



Universidade do Estado do Rio de Janeiro

Centro de Educação e Humanidades

Instituto de Psicologia

Gabrielle Barcelos Candido de Oliveira

**Impactos da concussão cerebral sobre as funções executivas em atletas de
esportes de combate: uma revisão sistemática**

Rio de Janeiro

2024

Gabrielle Barcelos Candido de Oliveira

Impactos da concussão cerebral sobre as funções executivas em atletas de esportes de combate: uma revisão sistemática

Dissertação apresentada, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre, ao Programa de Pós-Graduação em Psicologia Social, da Universidade do Estado do Rio de Janeiro.

Orientador: Prof. Dr. Carlos Eduardo Nórté

Rio de Janeiro

2024

CATALOGAÇÃO NA FONTE
UERJ / REDE SIRIUS / BIBLIOTECA CEH/A

O48

Oliveira, Gabrielle Barcelos Candido de.

Impactos da concussão cerebral sobre as funções executivas em atletas de esportes de combate: uma revisão sistemática Gabrielle Barcelos Candido de Oliveira. – 2024.

61 f.

Orientador: Carlos Eduardo Nórté.

Dissertação (Mestrado) – Universidade do Estado do Rio de Janeiro.
Instituto de Psicologia.

1. Psicologia social – Teses. 2. Funções executivas (Neuropsicologia) – Teses. 3. Esportes - Acidentes – Teses. I. Nórté, Carlos Eduardo. II. Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Instituto de Psicologia. III. Título.

br

CDU 316.6

Autorizo, apenas para fins acadêmicos e científicos, a reprodução total ou parcial desta dissertação, desde que citada a fonte.

Assinatura

Data

Gabrielle Barcelos Candido de Oliveira

**Impactos da concussão cerebral sobre as funções executivas em atletas de esportes de
combate: uma revisão sistemática**

Dissertação apresentada, como requisito parcial
para obtenção do título de Mestre, ao Programa de
Pós-Graduação em Psicologia Social, da
Universidade do Estado do Rio de Janeiro.

Aprovada em 26 de março de 2024.

Banca Examinadora:

Prof. Dr. Carlos Eduardo Nórte (Orientador)

Instituto de Psicologia - UERJ

Prof.^a Dr.^a. Emmy Uehara Pires

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro

Prof. Dr. Vitor Castro Gomes

Instituto de Psicologia - UERJ

Rio de Janeiro

2024

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente à Deus, por ter me sustentado até aqui, mesmo diante das dificuldades encontradas no meio do caminho. À minha família, especialmente meus pais, Alex e Flaviana, pelas frequentes palavras de encorajamento e incentivo. À minha querida avó do coração, Márcia, por sempre ter apoiado meus estudos desde o início, quando ainda buscava por um pré-vestibular. Ao meu marido, companheiro e maior encorajador, João Gabriel, por toda paciência, suporte, auxílio e acolhimento, tão fundamental durante todo esse período.

Sou grata também à Raquel Melo, que mais uma vez fez parte de uma importante etapa de minha formação acadêmica. Ao professor Alberto Filgueiras, por ter me apresentado e me acompanhado na pesquisa científica desde meu segundo período da graduação, a quem serei sempre grata por tamanha influência na minha formação acadêmica e profissional. Ao professor Carlos Eduardo Norte, por me acolher em seu laboratório e me auxiliar na conclusão desta etapa com tamanho cuidado, respeito e empatia.

Um agradecimento especial às queridas Emily, Aline e Simone, por sempre incentivarem e apoiarem minha trajetória acadêmica com tanta empolgação e estímulo. Obrigada pelas vezes em que me acolheram e incentivaram a persistir e seguir em frente.

A todos que contribuíram com minha jornada até aqui, meus sinceros e profundos agradecimentos.

RESUMO

BARCELOS, Gabrielle. *Impactos da concussão cerebral sobre as funções executivas em atletas de esportes de combate: uma revisão sistemática*. 2024. 61 f. Dissertação (Mestrado em Psicologia Social) – Instituto de Psicologia, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2024.

Concussão é um trauma que provoca a aceleração e desaceleração mecânica abrupta do cérebro. As consequências desse impacto envolvem prejuízos nas funções executivas, que são processos mentais cruciais para o bom desenvolvimento cognitivo, psicológico e social. Considerando a alta incidência de concussão cerebral em esportes de combate, o presente estudo teve como objetivo compreender os impactos desse trauma sobre as funções executivas centrais nestes atletas. Para isso, foi realizada uma revisão sistemática através do método PRISMA, resultando em 11 artigos incluídos na revisão. As modalidades de luta encontradas foram boxe e MMA, tendo maior frequência o boxe (91%), sinalizando a necessidade de mais investigações em outras modalidades. Os resultados também apontam que 81.9% dos estudos indicam comprometimento das funções executivas após ocorrência da concussão, sendo controle inibitório e flexibilidade cognitiva as funções mais impactadas. Portanto, compreende-se a importância de políticas públicas que promovam formas de monitoramento e intervenção da ocorrência da concussão e suas sequelas neuropsicológicas. Além disso, mostra-se necessária a padronização de instrumentos de avaliação das funções executivas nesse contexto e novas pesquisas para aprofundar os achados do presente estudo.

Palavras-chave: Concussão. Funções executivas. Esportes de combate.

ABSTRACT

BARCELOS, Gabrielle. *Impacts of brain concussion on executive functions in combat sports athletes: a systematic review*. 2024. 61 f. Dissertação (Mestrado em Psicologia Social) – Instituto de Psicologia, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2024.

Concussion is a trauma that causes abrupt mechanical acceleration and deceleration of the brain. The consequences of this impact involve impairments in executive functions, which are mental processes that are crucial for good cognitive, psychological, and social development. Considering the high incidence of cerebral concussion in combat sports, the present study aimed to understand the impacts of this trauma on central executive functions in these athletes. To this end, a systematic review was conducted using the PRISMA method, resulting in eleven articles included in the review. The fighting modalities found were boxing and MMA, with boxing being the most common (91%), signaling the need for further investigation into other modalities. The results also indicate that 81.9% of studies indicate impairment of executive functions after the occurrence of concussion, with inhibitory control and cognitive flexibility being the most impacted functions. Therefore, the importance of public policies that promote ways of monitoring and intervening in the occurrence of concussion and its neuropsychological sequelae is understood. Furthermore, it is necessary to standardize instruments for assessing executive functions in this context and further research to deepen the findings of the present study.

Keywords: Concussion. Executive functions. Combat sports.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 –	Reportagem sobre a morte de Keith Pontin.....	18
Figura 2 –	Reportagem sobre Aaron Hernandez.....	19
Figura 3 –	NFL divulga avanços no desenvolvimento de capacetes mais seguros...	20
Figura 4 –	Mosaico de reportagens de casos de óbito após concussão no mundo da luta.....	22
Figura 5 –	Reportagens sobre os ex-lutadores Maguila e Jofre.....	23
Figura 6 –	Fluxograma PRISMA - adaptado ao presente estudo.....	36

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 –	Descrição das características amostrais dos estudos incluídos.....	37
Tabela 2 –	Dados metodológicos e resultados.....	38
Tabela 3 –	Qualidade metodológica dos estudos selecionados (CASP).....	40

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

BBC	British Broadcasting Corporation
CASP	Programa de habilidades de avaliação crítica
ETC	Encefalopatia Traumática Crônica
FEs	Funções Executivas
MMA	Artes Marciais Mistas
NFL	Liga Nacional de Futebol Americano
PICOS	População, Intervenção, Comparação, Resultados e Tipo de estudo
PRISMA	Itens de relatório preferidos para revisões sistemáticas e meta-análises
TCE	Traumatismo Cranioencefálico

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	10
1 CONCUSSÃO CEREBRAL	12
1.1 Aspectos neuropatológicos da concussão.....	13
1.2 Aspectos neuropsicológicos da concussão.....	15
2 CONCUSSÃO CEREBRAL NO ESPORTE	17
2.1 Incidência da concussão em esportes de combate.....	20
3 FUNÇÕES EXECUTIVAS	24
3.1 Funções Executivas Centrais	25
3.1.1 <u>Memória de Trabalho</u>	25
3.1.2 <u>Controle Inibitório</u>	26
3.1.3 <u>Flexibilidade Cognitiva</u>	27
3.2 Funções Executivas de Alta Ordem	28
3.3 Funções executivas no esporte	29
4 JUSTIFICATIVA	31
5 OBJETIVOS	32
5.1 Objetivo geral.....	32
5.2 Objetivos específicos.....	32
6 HIPÓTESES.....	33
7 MÉTODO	34
7.1 Critérios de inclusão e exclusão.....	34
7.2 Qualidade metodológica e risco de viés	35
8 RESULTADOS	36
9 DISCUSSÃO	41
CONCLUSÃO.....	46
REFERÊNCIAS.....	48

INTRODUÇÃO

O termo concussão é comumente utilizado para referenciar uma lesão cerebral, provocada pelo movimento mecânico de aceleração e desaceleração abrupta, fazendo o cérebro colidir contra o crânio (McCrory et al., 2018). As consequências desse trauma envolvem uma diversidade de alterações clínicas, com prejuízos para a saúde emocional, cognitiva e social (Gu, Ou, & Liu, 2022; Bell et al., 2018; Rice et al., 2018; Melo & Filgueiras, 2018). Os estudos sobre lesões cerebrais tiveram grande contribuição para o desenvolvimento da neuropsicologia humana, especialmente após as Primeira e Segunda Guerras Mundiais, com o acompanhamento de soldados que retornavam dos combates com histórico de lesão na cabeça (Kristensen; Almeida; Gomes, 2001; Ramos; Hamdan, 2016).

Contudo, anteriormente a este período, estudiosos como Galeno, Gall, Broca e Wernicke já teorizavam sobre a relação entre lesões no cérebro e sequelas como perda de memória, distúrbios na fala e déficit na capacidade de compreender palavras e/ou símbolos. Esses autores são destacados como alguns dos importantes precursores da neuropsicologia (Kristensen et al., 2001; Ramos; Hamdan, 2016). Um caso conhecido no campo dos traumas cerebrais e que também contribuiu para o entendimento sobre a relação desses traumas com a cognição é o de Phineas Gage. Phineas sofreu uma lesão frontal com perfuração causada por uma barra de ferro, que trouxe como consequências significativas alterações comportamentais e déficits cognitivos (Damásio et al., 1994; Kristensen et al., 2001).

Porém, foi durante os períodos das Guerras que os avanços nos estudos sobre lesão cerebral traumática foram exponenciais, devido à grande quantidade de indivíduos com histórico de lesão cerebral decorrente do impacto das explosões, quedas e ferimentos de bala (Kristensen et al., 2001; Raymont et al., 2011; Ramos; Hamdan, 2016). Durante a Primeira Guerra, neurologistas trouxeram conhecimentos quanto aos impactos sobre o sistema sensorial e atividades reflexas, bem como a inovação na avaliação e reabilitação neuropsicológica. Já na Segunda Guerra, Luria teve grande destaque ao avaliar as disfunções psicológicas decorrentes do trauma cerebral (Raymont et al., 2011; Ramos; Hamdan, 2016).

