituem uma importante variável de mensuração do estresse, apesar da existência de controvérsias sobre as respostas desse hormônio ao exercício físico (SANTOS *et al.*, 2014).

No pensamento de McArdle; Katch, F.I., Katch (2016), além da ação direta nos níveis pressóricos e glicídicos, o cortisol está diretamente envolvido na resposta ao estresse. A hidrocortisona é sintetizada nas células do córtex das glândulas suprarrenais, sendo controlada pelo hormônio adrenocorticotrófico (ACTH), o qual é por sua vez, sintetizado na adeno-hipófise. A exposição a situações estressantes de ordem psicológica, física ou mental provoca ativação do HPA (eixo hipotálamo-pituitária-adrenal), resultando no aumento da secreção de hormônios glicocorticoides, dentre os quais o cortisol se destaca por seu papel na atividade metabólica humana. (BUENO, JR; CMCP, GOUVÊA, 2012).

Na prática esportiva, o cortisol é mensurado como um dos biomarcadores salivares de melhor sensibilidade para apontar o impacto do estresse psicofisiológico nos sistemas de regulação orgânicos. (MOREIRA *et al.*, 2008). Exitindo evidências ainda do aumento das concentrações de cortisol ao exercício físico prolongado, o que pode ser ainda mais sensível em atletas de alto desempenho (JORGE, SANTOS, STEFANELLO, 2010).

Apesar da relevância e os efeitos produzidos pelo cortisol na fisiologia e as alterações no exercício físico, algumas questões ainda precisam ser avaliadas dentre as evidências conhecidas, entre estas: as técnicas utilizadas, os padrões de concentração entre os grupos estudados, a sensibilidade dos métodos e a correlação entre as concentrações de cortisol encontradas e o desempenho apresentado pelos sujeitos da pesquisa.

O presente trabalho teve como objetivo a análise dos delineamentos experimentais, metodologias utilizadas na determinação das concentrações de cortisol e principais resultados das pesquisas que utilizaram o cortisol salivar como marcador bioquímico do estresse competitivo. Além de destacar os principais métodos utilizados, foi discutida a sua

eficiência enquanto ferramenta para potencializar a performance atlética.

## METODOLOGIA

Como abordagem nesse estudo foi realizada uma revisão sistemática de literatura, na qual, por meio da utilização de critérios científicos, buscou-se realizar um estudo aprofundado sobre o tema proposto, através do uso de uma metodologia sistematizada para síntese de informações de maior relevância e posterior análise crítica dos resultados obtidos (SAMPAIO E MANCINI, 2007, P. 84). A revisão sistemática foi fundamentada nas orientações de Sampaio e Mancini (2007).

Para a inclusão dos estudos encontrados nas bases de dados foram adotados os seguintes critérios de inclusão: a) estudos de caráter experimental b) com delineamento transversal, longitudinal e ensaios clínicos randomizados c) no idioma inglês e português. Quanto aos trabalhos classificados de cunho qualitativo, artigos de revisão e de opinião, dissertações e teses, cartas ao editor, livros ou capítulos, foram excluídos do estudo.

Com o objetivo de buscar um refinamento na pesquisa dos artigos nas bases de dados, uma combinação de palavras chaves relacionadas ao tema foi submetida a análise pelo DeCS – Descritores em Ciências da Saúde e MeSH - *Medical Subject Headings*, resultando nos seguintes descritores: “*Hydrocortisone/analysis*”[Mesh] (cortisol salivar), *stress* (estresse) e *athletes* (atletas). Buscando-se evitar dispersão nos termos utilizou-se operador booleano “AND”

Com o intuito de prezar pela atualidade dos resultados, as bases de dados eletrônicas LILACS, SCIELO, PUBMED, foram consultadas retrospectivamente até o ano de 2014, procedimento que ocorreu durante o mês de setembro do ano de 2021. Em virtude do avanço científico de estudos na área, optou-se pela delimitação de artigos com texto completo, e cujas pesquisas foram realizadas em humanos, e com a descrição de resultados quantitativos.

A busca dos artigos seguiu cinco etapas, como seguem: 1) Pesquisa por meio de descritores; 2) Leitura e exclusão dos títulos repetidos; 3) Leitura dos resumos e exclusão dos artigos que não atenderam aos critérios de inclusão; 4) Leitura do artigo completo e 5) Inclusão dos artigos eleitos na revisão. O fluxograma que segue, Figura 1, resume a busca dos artigos com o respectivo número de estudos identificados em cada etapa de busca. Ao final, um total de nove artigos foram eleitos para a análise das informações e pesquisa realizada sobre a temática abordada.