Houve, ainda, avanços na compreensão sobre aspectos cognitivos pré e pós-lesão, com avaliações a curto e longo prazo, indicando grave declínio na inteligência decorrente do trauma (Raymont et al., 2011). Por fim, outro significativo ponto levantado durante a Segunda Guerra foi sobre como as lesões cerebrais traziam prejuízos para as habilidades sociais dos indivíduos (Raymont et al., 2011).

Todas essas contribuições foram de extrema valia para o desenvolvimento e evolução da neuropsicologia como a conhecemos hoje, que viabilizou o conhecimento e inovações para a avaliação e a reabilitação neuropsicológica de indivíduos com histórico de trauma cerebral (Raymont et al., 2011). Não apenas em amostras de veteranos de guerra, mas esses conhecimentos parecem ter viabilizado grandes avanços na compreensão, avaliação e recuperação de lesões cerebrais em casos de queda, acidentes de trânsito, violência física e, ainda, no âmbito esportivo (Gronwall & Wrightson, 1974; Omalu et al., 2005; Sullivan & Edmed, 2012; Ling et al., 2017; Bell et al., 2018; Renton et al., 2019).

No presente estudo, pretende-se abordar sobre o mecanismo deste trauma e discorrer sobre suas consequências, especialmente sobre as funções executivas, em atletas de esportes de combate. Uma extensa busca na literatura científica foi realizada de maneira sistemática, tendo como base o modelo de funções executivas de Diamond (2013), a fim de conceituar essas funções e sua relação com a concussão cerebral no âmbito esportivo. O foco em esportes de combate se dá pela maior probabilidade de ocorrência do trauma, considerando que causar concussão no oponente é uma das técnicas que mais pode levar à vitória (Buse, 2006).

1 CONCUSSÃO CEREBRAL

A concussão cerebral é um trauma induzido por forças biomecânicas que provocam a aceleração e desaceleração abrupta do cérebro. Esse trauma é causado não apenas por golpes que atingem diretamente a cabeça, mas também por impactos em qualquer região do corpo cujo choque reverbere até a cabeça, provocando a colisão do cérebro contra o crânio (McCrory et al., 2018). A recuperação da concussão pode ocorrer entre 7 e 10 dias após a ocorrência do trauma (Tator et al., 2016), com evidências apontando que mais de 30% dos indivíduos não se recuperam no período usual, podendo levar meses ou mesmo nunca chegar à recuperação (Agoston et al., 2017; Tator et al., 2016; Kozlowiski et al., 2013).

Na literatura científica, a concussão é frequentemente relatada como Traumatismo Cranioencefálico (TCE) leve (Chung & Khan, 2013; Lemme et al., 2018; Musumeci et al., 2019). Porém, considerar a concussão um trauma leve tem sido apontado por especialistas como um equívoco, podendo, muitas vezes, amenizar a gravidade da lesão, cujas consequências envolvem uma gama de alterações clínicas, que podem ou não envolver perda de consciência e que podem se manifestar a curto ou longo prazo (Sharp & Jenkins, 2015; McCrory et al., 2018). Além disso, em casos de frequente exposição a esse trauma, outra possível consequência é a Síndrome do Segundo Impacto, que ocorre quando uma segunda concussão é sofrida sem que tenha havido total recuperação da primeira, podendo levar à morte (Bey & Ostik, 2009).

Os sintomas da concussão cerebral se manifestam de forma imediata e tardia, com alta variabilidade de duração e envolvem alterações fisiológicas e psicológicas, dentre as quais estão cefaleia, visão turva, tontura, distúrbios do sono, sensibilidade à luz e ruídos, alterações repentinas de humor, irritabilidade, diminuição do tempo de reação e problemas de memória, bem como surgimento de sintomas de ansiedade e depressão (McCrory et al., 2018; Sharp & Jenkins, 2015; Rice et al., 2018; Melo & Filgueiras, 2018; Merritt, Padgett, & Jak, 2019; Koerte et al., 2020). A longo prazo, o trauma cerebral também aumenta o risco de tentativa de suicídio, ideação suicida, comprometimento das funções executivas e desenvolvimento de sintomas de doenças neurodegenerativas, como Alzheimer, Parkinson e Encefalopatia Traumática Crônica, além de ser apontado como um fator de risco para o aumento da taxa de mortalidade (Fralick et al., 2018; Pearce et al., 2018; Anghinah & Ianof, 2018; Cunningham et al., 2020; Delic et al., 2020; Gardner et al., 2018; Gu, Ou, & Liu, 2022; McMillan et al., 2011; McMillan, Weir, & Wainman-Lefley, 2014; Karr, Areshenkoff, & Garcia-Barrera, 2014; Omalu et al., 2005).

A gravidade do impacto da concussão cerebral vem sendo estudada há anos. Durante e após a Segunda Guerra Mundial, Luria (1963) desenvolveu estudos com o intuito de compreender e

tratar as alterações resultantes de lesões cerebrais sofridas por militares. Suas evidências apontam que, independentemente de haver penetração ou não, o trauma cerebral apresentava riscos similares, associando-se a distúrbios comportamentais e emocionais que afetam a vida social, cognitiva e profissional dos soldados (Luria, 1963). Em estudos mais recentes, análises comparativas realizadas entre ex-soldados com e sem histórico de concussão apontam que os sujeitos com histórico do trauma tendiam ao desenvolvimento de sintomas de depressão, abuso de substâncias e déficits nas funções executivas (Kaup et al., 2019; Peltz et al., 2016). Aponta-se, ainda, para o aumento do risco de sintomas de demência, especialmente quando a concussão é seguida de perda de consciência (Barnes et al., 2018).

No âmbito hospitalar, déficits no controle inibitório são identificados em pacientes que sofreram trauma cerebral (Kochhann & Zimmermann, 2014), além de sintomas como fadiga, cefaleia, irritabilidade, agressividade, náusea, problemas de concentração, sintomas de depressão, ansiedade e abuso de álcool e drogas relatados por indivíduos com histórico de concussão devido a quedas ou acidentes de trânsito (Bell et al., 2018; Sullivan & Edmed, 2012; Gronwall & Wrightson, 1974). Tais sintomas também começaram a ser identificados em atletas de esportes de contato (Omalu et al., 2005; Ling et al., 2017; Hume et al., 2016; Renton et al., 2019), o que trouxe um crescente número de estudos que abordam sobre a concussão cerebral no âmbito esportivo, especialmente entre atletas de futebol americano (Lalji, Snider, Chow, & Howitt, 2020; Montenegro et al., 2017; Abreu, Comartie, & Spradley, 2016; Yengo-Kahn et al., 2016; Omalu et al., 2010). Entretanto, nos esportes de combate, parece haver uma escassez na literatura científica a respeito desse trauma, principalmente quanto às suas consequências para a saúde neuropsicológica.

1.1 Aspectos neuropatológicos da concussão

O movimento de aceleração e desaceleração abrupta do cérebro, também conhecido como “efeito chicote”, causado pela concussão, provoca o estiramento de neurônios, células gliais e vasos sanguíneos, além de aumentar a permeabilidade da membrana, comprometendo sua função de selecionar as substâncias que entram e saem da célula (Mavroudis et al., 2023; Mavroudis et al., 2022). Esse comprometimento leva à “cascata neurometabólica da concussão”, uma resposta mais imediata ao trauma, fazendo com que, na tentativa de manter a homeostase da membrana, ocorra influxo de cálcio, efluxo de potássio e aceleração da bomba de sódio-potássio, o que também provoca maior gasto energético (Mavroudis et al., 2023;

Patricios et al., 2023). Ainda que essa seja uma resposta normal do organismo à concussão cerebral, é possível que haja disfunção temporária ou alterações nos padrões normais de atividade celular, o que pode levar à sintomas como perda de memória, desorientação, náuseas, fadiga, problemas de concentração, irritabilidade, ansiedade e dores de cabeça (Satarasinghe et al., 2019).

Outra importante consequência do “efeito chicote” é a Lesão Axonal Difusa (LAD), que pode afetar diversas regiões do cérebro e continuar a se desenvolver ao longo do tempo, após concussão aguda ou repetitiva (Patricios et al., 2023; Su & Bell, 2016). A LAD é caracterizada por alterações sequenciais que iniciam com rupturas agudas dos axônios, interrupção do transporte axonal, inchaços axonais e déficits na conectividade cerebral, que podem ou não se recuperar com o tempo, variando significativamente de caso para caso (Su & Bell, 2016; Mavroudis et al., 2023). Os desdobramentos da LAD também abrangem prejuízos na função cognitiva, motora e sensorial, havendo investigações quanto a possível relação com o início de processos neurodegenerativos devido a interrupção nas conectividades neurais (Lima & Souza, 2022; Su & Bell, 2016).

Uma pontuação também importante quanto à lesão axonal, é que outra consequência pode ser a fosforilação e deposição da proteína tau (Mavroudis et al., 2022). A proteína tau parece desempenhar um importante papel na estabilização de microtúbulos de axônios corticais (Mavroudis et al., 2023). Quando ocorrem danos axonais, é possível que haja liberação de proteínas, inclusive a tau, no citoplasma neuronal, que, em casos de lesão cerebral, pode sofrer um processo de hiperfosforilação anormal. Esse processo aumenta sua probabilidade de se dissociar dos microtúbulos e formar emaranhados neurofibrilares que podem interferir na função normal das células nervosas, prejudicando a transmissão sináptica e contribuindo para o processo de neurodegeneração, estando, ainda, associada à depressão (Mavroudis et al., 2023; Mavroudis et al., 2022; Pavlovic et al., 2019; Omalu et al., 2010).

Muitas destas informações quanto à neuropatologia do trauma só foram possíveis em exames *post-mortem*, ao examinar o cérebro de pessoas que sofreram concussão cerebral (Omalu et al., 2010; Omalu et al., 2005). Isso porque, em exame padrão de neuroimagem estrutural, tais alterações não são possíveis de serem identificadas, havendo a possibilidade de identificar eventuais anormalidades apenas em análises de neuroimagem funcional, fluxo sanguíneo ou metabólicos (Patricios et al., 2023). Por isso, a atenção aos sinais clínicos da concussão mostra-se demasiadamente necessária e indispensável.

1.2 Aspectos neuropsicológicos da concussão

As consequências neuropsicológicas da concussão cerebral se manifestam de forma variada para cada indivíduo, dependendo da gravidade da lesão e outros fatores individuais (Patricios et al., 2023; McCrory et al., 2018; Mrazik et al., 2013; Erlanger et al., 2003). Considerando essa variedade, mostra-se cada vez mais necessário um olhar cauteloso e rigoroso para os sintomas clínicos da concussão e investigação quanto ao funcionamento cotidiano do indivíduo. Isso porque, ainda que o desempenho nos testes se mostre favorável em sujeitos que sofrem lesão cerebral, esses indivíduos podem enfrentar dificuldades para lidar com tarefas diárias que antes não se mostravam problemáticas (Bigler, 2008).

Os principais sintomas neuropsicológicos da concussão envolvem dificuldades em formar novas memórias ou se lembrar de eventos recentes, dificuldades em manter a atenção, irritabilidade, flutuações no humor, sintomas de ansiedade e de depressão, insônia ou sonolência excessiva, sensibilidade à luz e sons altos, tontura, dificuldade de manter o equilíbrio e dificuldades em se envolver e executar tarefas mais complexas (Patricios et al., 2023; Kaup et al., 2019; Pavlovic et al., 2019; McCrory et al., 2018; Rice et al., 2018; Melo & Filgueiras, 2018; Peltz et al., 2016; Sharp & Jenkins, 2015). Estudos têm sido realizados a fim de melhor compreender os sintomas da concussão e sua relação com a gravidade do trauma e duração dos sintomas (Karr et al., 2020; Erlanger et al., 2003).

No estudo conduzido por Erlanger et al. (2003), problemas de memória, náuseas e tonturas relatados nas primeiras 24h após a concussão se mostraram fortes indicadores da gravidade da lesão, bem como o declínio neurocognitivo esteve fortemente relacionado à duração dos sintomas. Além disso, a perda de consciência e histórico anterior de concussão não se mostraram preditores da duração dos sintomas pós-concussivos (Erlanger et al., 2003). Quanto à gravidade da concussão, o estudo de Karr et al. (2020) pontuou que, em consonância com seus achados da literatura científica, não há diferença significativa na manifestação dos sintomas entre grupos com e sem detecção de anomalias estruturais conforme exames de neuroimagem. Considerando que nem sempre as disfunções estruturais serão detectadas por exames de neuroimagem (Patricios et al., 2023), tal achado pode indicar a necessidade de um olhar cuidadoso para ambos os casos, dada a semelhança entre as duas situações quanto à manifestação dos sintomas.

Até o momento, parece não haver um tratamento padrão para a concussão cerebral, visto que o manejo realizado envolve o tratamento dos sintomas, cuja recuperação ocorre de diferentes maneiras para cada indivíduo. Além disso, a experiência do médico é um importante

fator para determinar como os sintomas serão tratados: se o tratamento envolverá o uso de fármacos, o quanto de descanso será necessário e quais as recomendações para auxiliar no desempenho social, acadêmico e/ou profissional (Hotz & Nedd, 2019).

2 CONCUSSÃO CEREBRAL NO ESPORTE

No âmbito esportivo, estima-se uma incidência de concussões que varia entre 1,6 e 3,8 milhões por ano (Langlois, Rutland-Brown, & Wald, 2006), o que tem levado pesquisadores a investigar sua ocorrência e efeitos em esportes como futebol americano (Omalu et al., 2005), futebol (Ling et al., 2017), rugby (Hume et al., 2016) e hockey (Renton et al., 2019). Apesar de não ser uma temática tão recente (Nelson, Jane, & Giek, 1984; Ruchinskas, Francis, & Barth, 1997; Kelly, 1999), foi a partir das investigações de Bennet Omalu e colegas (2005) que um olhar mais cuidadoso e aprofundado acerca da concussão cerebral foi considerado. O pioneirismo desses autores em documentar evidências de alterações neurodegenerativas decorrentes de trauma cerebral em um jogador profissional de futebol americano sinalizou a relação da concussão cerebral e sintomas de Parkinson, distúrbios de humor, memória e julgamento (Omalu et al., 2005).

Desde então, diversas outras pesquisas foram conduzidas posteriormente com atletas e ex-atletas da *National Football League* (NFL; Liga Nacional de Futebol), com o intuito de trazer maior compreensão sobre os impactos da concussão para a saúde mental desses sujeitos. As evidências desses estudos indicam a ocorrência do trauma cerebral como fator de risco à tentativa de suicídio, ansiedade, depressão, agressividade, comportamentos explosivos e disfunções na linguagem, memória, atenção e funções executivas (Montenigro et al., 2017; Abreu, Comartie, & Spradley, 2016; Yengo-Kahn et al., 2016; Omalu et al., 2010). Além do futebol americano, evidências também indicam prejuízos da concussão cerebral em atletas de futebol (Dias et al., 2014; Ling et al., 2017). Um estudo conduzido por Dias et al (2014) destaca sintomas como disartria (fala arrastada), cefaleia intensa e amnésia em um atleta de futebol que sofreu concussão durante uma partida. Outro estudo, realizado por Ling et al. (2017), aponta a relação entre concussão cerebral e sintomas de ansiedade, depressão, irritabilidade, impulsividade e prejuízos na memória, além do desenvolvimento de demência.

Tanto no futebol quanto no futebol americano, existem casos famosos noticiados pelas mídias apontando as consequências do trauma cerebral a curto e longo prazo. Um desses casos é o do ex-atleta de futebol Keith Pontin, que morreu de demência associada às repetidas concussões durante sua prática esportiva. Em entrevista ao site BBC (2022), a viúva de Keith Pontin, Janet Pontin, relatou que o marido sofreu em seus últimos anos de vida com episódios de paranoia, ansiedade, agitação e agressão. Tais sintomas também são apontados nos estudos de Montenigro et al. (2017) e Omalu et al. (2010). Laudos médicos *post-mortem* apontam

evidências de que Pontin morreu de encefalopatia traumática crônica (ETC) devido aos repetitivos traumas na cabeça.

Figura 1. Reportagem sobre a morte de Keith Pontin



Fonte: Site BBC, 2022¹.

No futebol americano, um caso bem famoso que virou documentário nas plataformas digitais foi o de Aaron Hernandez, que foi preso por assassinato e, pouco tempo depois, cometeu suicídio. Em exames realizados após sua morte, foram encontradas evidências de ETC, que podem explicar os comportamentos impulsivos e agressivos do atleta (Costa, 2017; Omalu et al., 2010).

¹ Disponível em < <https://www.bbc.com/news/uk-wales-61396531>>. Acesso em 22 de outubro de 2023.

Figura 2. Reportagem sobre Aaron Hernandez

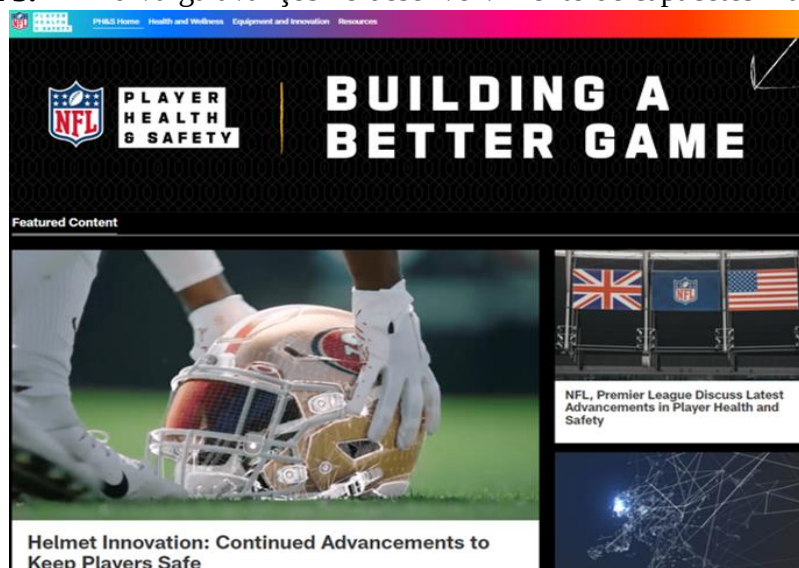
Fonte: Site BBC News – Brasil, 2017².

Além do caso de Aaron Hernandez, outros casos envolvendo jogadores de futebol americano também ficaram conhecidos, como o de O. J. Simpson, Chad Wheeler e Dave Duerson. Em todos os casos, vê-se a recorrência de episódios de violência doméstica, agressividade e impulsividade, sintomas bem comuns em indivíduos expostos à repetidos impactos na cabeça (Montenigro et al., 2017; Omalu et al., 2010). Além da desregulação comportamental, percebe-se um alto índice de suicídio entre atletas da Liga, sendo boa parte relacionada à ETC (Webner & Iverson, 2016). Tais sintomas são explicados pelo acúmulo da proteína tau fosforilada, desencadeada pelo processo inflamatório decorrente das diversas alterações causadas pelo trauma cerebral, que não apenas compromete o funcionamento neuronal normal, mas também destrói neurônios (Omalu et al., 2010). Considerando tais riscos, a NFL tem investido cada vez mais no desenvolvimento de capacetes específicos para cada atleta, visando promover uma proteção personalizada com o intuito de reduzir a gravidade dos impactos na cabeça. Segundo dados da própria NFL, que conta com a colaboração não apenas de fabricantes, mas também de médicos e engenheiros biomecânicos para sua produção, os capacetes têm contribuído com uma

² Disponível em < <https://www.bbc.com/portuguese/geral-42332335>>. Acesso em 22 de outubro de 2023.

redução média sustentada de 25% das concussões cerebrais nas últimas 5 temporadas (NFL, 2023).

Figura 3. NFL divulga avanços no desenvolvimento de capacetes mais seguros



Fonte: NFL, 2023³.

2.1 Incidência da concussão em esportes de combate

Os esportes de combate, apesar de possuírem diferentes características e objetivos, têm como pontos comuns os exercícios e dinâmicas de ataque físico ao adversário, cujas raízes estão no militarismo e sua necessidade de sobrevivência (Silva Neto et al., 2013). Dentre suas modalidades estão o boxe, kickboxing, luta livre, muay thai e taekwondo (Silva Neto et al., 2013), cujo principal alvo de ataques são as regiões da cabeça e pescoço (Hammami et al., 2017). Há, ainda, as Artes Marciais Mistas (*Mixed Martial Arts* - MMA), que une diversas técnicas das diferentes modalidades de luta (Marinho, 2011), e que tem como um dos principais meios para se chegar à vitória a indução de concussão no oponente (Buse, 2006). Por esses motivos, tais modalidades esportivas também têm recebido atenção de pesquisadores.

Entre os anos de 2012 e 2016, nos Estados Unidos, foram identificados 41 mil casos de atletas de esportes de combate que chegaram à emergência devido a concussão cerebral (Lemme et al., 2018). Registros oficiais de lesões ocorridas durante os Jogos Olímpicos de

³ Disponível em < <https://www.nfl.com/playerhealthandsafety/equipment-and-innovation/engineering-technology/helmet-innovation-continued-advancements-to-keep-players-safe>>. Acesso em 22 de outubro de 2023.