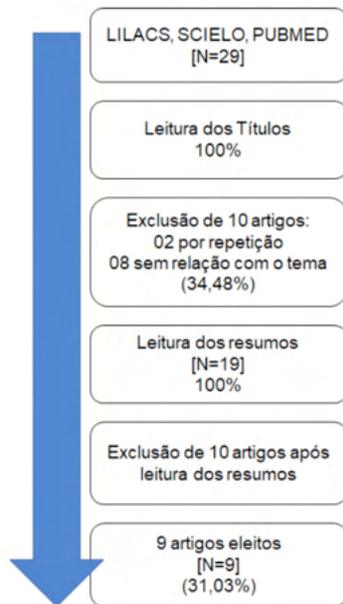


Figura 1 – Fluxograma de busca, seleção e exclusão dos artigos.

Fonte: Autoria própria, 2022.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

No presente estudo descrevemos informações relacionadas à determinação do cortisol em atletas e a sua relação com a presença de estresse, com abordagem de revisão sistemática. Foram avaliados os delineamentos dos estudos, sujeitos envolvidos na pesquisa, principais resultados e desfechos das intervenções.

Os sujeitos integrantes de seis dos estudos selecionados se propuseram a participar dos experimentos de forma voluntária, caracterizando-os como não randomizados. Em três dos trabalhos ocorreu de forma eletiva a escolha dos praticantes, configurando tais pesquisas como randomizadas. Ainda nesse aspecto, se faz necessário realizar uma ressalva aos achados de Kilian *et al.* (2016), que realizaram um estudo de caráter prospectivo.

Fato que merece destaque foi que todos os experimentos elegeram como participantes dos delineamentos, sujeitos indivíduos jovens, o que pode induzir a premissa de que as oscilações da hidrocortisona em decorrência de situação de estresse, considerando que são mais facilmente detectadas na referida classificação etária, podendo ser esta uma sugestão para realização de futuras investigações.

No texto de Silva *et al.* (2014), os autores afirmam que, em competidores de elite, o cortisol apresenta-se como um marcador simples e eficiente do estresse competitivo, sendo sua concentração em mulheres maior do que a observada no sexo masculino. Tal pensamento pode explicar predominância do gênero feminino em mais da metade dos

estudos analisados.

Uma das observações mais relevantes do trabalho foi a de que a maioria dos pesquisadores elegeram ensaios de imunoabsorção enzimática para mensuração dos níveis de cortisol salivar. Apenas dois estudos não adotaram tal técnica (Khaustova, 2010 e Vacher, P.2019), ao optarem por realizar a análise da saliva respectivamente por calorimetria quantitativa e espectroscopia de massa.

O teste de “ELISA” (do inglês *Enzyme Linked ImmunonoSorbent Assay*), caracterizado como modelo simples (ou direto), tem como base a reação específica do antígeno-anticorpo, o qual é fixado a uma placa para posterior incubação do soro no qual busca-se a existência de anticorpos em contato com outro segundo anticorpo antiimunoglobulina marcado com enzimas. (NT’ANNA, *et al.*, 2001). A mesma literatura aponta ainda o modelo denominado ELISA de bloqueio (ou competição), no qual o anticorpo presente no soro é exibido e mostrado pela competição com um anticorpo específico dirigido contra o antígeno.

Apesar de técnicas laboratoriais como a cromatografia radioimunoensaio, o ensaio de eletroquimioluminescência e o ensaio imunoenzimático serem consideradas como “padrão ouro” para detecção de cortisol, tais análises se caracterizam como sistemas complexos cuja extração/purificação das amostras acontecem em múltiplas etapas, e cujo tempo de resposta da amostragem aos resultados se caracteriza como demorado, podendo ocorrer em um período de dias a algumas semanas. (KLOPFENSTEIN, PURNELL, *et al.*, 2011).

Khaustova *et al.* (2010) destaca que na atualidade a ciência dispõe de um amplo leque de métodos para análise dos fluidos corporais, além dos métodos tradicionais empregados nos estudos em questão. Dentre estes, merece destaque a espectroscopia de massa, caracterizada como uma medida, relativamente nova e muito promissora, por ser menos invasiva, necessitar de um controle metodológico menor e possibilitar uma redução nos gastos com análises bioquímicas.