2008, 2012 e 2016 mostram que as regiões da cabeça e pescoço foram as mais afetadas, com índice de 35,9% de ocorrência em esportes de combate, sendo a concussão apontada como responsável por 3,2% de todas as lesões registradas (Lystad et al., 2020). Outros estudos apontam resultados similares, com a região da cabeça sendo a mais afetada em esportes de combate e sendo apontada como alvo principal para direcionamento dos golpes, por ser considerado a melhor maneira de se chegar a vitória (Hammami et al., 2017; Curran-Sills & Abedin, 2018; Fares et al., 2018; Fares et al., 2020; Stephenson & Rossheim, 2018; Buse, 2006; Bernick et al., 2020a).

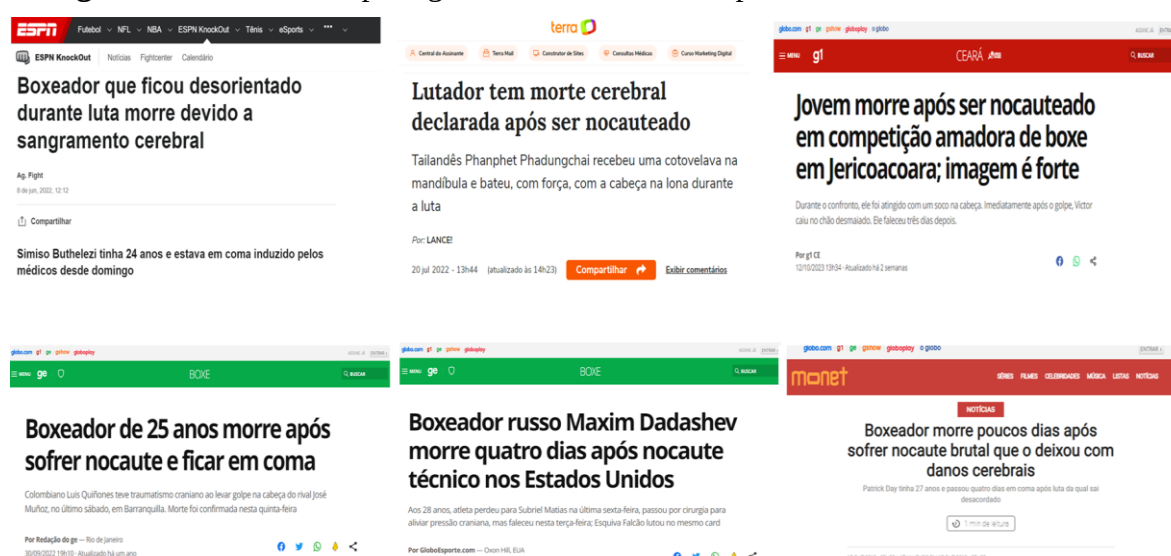
Uma pesquisa conduzida por Payman et al. (2018) revelou que 48% de 291 lesões analisadas durante competições de boxe foram concussões. Essa elevada incidência de trauma cerebral, além de provocar déficit cognitivo, alterações de humor, mudanças de comportamento e induzir o desenvolvimento de doenças como diabetes, Parkinson e depressão (Payman et al., 2018; Shahid et al., 2018; Jamora et al., 2017; Melo; Filgueiras, 2018), pode também resultar em fatalidades no ringue (Förstl et al., 2010).

Apesar de as evidências já apontarem altos índices de ocorrência do trauma cerebral, é possível que esse número seja ainda maior. Como não existe um teste ou marcador totalmente preciso para determinar a ocorrência da concussão, seu diagnóstico é dado com base nos sintomas apresentados e relatados pelos próprios atletas (McCrory et al., 2018). No entanto, muitos casos de concussão deixam de ser notificados aos médicos e treinadores, e os atletas acabam retornando aos treinos ou competições sem a devida recuperação, seja pela falta de conhecimento acerca dos sintomas, pelo receio de ficar fora das competições, por acreditar que o relato acarretará problemas financeiros e profissionais ou por não querer decepcionar o treinador (Khurana & Kaye, 2012; Pennock et al., 2020; Chizuk et al., 2021; Sarmiento et al., 2020; Bennet et al., 2019). Essa subnotificação é perigosa para os atletas, uma vez que a frequente exposição a traumas cerebrais (Bernick et al., 2020a; Fares et al., 2018; Lemme et al., 2018) acarreta não apenas em problemas de saúde mental e déficit nas funções executivas (Cunningham et al., 2020; Anghinah & Ianof, 2018), mas pode também provocar a morte do atleta ainda no ringue de luta (Förstl et al., 2010).

Nos últimos anos, foram noticiados casos de lutadores que vieram à óbito após sofrer concussão durante suas lutas. Alguns deles foram os casos de Simiso Buthelezi, Phanphet Phadungchai, Victor Penha, Luis Quiñones, Maxim Dadashev e Patrick Day. Em todos, a causa da morte esteve diretamente relacionada ao trauma sofrido. A literatura científica aponta que o cérebro, ao sofrer uma concussão, sofre uma série de alterações que podem ser compensadas pelos seus mecanismos de autorregulação, protegendo-o contra o inchaço (Bey & Ostick, 2009).

No caso dos atletas acima citados, considerando os repetidos traumas que lutadores sofrem na cabeça durante uma luta, é possível que eles tenham sofrido com a Síndrome do Segundo Impacto, que é quando o cérebro perde sua capacidade de autorregulação, provocando inchaço e expansão do fluxo sanguíneo, podendo levar ao coma e à morte por edema cerebral (Bey & Ostick, 2009; Khurana & Kaye, 2012). Isso porque, ainda que haja diretrizes para a retirada do atleta quando for identificada a ocorrência da concussão cerebral (Patricios et al., 2023), muitos atletas só são retirados ou saem da luta quando chegam à nocaute, após vários golpes seguidos.

Figura 4. Mosaico de reportagens de casos de óbito após concussão no mundo da luta



Fontes: ESPN (2022⁴), Terra (2022⁵), G1 (2023⁶), Globo Esporte (2022⁷, 2019⁸) e Revista Monet (2019⁹).

Apesar de ser alarmante e sinalizar a gravidade das concussões, não apenas os casos de morte devem receber cuidadosa atenção. Isso porque mesmo os lutadores que não vêm à óbito podem sofrer com uma série de alterações cognitivas e neuropsicológicas decorrentes dos impactos concussivos sofridos ao longo da carreira (Payman et al., 2018; Shahid et al., 2018; Jamora et

⁴ Disponível em < https://www.espn.com.br/mma/artigo/_id/10485732/boxeador-que-ficou-desorientado-durante-luta-morre-devido-a-sangramento-cerebral>. Acesso em outubro de 2023.

⁵ Disponível em <<https://www.terra.com.br/esportes/lutas/boxe/lutador-tem-morte-cerebral-declarada-apos-ser-nocauteado,2cad38b0b9c6e8a846e4eca4fdeabd03o98gohmg.html#:~:text=Foto%3A%20Lance!,%C3%BAltima%20sexta%2Dfeira%2C%2015>>. Acesso em outubro de 2023.

⁶ Disponível em <<https://g1.globo.com/ce/ceara/noticia/2023/10/12/jovem-morre-apos-ser-nocauteado-em-competicao-de-mma-em-jericoacoara.ghtml>>. Acesso em outubro de 2023.

⁷ Disponível em <<https://ge.globo.com/boxe/noticia/2022/09/30/boxeador-de-25-anos-morre-apos-sofrer-nocaute-e-ficar-em-coma.ghtml>>. Acesso em outubro de 2023.

⁸ Disponível em <<https://ge.globo.com/boxe/noticia/boxeador-russo-maxim-dadashev-morre-quatro-dias-apos-nocaute-tecnico-nos-estados-unidos.ghtml>>. Acesso em outubro de 2023.

⁹ Disponível em <<https://revistamonet.globo.com/Noticias/noticia/2019/10/boxeador-morre-poucos-dias-apos-sofrer-nocaute-brutal-que-o-deixou-com-danos-cerebrais.html#:~:text=Boxeador%20morre%20poucos%20dias%20ap%C3%B3s,com%20danos%20cerebrais%20%2D%20Monet%20%7C%20Not%C3%ADcias>>. Acesso em outubro de 2023.

al., 2017; Melo & Filgueiras, 2018). Um dos casos famosos no Brasil é o do ex-lutador Maguila, que apresentou sintomas de Alzheimer em 2010, tendo sido posteriormente diagnosticado com ETC. Outro atleta que apresentou sintomas da doença neurodegenerativa foi Éder Jofre, ex-boxeador que apresentou déficit de memória e limitação do funcionamento motor. Antes de falecer, aos 82 anos, Jofre sinalizou à família que gostaria de doar seu cérebro para estudo, o que possibilitou aos médicos da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo a confirmação e melhor compreensão da ETC.

Figura 5. Reportagens sobre os ex-lutadores Maguila e Jofre



Fontes: Globo Esporte (2020¹⁰) e G1 (2022¹¹).

Esses casos, no entanto, trazem dados dos efeitos tardios das concussões cerebrais decorrentes da prática esportiva. Entender sobre tais consequências a curto e médio prazo também se faz necessário, uma vez que intervenções precoces adequadas podem evitar desdobramentos mais severos.

¹⁰ Disponível em <<https://ge.globo.com/sp/tem-esporte/noticia/a-luta-da-vida-maguila-trata-doenca-incuravel-em-refugio-no-interior-de-sp.ghml>>. Acesso em outubro de 2023.

¹¹ Disponível em <<https://g1.globo.com/jornal-nacional/noticia/2022/10/21/familia-doa-cerebro-de-eder-jofre-para-estudo-sobre-doenca-degenerativa.ghml>>. Acesso em outubro de 2023.

3 FUNÇÕES EXECUTIVAS

As funções executivas (FEs) são um conjunto de processos mentais essenciais para o desenvolvimento cognitivo, psicológico e social, bem como o desempenho acadêmico e profissional (Diamond, 2013), pois permitem a compreensão de conceitos complexos e abstratos, a adaptação diante de situações inesperadas e a resistência a ações impulsivas (Cristofori, Cohen-Zimmerman, & Grafman, 2019). As FEs foram inicialmente definidas por Lezak (1982), que as difere de funções cognitivas (Hunter & Sparrow, 2012; Lezak, 1982). Enquanto as primeiras abrangem a maneira de executar algo, as segundas dizem respeito aos recursos intelectuais de um sujeito. A partir disso, as funções executivas estariam divididas em: volição, planejamento, ação intencional e desempenho eficaz (Lezak, 1982). Todavia, mesmo com essa definição, o modelo de Lezak (1982) é mencionado como inviável de ser empiricamente testado (Anderson, 2008). Posteriormente, diferentes modelos empíricos foram desenvolvidos por diferentes autores, que se assemelham ou se complementam quanto à definição das funções executivas e seus processos mentais, e que concordam com a implicação do córtex pré-frontal em seu desempenho (Cristofori et al., 2019; Diamond, 2013; Friedman & Miyake, 2017; Miyake et al., 2000).

Na literatura científica, alguns pesquisadores concordam que esses processos mentais se dividem conforme seus níveis de complexidade. Nesta lógica, tem-se as FEs nucleares, que abrangem a memória de trabalho, controle inibitório e flexibilidade cognitiva, sendo essas consideradas as mais básicas e que, a partir delas, processos mais especializados são desenvolvidos (Diamond, 2013; Cristofori et al., 2019; Miyake et al., 2000). Esses processos mais especializados são as FEs de alta ordem, envolvendo habilidades como planejamento, resolução de problemas e velocidade de processamento (Diamond, 2013; Cristofori et al., 2019; Miyake et al., 2000).

Ao longo dos anos, muitos autores estiveram centrados em confirmar a localização das FEs, considerando que lesões nas regiões mais frontais do cérebro estavam comumente relacionadas ao comprometimento dessas habilidades (VanHorn et al., 2012). Apesar de evidências sugerirem que, devido a ativação dessa região durante o desempenho de tarefas cognitivas, essas funções de fato estariam localizadas no córtex pré-frontal (Osaka et al., 2004; Szameitat et al., 2002; Moll, Oliveira-Souza et al., 2002; Collins, & Koechlin, 2012; Nowrangi et al., 2014), outros estudos apontam que essa região não atua sozinha no desempenho das FEs, mas sim em conjunto com estruturas como tálamo e cerebelo, que se localizam em regiões mais

subcorticais e posteriores (Elliott, 2003; Powell & Voeller, 2004). Deste modo, lesões não apenas nas regiões frontais, mas em qualquer região do cérebro, podem levar ao déficit cognitivo (Stuss & Alexander, 2002).

Contudo, apesar de haver uma atuação conjunta de diferentes áreas cerebrais no desempenho das FEs (Nowrangi et al., 2014; Elliott, 2003; Powell & Voeller, 2004), o córtex pré-frontal ainda é uma região fortemente relacionada ao desempenho dessas habilidades (Arain et al., 2013). Algo importante de destacar é que esta é uma das últimas regiões do cérebro a atingir a maturação, além do fato de que, até os 25 anos de idade, o cérebro ainda não tem seu desenvolvimento completo (Arain et al., 2013), e o auge de desenvolvimento das FEs ocorre entre os 20 e 29 anos (de Luca et al., 2003). Tais pontuações se mostram necessárias e trazem a preocupação quanto à ocorrência da concussão cerebral nesta faixa etária, especialmente entre os 10 e 25 anos, considerado um dos períodos críticos para o desenvolvimento cognitivo (Larsen & Luna, 2018; Fuhrmann, Knoll, & Blakemore, 2015; Arain et al., 2013).

A preocupação quanto ao desenvolvimento saudável das FEs se dá devido às evidências de que o seu déficit está associado a problemas na saúde mental, abuso de substâncias, baixa qualidade de vida, dificuldades no relacionamento conjugal, baixa produtividade, dificuldades em manter um emprego e problemas sociais, incluindo violência, explosões emocionais e imprudência (Diamond, 2013; Friedman & Miyake, 2017). Evidências apontam, ainda, que esse déficit é frequentemente causado por lesões cerebrais, dado que indivíduos com diagnóstico de TCE tendem a apresentar comprometimento tanto nas FEs centrais – como controle inibitório e memória de trabalho - quanto nas FEs de alta ordem - como planejamento (McGowan et al., 2019; Cristofori & Grafman, 2017; Green et al., 2017; Mendez et al., 2013). Sendo assim, compreender sobre esses processos mentais e suas características mostra-se relevante, na medida em que essa compreensão facilita a identificação de um possível comprometimento, viabilizando a busca pela devida avaliação e acompanhamento de profissionais da área.

3.1 Funções Executivas Centrais

3.1.1 Memória de Trabalho

A memória de trabalho envolve a manipulação mental de informações previamente armazenadas, de forma que essas informações se mantenham ativas durante a execução de outras tarefas, e possibilita a percepção de relações entre coisas aparentemente não relacionadas (Diamond, 2013; Cristofori et al., 2019; Miyake et al., 2000). É uma habilidade importante para

a criatividade e para o planejamento de futuras ações e decisões, monitorando e codificando a captação de informações conforme a relevância para a tarefa a ser executada (Cristofori et al., 2019; Diamond, 2013; Miyake et al., 2000). Baddeley (2012) sinaliza a existência de componentes da memória de trabalho, que são: alça fonológica, armazenamento visuoespacial e executivo central.

A alça fonológica, também descrita como memória de trabalho verbal, seria a responsável por assimilar e armazenar temporariamente informações verbais ou fonológicas (Diamond, 2013; Baddeley, 2012), enquanto o armazenamento visuoespacial, ou memória de trabalho visuoespacial, está centrado no processamento e armazenamento temporário de informações visuais e espaciais, incluindo a representação mental de objetos, cenários, orientação no espaço e aspectos visuais (Diamond, 2013; Baddeley, 2000; Baddeley, 2012). O executivo central atuaria como um componente supervisor dos processos da alça fonológica e do armazenamento visuoespacial, fazendo a gestão das informações recebidas e emitidas por esses sistemas e garantindo que as informações sejam devidamente integradas para a eficiência na execução das tarefas (Baddeley, 2000; Baddeley, 2012). Posteriormente, Baddeley (2000) trouxe o conceito de buffer episódico - ou componente episódico - como um componente de integração entre a alça fonológica e o armazenamento visuoespacial, gerenciando as informações que chegam de diferentes fontes, de modo a viabilizar a formação temporária de representações episódicas.

3.1.2 Controle Inibitório

O controle inibitório envolve a capacidade de controlar a atenção, emoções, pensamentos e comportamentos, de forma a inibir respostas automáticas e impulsivas para responder de forma mais apropriada ou necessária a uma demanda ou situação (Diamond, 2013; Cristofori et al., 2019). Em outras palavras, é uma habilidade que envolve a interrupção de respostas emocionais, cognitivas e/ou comportamentais automáticas, de modo que respostas mais adaptativas sejam elaboradas e fornecidas conforme as demandas (Cristofori et al., 2019; Miyake et al., 2000). Em seu modelo teórico, Diamond (2013) destaca subtipos de controle inibitório:

Controle inibitório da atenção: Envolve o manejo das interferências perceptuais, ou seja, a inibição de estímulos distratores de modo que seja possível focar em um estímulo específico. De igual modo, também é possível voluntariamente ignorar um único estímulo para atender a vários, com base nos objetivos ou intenções;

Inibição cognitiva: Está relacionada à supressão de representações mentais automáticas, que abrange pensamentos e memórias desconfortáveis ou indesejadas. Também inclui o esquecimento intencional, que é quando informações adquiridas anteriormente, e que nem sempre serão benéficas para a tarefa em questão, tentam vir à tona. O esquecimento intencional também vale quando devemos processar determinadas informações que precedem estímulos apresentados posteriormente, ou seja, quando precisamos retomar uma situação vivenciada no passado, assimilando-a sem levar em conta informações adquiridas no presente;

Autocontrole: Este aspecto do controle inibitório envolve a habilidade em resistir às tentações e não agir de maneira impulsiva, podendo ser exemplificado com situações em que uma pessoa consegue resistir à tentação de comer doces quando está em uma dieta para perda de peso. A resistência às tentações também é praticada quando, em vez de trapacear ou roubar em uma prova/tarefa para chegar à vitória, a pessoa se mantém seguindo as normas estipuladas. Outra forma de manifestação do autocontrole é quando uma pessoa, mesmo sendo provocada e levada a altos níveis de estresse, se controla para não revidar ou ter um comportamento agressivo. Além da resistência às tentações, outro aspecto também relacionado ao autocontrole é a disciplina para permanecer em uma tarefa apesar das distrações, adiando uma satisfação imediata para se obter maiores gratificações no futuro.

3.1.3 Flexibilidade Cognitiva

A flexibilidade cognitiva refere-se à capacidade de alternar entre múltiplas tarefas, cenários mentais, mudanças ambientais e diferentes perspectivas (Cristofori et al., 2019; Diamond, 2013; Miyake et al., 2000). A alternância entre perspectivas pode ocorrer a nível espacial – por exemplo, tomar um caminho diferente para o trabalho – ou a nível interpessoal – quando nos abrimos para enxergar uma situação sob a perspectiva do outro (Diamond, 2013). A flexibilidade cognitiva também envolve a abertura à novas possibilidades uma vez que permite mudar o pensamento que se tem sobre algo, rever prioridades, elaborar novas maneiras de se resolver um problema, admitir erros/falhas e se ajustar às novas demandas, regras e mudanças do ambiente (Diamond, 2013; Cristofori et al., 2019; Miyake et al., 2000).

Além da flexibilidade cognitiva, outro termo também encontrado na literatura científica é o de flexibilidade comportamental (Uddin, 2021). Enquanto a flexibilidade cognitiva refere-se a processos mentais de alternância entre conceitos, a flexibilidade comportamental estaria relacionada às mudanças comportamentais adaptativas face às modificações ambientais. Porém,

parece inviável dissociar a flexibilidade comportamental da flexibilidade cognitiva, uma vez que, para modificar um comportamento, é necessário um processo cognitivo que antecede e viabiliza a resposta comportamental adaptativa (Uddin, 2021).

Essa habilidade é apontada como diretamente ligada às outras duas funções executivas de alta ordem: memória de trabalho e controle inibitório. Isso porque existe a compreensão de que, para alternar entre perspectivas, se adaptar às mudanças, se ajustar à novas regras e elaborar novas formas de solucionar algo, é necessário inibir respostas automáticas já armazenadas – e, para isso, usa-se o controle inibitório – e processar novas maneiras de responder aos respectivos estímulos – e, para tal, usa-se a memória de trabalho (Cristofori et al. 2019; Diamond, 2013).

Na revisão realizada por Uddin (2021), propõe-se que a flexibilidade cognitiva possa ser considerada como um fenótipo transdiagnóstico, uma vez que o seu déficit está relacionado à ocorrência de diferentes psicopatologias. No início da vida, transtornos do neurodesenvolvimento, como Transtorno do Espectro Autista e Transtorno de Déficit de Atenção e Hiperatividade, são marcados por níveis de inflexibilidade e rigidez, tal como condições psiquiátricas comumente identificadas na adolescência, como depressão, ansiedade, Transtorno Obsessivo-Compulsivo e esquizofrenia. Essa relação é compreendida na medida em que os transtornos de humor têm como característica o foco passivo em pensamentos angustiantes, preocupação e ruminação de pensamentos negativos repetitivos, refletindo a falta de flexibilidade na maneira de perceber as situações vivenciadas (Uddin, 2021). Demências de início tardio também são frequentemente relacionadas ao déficit na flexibilidade cognitiva, como doença de Parkinson e doença de Alzheimer, ambas marcadas por níveis de rigidez e inflexibilidade (Uddin, 2021).

3.2 Funções Executivas de Alta Ordem

As funções executivas de alta ordem abrangem habilidades que emergem a partir das funções executivas centrais e se especializam em processos com maior nível de complexidade (Diamond, 2013; Cristofori et al., 2019; Miyake et al., 2000). Essas habilidades, as funções mais especializadas, incluem o planejamento, resolução de problemas, velocidade de processamento e raciocínio (Corbo & Casagrande, 2021; Cristofori et al., 2019; Diamond, 2013; Miyake et al., 2000).