Não poderíamos deixar de destacar que, dentre os métodos espectroscópicos viáveis para a análise de fluidos corporais como a saliva, Karkoulia *et al.* (2008) afirma que, a Espectroscopia no infravermelho com transformada de Fourier (FT-IR), e a espectroscopia Raman, tem sua utilização cada vez mais comum pelos pesquisadores.

Uma última observação se faz em relação ao protocolo de intervenção adotado no estudo de O’donnell *et al.* (2018), no qual a coleta do material foi realizada pré e pós exposição ao fator estressante, bem como antes do deitar. A explicação para tal procedimento pode ser apoiada nas palavras de Hofstra & De Weerd (2008), que afirmam ser o ciclo circadiano apontado como principal influenciador do processo produtor e excretor do cortisol, levando ao alcance de níveis máximos após a metade do período matutino, seguido de declínio ao longo do dia, alcançando valor mais significativos no início da noite, e elevando-se paulatinamente após 2 horas de sono.

Os nove artigos selecionados foram analisados e encontram-se de forma resumida

na tabela que segue, descrevendo em cada estudo o método de análise do cortisol e o protocolo de intervenção adotado.

Autor (ano)	Delineamento do estudo	Sujeitos	Objetivo	Método de análise do cortisol	Protocolo de intervenção	Desfechos
S. Odonnell et al. (2018)	Experimental não randomizado	10; sexo: F; 23 ± 6 anos	Avaliar cortisol salivar (sC) e marcadores de estresse perceptivo (durante competição e treinamento). Determinar os efeitos subsequentes sobre o sono	Imunoensaio enzimático	Sono monitorado após: um dia de competição, de treinamento e de descanso. Valores de estresse percebidos e sC coletados e correlacionados com a qualidade do sono.	↑sC, ↓quantidade e qualidade do sono pós competição (se comparada treinamento e descanso.)
Arruda, et al. (2017)	Experimental não randomizado	20; sexo: M; 18,6 ± 0,5 anos	Avaliar o efeito do nível do adversário na concentração de testosterona (T) e cortisol (C), e na ansiedade pré-competitiva	Imunoensaio enzimático	3 partidas oficiais e 1 treinamento (condição controle). T coletada pré-partida; C pré-pós-partida; ansiedade pré-competitiva avaliada por inventário (CSAI-2), após o treino e após jogos oficiais.	Oponente de alto nível, leva a estresse mais alto .
Crewther BT, et al. (2017;)	Experimental randomizado	71 sexo: M (18,1 ± 1,2 anos ); F(17,6 ± 1,2 anos)	Examinar o uso de testosterona salivar (T) e cortisol (C) na avaliação das respostas agudas ao estresse de atletas juniores durante competição.	Imunoensaio enzimático	Sangue e saliva coletadas ( antes/ depois) de competição. Medidas T e C referenciadas contra as concentrações totais de sangue T (TT) e C (CT).	Competição promoveu ↑ de TT e CT, induzido pelo estresse. Respostas ao estresse na saliva não observada.
Kilian Y et al. (2016)	Experimental randomizado	10 sexo: M: 14,4 ± 0,8 anos	Comparar efeitos do treinamento intervalado de alta intensidade (HIIT) e treinamento de alto volume (HVT) nos marcadores de estresse salivar e resposta metabólica e cardiorrespiratória em atletas jovens .	Imunoensaio enzimático	sC e T antes e após HIIT e HVT. Estresse caracterizado por lactato e PH sanguíneos, razão de troca respiratória (RER) e (FC), captação de oxigênio , ventilação (V E) e equivalente ventilatório	Estresse metabólico e cardiorrespiratório no HIIT ↑ em comparação ao HVT. Análises sC sem efeitos catabólicos agudos, nem pelo HIIT nem pelo HVT.
De Pêro R et al. (2016)	Experimental não randomizado	11 Sexo: F; 21±0,8 anos	Investigar a relação entre estresse competitivo, intensidade do exercício e resultado de uma competição de TeamGym (ginástica feminina) .	Imunoensaio enzimático	Inventário de ansiedade: pré competição . amostras de sAA e sC coletadas antes e após a competição, e após cada aparelho.	↑↑ no sAA e ansiedade. sC permaneceu estável. Correlação significativa entre ASA, estado de ansiedade e competição.

Vacher, P. (2019)	Experimental não randomizado	15 F:6 ;M:9 média idade ( 17,8 )	Investigar variações de tempo e relação carga de treinamento (TL =stresse) e parâmetros psicológicos e fisiológicos	Calorimetria quantitativa	Saliva coletada (imediatamente após acordar; 30, 60 min, 20hs antes do jantar. Amostras congeladas para análise posterior com kit cortisol EIA	Estados psicológicos e fisiológicos não seguem a mesma dinâmica na periodização do treinamento
Khaustova, (2010)	Experimental randomizado	48 F: média idade (22,1 ± 6 anos)	Desenvolver um método para monitorar alterações metabólica causadas pelo exercício por meio da análise da saliva por ATR FTIR	Espectroscopia FT-IR	Saliva coletada pré e pos exercício. Espectros registrados na região de 4000–600 cm <sup>-1</sup> usando o espectrômetro FTIR	Espectroscopia mostrou-se adequada para verificação em tempo real da resposta ao estresse.
Sinnott-O'Connor (2018)	Estudo experimental não Randomizado	4 M:1; F:3 (19 ± 4 anos)	Examinar relação: Carga de treinamento (CT: normal, intenso, afunilado) e biomarcadores salivares: IgA, alfa-amilase (aAA), cortisol	Imunoensaio enzimático	Saliva coletada quinzenalmente a cada aumento da CT nas fases Saliva coletada diariamente em período de competição (despertar, 30min pré e pós exercício).	↑↑ slgA, sAA ; sC: treino intensificado; ↓ slgA, sAA esC: T afunilado. ↑↑slgA, sAA e sC: durante competição Desempenho em grandes competições ↔ estress
Peñailillo LE (2018)	Estudo experimental não Randomizado	12 F e M média idade (22 – 24,3)	Comparar as alterações sC em homens e mulheres em competição e analisar possíveis correlações entre alterações hormonais e Taxa de Esforço Percebido (TEP) após a partida.	Imunoensaio enzimático	Durante experimento: 3 partidas do campeonato. sC e T medidos em jejum, antes e após cada partida. Taxa de esforço percebido (EPR) foi avaliada após cada partida.	[sC jejum] > em F. [T jejum] > em M TEP foi correlacionada com a alteração nos níveis de testosterona, em M e F Respostas hormonais de F e M são ≠ e estão relacionadas ao seu esforço durante as partidas.

Tabela 1- Descrição dos estudos selecionados nas bases de dados, segundo autoria do trabalho, delineamento e objetivos da pesquisa.

Fonte: Autoria própria, 2022.

## CONCLUSÕES

Ao final desta pesquisa foi possível concluir que os estudos da área encontram-se bem substanciadas, porém, vale mencionar que um limitante vivenciado no decorrer do estudo foi a obtenção de artigos de acordo com a especificidade dos descritores.

Em relação às variáveis utilizadas nos artigos, a maioria dos experimentos foi delineada de forma não randomizada, e utilizou voluntários jovens e do sexo feminino, induzindo conclusões de que tais características poderiam influenciar nos resultados finais

das pesquisas.

Outro ponto que merece destaque foi a predominância na utilização de métodos de imunoenensaio para análise do cortisol salivar. Observou-se que o teste de “ELISA” (*Enzyme Linked ImmunoSorbent Assay*) foi apresentado como o mais utilizado em pesquisas que relacionam os níveis de cortisol salivar ao estresse em competidores de elite, possivelmente devido a sensibilidade e facilidade de coleta de amostras oferecida pelo método.

Cabe ainda mencionar a necessidade de uma maior exploração de temas relacionadas a utilização de métodos alternativos, como as análises espectroscópicas, que além de se mostrarem eficazes, com rendimentos aceitável e menos onerosas, são realizadas de forma rápida e como tempo de análise inferior, se comparado a outras técnicas.

## REFERÊNCIAS

ARRUDA, A. F. S.; *et al.* Salivary steroid response and competitive anxiety in elite basketball players: Effect of opponent level. **Physiology & Behavior**, v.177, p.291–296. doi:10.1016/j.physbeh.2017.05.017

CREWETHER, B.T.; *et al.* The utility of salivary testosterone and cortisol concentration measures for assessing the stress responses of junior athletes during a sporting competition. **J Clin Lab Anal.** v.32, n.1, 2018. doi: 10.1002 / jcla.22197.

DE PÊRO, R.; *et al.* Alterações relacionadas ao estresse durante a competição TeamGym. **J Sports Med Phys Fitness.** n. 56, v. 5, p. 639-47.2016.