A velocidade de processamento refere-se à velocidade com que se consegue processar diversas informações diferentes, sendo essencial para o desempenho, principalmente para a

memória de trabalho (Tourva, Spanoudis, & Demetrio, 2016; Diamond, 2013). Já a resolução de problemas é a capacidade de uma pessoa lidar com as demandas de seu entorno, sendo necessário representar mentalmente o problema que se apresenta e, então, elaborar as etapas para solucioná-lo (Cristofori et al., 2019; Cai et al., 2016). Para que essas etapas sejam elaboradas de maneira a viabilizar a resolução do problema, utiliza-se o planejamento, outro processo mental também definido como uma função executiva de alta ordem (Corbo & Casagrande, 2021; Cristofori et al., 2019; Cai et al., 2016). O planejamento envolve algumas etapas cruciais para que se consiga atingir uma meta estipulada, como: definição do objetivo, formulação do plano de ação, criação e ativação de marcadores e avaliação do cumprimento das metas inicialmente estipuladas (Corbo & Casagrande, 2022). Há, ainda, o raciocínio, que reflete a capacidade de transformar informações latentes em informações mais acessíveis e claras, de modo a tornar os processos mais compreensíveis e chegar a conclusões (Corbo & Casagrande, 2022).

3.3 Funções executivas no esporte

As funções executivas têm sido amplamente estudadas no âmbito esportivo, entre atletas de diferentes níveis e modalidades, seja para compreender os efeitos da prática esportiva sobre tais habilidades, para investigar o quanto as FEs influenciam na performance e no sucesso esportivo, ou para entender se há diferenças no nível de desempenho das FEs de acordo com as diversas modalidades esportivas (Conteras-Osorio et al., 2022; Koch & Krenn, 2021; Krenn et al., 2018; Vestberg et al., 2012). No estudo de Krenn et al. (2018), foi observado que, em comparação com esportes estáticos e interceptivos, atletas de esportes estratégicos tinham melhores escores de funções executivas, especialmente tempo de reação e memória de trabalho, tendo esse resultado sido relacionado às demandas cognitivas inerentes à cada modalidade - ou seja, quanto maior a demanda, melhor o desenvolvimento das FEs.

Vestberg et al. (2012) sugerem que as FEs podem prever o sucesso esportivo. Em seu estudo, trazem evidências de que atletas de futebol da primeira divisão apresentam melhor desempenho em testes de FEs quando comparados com atletas de futebol de divisões mais baixas (Vestberg et al., 2012). Eles apontam, ainda, que ambos os grupos apresentaram melhor desempenho nos testes em comparação com a população geral (Vestberg et al., 2012), dados também discutidos por Conteras-Osorio et al. (2022), que reforçam evidências de que a prática regular de

exercícios pode ser uma forma de otimizar o desempenho das funções executivas em pessoas saudáveis (Conteras-Osorio et al., 2022; Guiney & Machado, 2013).

No estudo de Koch e Krenn (2021), foram investigadas as diferenças nas FEs entre atletas de elite de esportes de habilidade aberta - como basquete e tênis, cujos ambientes são dinâmicos e os atletas precisam se adaptar e reagir rapidamente, e esportes de habilidade fechada - como corrida e natação, cujos ambientes tendem a ser mais estáveis e previsíveis. Seus resultados sugerem que atletas de elite em esportes de habilidade aberta apresentam melhor desempenho das FEs em comparação com atletas de esportes de habilidade fechada, especialmente a memória de trabalho e a flexibilidade cognitiva (Koch & Krenn, 2021).

Outra linha de investigação das funções executivas é quanto ao seu comprometimento decorrente de lesões cerebrais. Um estudo longitudinal foi conduzido por Howell et al. (2012), e traz evidências de que adolescentes que sofreram concussão cerebral apresentaram prejuízos nas FEs por até dois meses após o trauma. Dados semelhantes foram encontrados por Moore et al. (2018), que abordam comprometimentos a longo prazo das funções executivas em crianças que sofreram concussão durante sua prática esportiva. Evidências de comprometimentos nas FEs também são identificados entre atletas adolescentes e adultos que sofreram trauma cerebral relacionada ao esporte (Hou et al., 2023; Sicard, Harrison, & Moore, 2021; McGowan et al., 2019).

Além disso, estudos apontam que, ao serem comparados com ex-atletas sem histórico de concussão, indivíduos que sofreram esse trauma durante sua prática esportiva apresentaram alterações cognitivas mesmo após mais de trinta anos após a ocorrência da concussão, sinalizando a cronicidade de seus efeitos (Beaumont et al., 2009). Deste modo, no contexto esportivo, atletas que estão frequentemente expostos a ocorrência da concussão cerebral estão mais propensos ao déficit nas FEs, com o risco de comprometimento a longo prazo na saúde mental, na interação social e na qualidade de vida (Diamond, 2013; Omalu et al., 2005; Omalu et al., 2010).

4 JUSTIFICATIVA

Ainda que os estudos sobre concussão cerebral tenham avançado ao longo dos anos (Patricios et al., 2023; Montenigro et al., 2017; Sharp & Jenkins, 2015; Omalu et al., 2010; Omalu et al., 2005), alguns fatores parecem se manter incompreendidos, especialmente no âmbito esportivo. Aspectos como os sintomas agudos e crônicos da concussão, a rápida detecção da ocorrência do trauma, bem como os protocolos de avaliação e manejo dos sintomas entre atletas.

Especificamente no que tange aos esportes de combate, devido à alta incidência de concussão (Payman et al., 2018), compreender sobre a relação entre a ocorrência do trauma e os comprometimentos nas funções executivas mostra-se demasiadamente relevante, considerando a importância destas funções para a saúde mental e qualidade de vida desses sujeitos (Diamond, 2013). Por isso, o presente estudo esteve centrado em mapear a literatura científica acerca dessa relação, investigando qual(is) das funções executivas centrais estaria(m) mais fortemente ligada(s) à ocorrência da concussão cerebral e a partir disso discutir sobre as políticas públicas orientadas ao manejo e, principalmente, prevenção dessas sequelas.

5 OBJETIVOS

5.1 Objetivo geral

Realizar uma revisão de literatura sistemática a fim de fazer um mapeamento dos estudos que apresentam a relação entre a ocorrência da concussão cerebral e as funções executivas em atletas de esportes de combate, com o intuito de verificar a existência dessa relação.

5.2 Objetivos específicos

- Avaliar a qualidade metodológica dos estudos encontrados;
- Verificar a relação entre concussão cerebral e idade;
- Analisar a existência de relação entre ocorrência da concussão e diferenças entre sexos;
- Identificar relação entre ocorrência da concussão cerebral e a modalidade praticada;
- Mapear os tipos de estudos que abordam sobre concussão cerebral e déficit nas funções executivas em esportes de combate;
- Fazer um levantamento das formas de avaliação neuropsicológica da concussão cerebral entre atletas de esportes de combate.

6 HIPÓTESES

O comprometimento das funções executivas é apontado pela literatura científica como uma das possíveis consequências da concussão cerebral (Patricios et al., 2023; Kaup et al., 2019; Pavlovic et al., 2019; McCrory et al., 2018; Rice et al., 2018). Com base nisso, a principal hipótese do presente estudo é de que a concussão cerebral provoca déficit nas funções executivas centrais em atletas de esportes de combate. A hipótese nula refere a ausência de relação entre concussão cerebral e comprometimento das funções executivas em lutadores de diferentes modalidades.

Ademais, é esperado que os estudos incluídos na revisão apresentem qualidade metodológica boa o suficiente para que se possa extrair dados que revelem eventuais relações entre a ocorrência da concussão cerebral e fatores como idade, diferenças entre sexos e modalidade de luta praticada. Este último fator leva em consideração as especificidades técnicas de cada modalidade, que podem se diferenciar quanto aos tipos de golpes e objetivos da luta. Por fim, com o mapeamento dos tipos de estudos, espera-se que quanto mais direcionada for a pesquisa (ex.: estudos de caso), maiores serão os detalhamentos quanto às formas de avaliação da concussão cerebral e das funções executivas.

7 MÉTODO

Uma revisão sistemática foi conduzida por dois pesquisadores (autora e um dos colaboradores) nas plataformas BVS, PubMed, Science Direct e Scielo, sem restrição quanto ao ano de publicação, utilizando o método *Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses* (PRISMA; Moher et al., 2009; Urrútia & Bonfil, 2010), em que apenas os artigos que se enquadraram nos critérios de inclusão foram avaliados. As palavras-chave utilizadas nas diferentes bases de busca foram: “concussion” OR “brain injury” OR “head trauma” AND “combat sports” OR “boxing” OR “mixed martial arts” OR “fighters” NOT “review”. O intuito foi direcionar as buscas aos artigos que abordavam sobre a concussão em esportes de combate em qualquer ano e, a partir disso, filtrar os que discutiam os impactos nas funções executivas. Não houve especificação dos termos relativos às funções executivas devido à variedade nas formas de se referir a essas funções na literatura científica.

A revisão está registrada na PROSPERO - *International Prospective Register of Systematic Reviews* (Registro Prospectivo Internacional de Revisões Sistemáticas) sob o identificador “CRD42023418128”. A PROSPERO é uma base de dados, disponibilizada virtualmente em 2011, que permite o registro de protocolos de revisões sistemáticas, cujo intuito, dentre outros, é evitar que haja várias revisões avaliando o mesmo fenômeno clínico (Pacheco et al., 2018). Em outras palavras, quando a presente revisão foi registrada na plataforma, não havia registro de outra revisão investigando os mesmos fatores.

7.1 Critérios de inclusão e exclusão

A presente revisão incluiu estudos de caso e estudos empíricos quantitativos de todos os tipos (experimentais, quase-experimentais, correlacionais e exploratórios), que avaliassem a concussão cerebral e as funções executivas, seguindo a metodologia do acrônimo PICOS (Methley et al., 2014). P (*Population/População*): atletas de luta em nível amador, universitário ou profissional; I (*Intervention/Intervenção*): concussão cerebral ou lesão cerebral ou trauma na cabeça durante a prática esportiva; C (*Comparison/Comparação*): atletas com vs. sem histórico de concussão cerebral ou dados antes vs. depois da concussão cerebral; O (*Outcomes/Resultados*): déficit cognitivo ou déficit nas funções executivas ou prejuízos neuropsicológicos; S (*Study type/Tipo de estudo*): estudos de caso, estudos correlacionais, estudos experimentais, estudos quase-experimentais e estudos exploratórios. Foram excluídas

revisões de literatura, editoriais, monografias, dissertações, teses e capítulos de livros, bem como textos completos e resumos de anais de congressos.

No presente estudo, o item “Intervenção” do acrônimo PICOS foi adaptado. Uma vez que os estudos não buscavam uma intervenção clínica específica, mas sim o levantamento de informações quanto aos prejuízos cognitivos decorrentes da concussão cerebral, o histórico do trauma foi considerado como ponto de intervenção sobre a vida do sujeito.

7.2 Qualidade metodológica e risco de viés

A qualidade metodológica foi realizada a partir da ferramenta *Critical Appraisal Skills Programme* (CASP, 2018). Essa ferramenta conta com 12 domínios, em que cada um deve ser respondido com “sim”, “não” ou “não posso dizer”. Os domínios trazem pontos cruciais para orientar a avaliação da qualidade metodológica, questionando se os estudos abordaram uma questão claramente focada, se a coorte foi recrutada de forma aceitável, se houve precisão na mensuração da exposição a fim de evitar enviesamento, se as informações importantes e fatores de confusão foram levantados pelos autores e se foram considerados nos projetos e/ou análises, se houve suficiente acompanhamento dos sujeitos e dos assuntos, quais resultados os estudos apresentam e qual a precisão desses achados, se os resultados são críveis, se os resultados podem ser aplicados para outra população e se estão em consonância com outras evidências e, por fim, as implicações dos estudos para a prática.

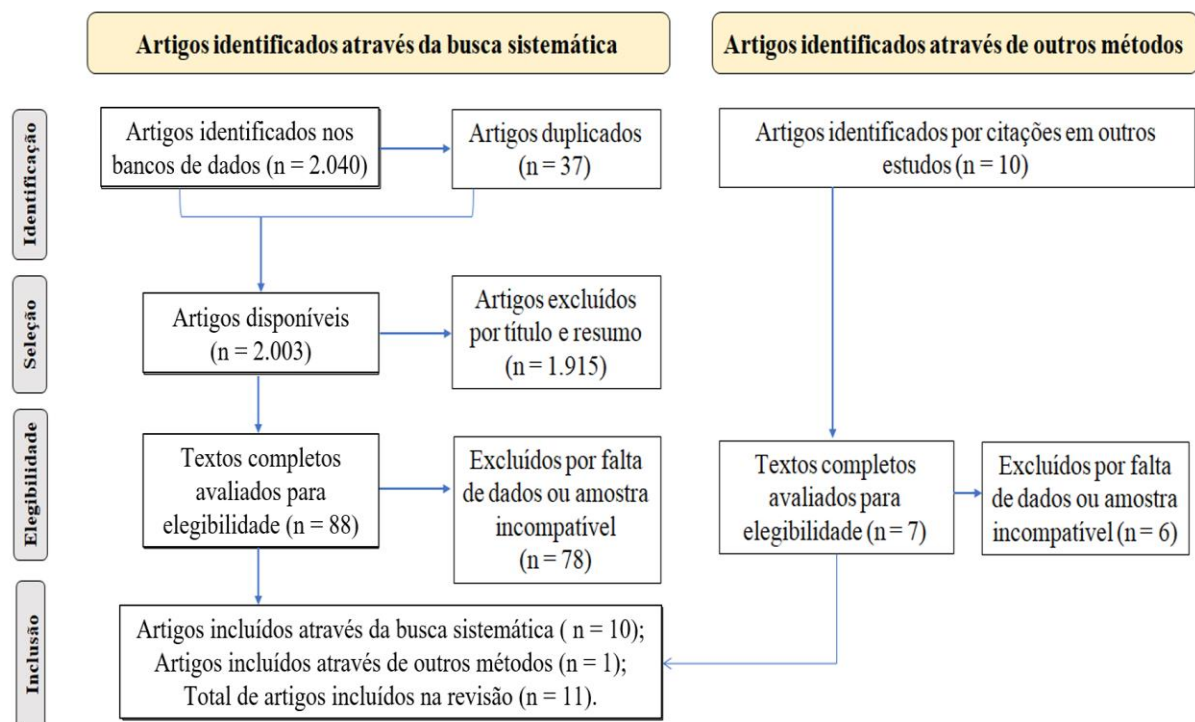
Para facilitar a avaliação da qualidade metodológica, foram atribuídos valores na utilização da ferramenta, em que cada “sim” representa um ponto. Considerando um total de 14 pontos possíveis, os escores foram distribuídos da seguinte forma: 0-5 = baixa qualidade; 6-9 = qualidade moderada; 10-14 = alta qualidade. A avaliação foi realizada por dois colaboradores, e os eventuais conflitos de interesse que poderiam afetar a qualidade dos estudos foram abordados. Um terceiro colaborador do estudo foi solicitado para que quaisquer divergências fossem sanadas.

8 RESULTADOS

A busca sistemática resgatou um total de 2.040 artigos elegíveis para esta revisão. Além dos artigos encontrados na busca sistemática, um total de 10 artigos obtidos através de outros métodos também foram incluídos para análise de elegibilidade. As etapas seguidas desde a primeira busca até a última etapa de exclusão/inclusão estão descritas na **Figura 6**, segundo o fluxograma do PRISMA (Moher et al., 2009). O *software* EndNote foi utilizado para gerenciar os artigos em cada uma das etapas. Após a exclusão das duplicatas, restaram 2.003 artigos provenientes da busca sistemática, dos quais um total de 1.915 foram removidos após leitura do título e resumo, restando apenas 88 artigos.

Os 88 artigos da busca sistemática e os 10 artigos encontrados por outros métodos foram analisados em sua completa extensão e, com base nos critérios de inclusão e exclusão, restaram, no total, 11 artigos adequados para esta revisão. A **Tabela 1** traz uma descrição das características amostrais dos estudos incluídos.

Figura 6. Fluxograma PRISMA - adaptado ao presente estudo.



Fonte: a autora, 2023.

Tabela 1. Descrição das características amostrais dos estudos incluídos

Autor e ano	Caracterização da amostra				
	n	idade (em anos)	sexo	modalidade	exposição a luta
Areza-Fegyveres et al., 2007	1	61	♂	boxe	+ 60
Banks et al., 2014	131	19-71 (m = 28,5)	♂	boxe; MMA	m = 44,0
Bernick et al., 2020b	204	boxe. ap. (m=45.48) boxe. at. (m=28.56) MMA at. (m=29.19) cont. (m=30.55)	♂	boxe; MMA	boxe. ap. (m=38) boxe. at. (m=5) MMA at. (m=7.5) cont. (0)
Brooks et al., 1987	48	15-27 (m=21)	♂	boxe	2-96 (m=26.2)
Hart et al., 2017	10	m=22.0	♂ = 9 ♀ = 1	boxe	NE
Kaste et al., 1982	40	19-53 (m=31)	♂	boxe	m=136
Lee et al., 2020	476	18-72 (m=30.0)	♂ = 440 ♀ = 36	boxe; MMA	NE
Mayer et al., 2015	13	18-45 (m=28.23)	♂ = 11 ♀ = 2	MMA	NE
Neselius et al., 2014	30	NE	NE	boxe	NE
Ritter et al., 2023	176	SET+ (m=47.31); SET- (m=41.25)	♂	boxe; MMA	SET+ (m = 33.5); SET- (m=16)
Rochon, 1994	1	68	♂	boxe	aprox. 200

n = número da amostra; m = média; MMA = mixed martial arts (artes marciais mistas); boxe = boxeadores; ap = aposentados; at = ativos; cont = controle; SET (+ / -) = Síndrome de Encefalopatia Traumática (positiva ou negativa); NE = não especificado; aprox. = aproximadamente

Quanto à data de publicação, 3 artigos foram publicados antes de 2000 e o restante entre 2007 e 2023. As modalidades de luta encontradas nos estudos foram apenas boxe e mma, tendo o boxe maior incidência (91%). A amostra total foi n = 1.130, com idades variando entre 15 e 68 anos, em que 27.3% dos estudos contaram com amostras mistas, de homens e mulheres, e 63.7% fizeram um levantamento das exposições dos atletas às lutas. Na **Tabela 2** são apresentadas informações quanto aos tipos de estudo, os instrumentos utilizados, o tipo de avaliação, os aspectos cognitivos investigados e os principais resultados encontrados.

Tabela 2. Dados metodológicos e resultados

Autor, ano	Tipo de estudo	Instrumentos de avaliação cognitiva	Tipo de avaliação	Aspectos cognitivos investigados	Principais resultados
Areza-Fegyveres et al., 2007	Estudo de caso	Trail Making Test; Maze test	Baterias de testes cognitivos	Funções Executivas; Planejamento.	↓ Funções executivas.
Banks et al., 2014	Correlacional	BIS-II.	Instrumento de auto relato	Controle inibitório/ impulsividade.	↑ Impulsividade; Impulsividade no MMA no boxe.
Bernick et al., 2020b	Longitudinal	CNS Vital Signs; C3.	Baterias de testes cognitivos	Velocidade de processamento, Flexibilidade cognitiva.	↓ Velocidade de processamento; ↓ Flexibilidade cognitiva.
Brooks et al., 1987	Correlacional	PASAT.	Baterias de testes cognitivos	Memória de trabalho, atenção.	Sem diferenças significativas.
Hart et al., 2017	Longitudinal	CANTAB.	Baterias de testes cognitivos	Velocidade de processamento, Controle Inibitório, Planejamento, Resolução de problema, memória de trabalho.	↓ Planejamento e ↓ Resolução de problemas após luta
Kaste et al., 1982	Correlacional	Wisconsin Card-Sorting Test; TMT	Bateria de testes cognitivos	Flexibilidade Cognitiva, Flexibilidade de aprendizagem	↓ Flexibilidade de aprendizagem; ↓ Flexibilidade cognitiva
Lee et al., 2020	Correlacional	CNS Vital Signs; BIS.	Bateria de testes cognitivos e instrumento de auto relato	Impulsividade, Velocidade de processamento.	↓ velocidade de processamento; ↑ impulsividade
Mayer et al., 2015	Longitudinal	PASAT; WAIS-III; FAS-test.	Bateria de testes cognitivos e instrumento de auto relato	Memória de trabalho, Velocidade de processamento, Função executiva.	↓ Velocidade de processamento; ↓ Memória de trabalho
Neselius et al., 2014	Correlacional	WAIS-Revised; Digit Span; TMT.	Bateria de testes cognitivos e instrumento de auto relato	Velocidade de processamento, Memória de trabalho, Função Executiva.	Sem diferenças significativas
Ritter et al., 2023	Correlacional	CNS Vital Signs; C3; BIS-II.	Bateria de testes cognitivos e instrumento de auto relato	Impulsividade, Velocidade psicomotora, Tempo de reação.	SET+ = ↓ Tempo de reação e ↓ Velocidade psicomotora.
Rochon, 1994	Estudo de caso	Wisconsin Card-Sorting Test; Stroop.	Bateria de testes cognitivos	Flexibilidade mental, Controle de inibições.	↓ Flexibilidade mental; ↓ Controle de inibições.