JORGE, S. R.; SANTOS, P. B.; STEFANELLO, J. M. F. O cortisol salivar como resposta fisiológica ao estresse competitivo: uma revisão sistemática. **R. da Educação Física/ UEM**, v. 21, n. 4, p. 677-686, 4. Trim. 2010. DOI: 10.4025/reveducfis.v21i4.9053

KILIAN, Y.; *et al.* Markers of biological stress in response to a single session of high-intensity interval training and high-volume training in young athletes. **European Journal of Applied Physiology**, v.116, n 11-12, p. 2177–2186. doi:10.1007/s00421-016-3467-y

KHAUSTOVA, S.; *et al.* Monitoramento bioquímico não invasivo do estresse fisiológico pela espectroscopia de saliva no infravermelho por transformada de Fourier. **The Analyst**, v.135, n.12, p.3183.2010. doi: 10.1039/c0an00529k

O'DONNELL, S.; Bird, S.; Jacobson, G.; & Driller, M. Sleep and stress hormone responses to training and competition in elite female athletes. **European Journal of Sport Science**, v.8, n.5, p.611–618, 2018. doi:10.1080/17461391.2018.1439535

SANTOS, P. B.; MACHADO, T. A.; OSIECKI, A. C. V.; GÓES, S. M.; LEITE, N.; STEFANELLO, J. M. F. A necessidade de parâmetros referenciais de cortisol em atletas: Uma revisão sistemática. **Motricidade**, vol. 10, n. 1, pp. 107-125, 2014. [http://dx.doi.org/10.6063/motricidade.10\(1\).2610](http://dx.doi.org/10.6063/motricidade.10(1).2610)

VACHER, P.; *et al.* Estresse e recuperação no esporte: efeitos na variabilidade da frequência cardíaca, cortisol e experiência subjetiva. **Rev. Internacional de Psicofisiologia**. 2016. doi: 10.1016 / j.ijpsycho.2019.06.011

## ÍNDICE REMISSIVO

### A

Amputação 26

Atividade metabólica 18

Atividades catalíticas 5

Atividades físicas 25, 26

Atletas 17, 18, 19, 20, 22, 24, 26

Atletas paraolímpicos 26

### B

Bactérias 3, 4

Biomecânica 25

### C

Cirurgia torácica 38

Compósitos 25, 27, 28

Cortisol 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24

Crânio 38, 39, 41

Crispr/cas9 1, 2, 3, 5, 6, 10, 13, 15

Crispr/cas9 e patologias 2

Crispr e ética 2

### D

DNA 3, 4, 5, 6, 7, 8, 12, 13, 14, 15

Doença cardiovascular 38, 39

Doenças 1, 3, 6, 7, 9, 10, 12, 13, 16, 25, 37, 39, 43, 44

### E

Edição gênica 1, 2, 3, 8, 10, 11, 12, 13

Enzima 4, 5

Estresse 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24

### H

Hemorragias 39

### L

Linhagens 6, 8, 11, 13

## **M**

Material Genético 2, 3, 4, 6, 7, 9, 10, 12, 13

Membros inferiores 25, 26

Método dos Elementos Finitos 25, 26

## **O**

Organismos 2, 3, 4, 6, 10, 12

## **P**

Pacientes 7, 8, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45

prática esportiva 18

Pressão intracraniana 37, 38, 41, 44, 45

Prótese 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 35

## **R**

Reabilitação de amputados 25

Reparação celular 6, 11

RNA 2, 3, 4, 5, 10, 12, 15

## **S**

Saliva 18, 21, 22, 23, 24

Saúde 10, 11, 15, 18, 19, 25, 26, 45, 46

## **T**

Tratamento psicológico 25

 [www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br)

 [contato@atenaeditora.com.br](mailto:contato@atenaeditora.com.br)

 @atenaeditora

 [www.facebook.com/atenaeditora.com.br](http://www.facebook.com/atenaeditora.com.br)

---

*Collection:*

# APPLIED BIOMEDICAL ENGINEERING

 [www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br)  
 [contato@atenaeditora.com.br](mailto:contato@atenaeditora.com.br)  
 [@atenaeditora](https://www.instagram.com/atenaeditora)  
 [www.facebook.com/atenaeditora.com.br](https://www.facebook.com/atenaeditora.com.br)

---

*Collection:*

# APPLIED BIOMEDICAL ENGINEERING

---

  
Ano 2022