↑ = aumento/maior; ↓ = declínio/menor; WAIS = Wechsler Adult Scale; TMT = Trail Making Test; C3 = Computerized Cognitive Composite; PASAT = Paced Auditory Serial Addition Task; BIS = Barrett Impulsiveness Scale; CANTAB = Cambridge Neuropsychological Test Automated Battery; SET (+ / -) = Síndrome de Encefalopatia Traumática (positiva ou negativa)

Quanto aos dados metodológicos dos estudos, 55% foram estudos correlacionais e 27,3% foram estudos longitudinais, tendo dois estudos de caso. Apenas os estudos correlacionais, especificamente dois, identificaram ausência de relações significativas. Isso pode ser explicado

pelo fato de que, em estudos correlacionais, muitas vezes não há lembrança fidedigna dos sintomas ou mesmo da quantidade de vezes em que o trauma ocorreu, além da falta de dados de linha de base para comparar o desempenho das funções executivas antes da ocorrência da lesão cerebral decorrente da prática esportiva. Já em estudos longitudinais, é possível estabelecer uma correlação entre o desempenho antes e depois da ocorrência da concussão. Na presente revisão, todos os estudos longitudinais encontrados sinalizaram diferenças significativas na velocidade de processamento (Bernick et al., 2020b; Mayer et al., 2015), memória de trabalho (Mayer et al., 2015) e flexibilidade cognitiva (Bernick et al., 2020b).

Os comprometimentos cognitivos identificados com maior frequência foram memória (Ritter et al., 2023; Mayer et al., 2015; Areza-Fegyveres et al., 2007), velocidade de processamento (Bernick et al., 2020b; Lee et al., 2020; Mayer et al., 2015), impulsividade/dificuldade de controlar impulsos (Lee et al., 2020; Banks et al., 2014; Rochon, 1994) e flexibilidade mental/cognitiva (Bernick et al., 2020b; Rochon, 1994; Kaste et al., 1982). Tais resultados apontam uma relevante relação entre concussão cerebral e prejuízos nas funções executivas em atletas de esportes de combate, especificamente de boxe e de artes marciais mistas.

Em relação às medidas de avaliação cognitiva, houve alta heterogeneidade, com a utilização de diferentes baterias de testes neuropsicológicos e cognitivos, sendo a WAIS, WMS, TMT, CNS Vital Signs e BIS utilizadas em mais de 2 estudos. Apesar dessa heterogeneidade nas ferramentas de avaliação, as habilidades cognitivas acessadas apresentaram alguma homogeneidade, em que os principais resultados encontrados sinalizaram prejuízos na memória (36.5%), atenção/concentração (27.5%), velocidade de processamento (27.5%) e controle de impulsos (27.5%).

Na **Tabela 3** estão descritos os resultados da análise de qualidade metodológica, em que 90.9% dos estudos selecionados para esta revisão apresentou alta qualidade metodológica e 9.1% apresentaram qualidade metodológica moderada. O estudo de Kaste et al. (1982) foi o que teve menor pontuação nessa avaliação. Isso porque não houve possibilidade de definir se todos os fatores de confusão foram identificados e considerados pelos autores, bem como se os resultados foram suficientemente abordados, uma vez que discussões mais densas sobre os prejuízos psicológicos, comportamentais e sociais poderiam ter sido realizadas pelos autores.

Outros dois estudos que também apresentaram pontuações mais baixas, apesar de terem sido considerados com alta qualidade metodológica, foram os estudos de Brooks et al. (1987) e de Neselius et al. (2014). Quanto ao estudo de Neselius et al. (2014), não foi possível definir a precisão da mensuração da exposição e dos resultados, bem como sua adequação com outras

evidências e o suficiente acompanhamento dos sujeitos. Nesse estudo, apenas um boxeador relatou sintomas relacionados à concussão e, apesar de o foco ter sido eventuais prejuízos de impactos subconcussivos, não houve clareza quanto ao levantamento de dados da exposição à ocorrência de concussão.

Na avaliação do estudo de Brooks et al. (1987), foram consideradas limitações no recrutamento e acompanhamento da amostra, bem como na mensuração da exposição e do resultado. Quanto à amostra, os autores assinalam que o grupo controle foi composto também por sujeitos que também praticavam boxe, mas que treinavam sem *sparring*, ou seja, não participavam de simulações de luta. Apesar dessa justificativa, deve-se considerar que não há controle sobre o tipo de treino realizado fora dos clubes e, portanto, optar por controles não praticantes de boxe poderia ser uma melhor opção. Além disso, informações quanto a histórico de concussões e/ou sintomas relacionados ao trauma poderiam ter sido levantados, a fim de acrescentar à análise da relação entre a prática de boxe e eventuais prejuízos neuropsicológicos. É possível que devido a esses aspectos, além de outros mencionados pelos próprios autores, o estudo não tenha encontrado diferenças significativas.

Tabela 3. Qualidade metodológica dos estudos selecionados (CASP)

Estudos	1	2	3	4	5a	5b	6a	6b	7	8	9	10	11	12	Escore
Areza-Fegyveres et al., 2007	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	14
Banks et al., 2014	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	14
Bernick et al., 2020b	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	14
Brooks et al., 1987	S	N	N	N	S	S	N	S	S	S	S	S	S	S	10
Hart et al., 2017	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	14
Kaste et al., 1982	S	S	S	S	NPD	NPD	S	N	NPD	N	S	S	S	S	9
Lee et al., 2020	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	14
Mayer et al., 2015	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	14
Neselius et al., 2014	S	S	NPD	NPD	S	S	NPD	S	S	S	S	S	NPD	S	10
Ritter et al., 2023	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	14
Rochon, 1994	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	14

1= O estudo abordou uma questão claramente focada; 2= A coorte foi recrutada de maneira aceitável; 3= A exposição foi medida com precisão para minimizar o viés; 4= O resultado foi medido com precisão para minimizar o viés; 5= (a) Os autores identificaram todas as informações importantes, fatores de confusão; (b) Eles levaram em conta os fatores de confusão no projeto e / ou análise; 6=(a) O acompanhamento dos sujeitos foi completo o suficiente; (b) O acompanhamento dos assuntos foi suficiente; 7= Quais são os resultados deste estudo; 8= Qual é a precisão dos resultados; 9= Você acredita nos resultados; 10= Os resultados podem ser aplicados a população local; 11= Os resultados deste estudo são adequados com outras evidência (discussão); 12= Quais são as implicações deste estudo para a prática. S= sim; N=não; NPD= não posso dizer; NI- não informado; IC= intervalo de confiança.

9 DISCUSSÃO

A presente revisão sistemática esteve direcionada a mapear os estudos que investigaram a relação das funções executivas em atletas de combate. Um total de nove dos onze estudos encontrados aborda diretamente essas funções executivas com atletas de esportes de combate (Ritter et al., 2023; Bernick et al., 2020b; Lee et al., 2020; Hart et al., 2017; Mayer et al., 2015; Banks et al., 2014; Neselius et al., 2014; Rochon, 1994). Destes nove estudos, seis encontraram diferenças significativas nos resultados para comprometimento da memória de trabalho (Mayer et al., 2015), flexibilidade mental/cognitiva (Bernick et al., 2020b; Rochon, 1994; Kaste et al., 1982) e controle inibitório/impulsividade (Lee et al., 2020; Banks et al., 2014; Rochon, 1994). Os dois estudos que não encontraram relação significativa sinalizam que tal resultado pode ser devido a falta de medidas padronizadas para avaliar as funções executivas ou falta de avaliação com dados de linha de base (Neselius et al., 2014; Brooks et al., 1987).

As relações encontradas na presente revisão estão em consonância com os achados da literatura científica. Green et al. (2017) identificaram que, ao comparar com dados de linha de base, atletas de hockey apresentaram pior desempenho em tarefas de memória de trabalho após a ocorrência da concussão cerebral. Resultados semelhantes foram encontrados por Hudac et al. (2018) em uma amostra de atletas de futebol americano. Em contrapartida, Mayers et al. (2011) compararam o desempenho da memória de trabalho em grupos de atletas de futebol com maior risco de concussão e atletas em menor risco de sofrer o trauma, cujos resultados apontam ausência de prejuízo na memória de trabalho em atletas que sofreram concussão. Os autores destacam que dentre os fatores que possivelmente contribuíram para tal achado está o intervalo de meses a anos entre a ocorrência do trauma e o momento da avaliação, além da possibilidade de esta função executiva ser mais aprimorada em indivíduos desta modalidade, o que poderia mascarar potenciais efeitos da lesão (Mayers et al., 2011). Tal explicação poderia também ser atribuída aos resultados da presente revisão, uma vez que apenas um estudo encontrou prejuízos da memória de trabalho em relação com a concussão cerebral (Mayer et al., 2015). Não obstante, mais estudos são necessários para melhor compreender tal fenômeno nos esportes de combate.

Quanto à flexibilidade cognitiva, Hume et al. (2017) investigaram os comprometimentos da concussão cerebral sobre essa função executiva em um grupo de 103 atletas de rugby de elite, que foram comparados a atletas de rugby comunitário e atletas de esportes sem contato. Os resultados indicaram que, dentre os comprometimentos neuropsicológicos da concussão, o grupo de atletas de rugby de elite tiveram pior desempenho em tarefas de flexibilidade cognitiva

(Hume et al., 2017). McGowan et al. (2018) também encontraram evidências semelhantes. O estudo realizado com 22 atletas com histórico de concussão mostrou que as concussões cerebrais podem interferir no desempenho de tarefas de flexibilidade cognitiva, sugerindo, ainda, diferentes trajetórias de recuperação (McGowan et al., 2018).

O controle inibitório/impulsividade foi a função executiva com mais achados de prejuízos relacionados à concussão na presente revisão sistemática, tendo sido investigado tanto por baterias de testes quanto por instrumentos de autorrelato. Os prejuízos nessa função executiva também são encontrados por McGowan et al. (2019), que realizaram um estudo com 55 atletas de diferentes modalidades e controles pareados, cujos resultados apontam que o grupo de atletas que sofreu concussão apresentou déficit no controle inibitório após o trauma, tendo esse comprometimento perdurado até um mês após a lesão. Prejuízos no controle inibitório relacionados aos recorrentes impactos na cabeça também foram encontrados por Stafford et al. (2020), em uma amostra de 74 atletas de futebol americano, e por Byrd et al. (2022), que apontam, dentre diferentes sintomas, experiências de impulsividade relatadas por atletas após a ocorrência da concussão.

Dos dois estudos restantes do total de onze desta presente revisão, nota-se que as funções executivas são abordadas indiretamente. No estudo de Areza-Fergyveres et al. (2017), menciona-se o comprometimento das funções executivas em relação à ocorrência da concussão cerebral. Contudo, não há especificação de quais são essas funções executivas. Quanto ao estudo de Brooks et al. (1987), não há menção direta ou indireta sobre as funções executivas centrais. Entretanto, ele foi incluído na presente revisão por ter utilizado testes que acessam as funções executivas centrais, como o teste PASAT, que pode acessar a memória de trabalho (Mendez et al., 2013). Todavia, de um modo geral, Brooks et al. (1987) não encontraram dados significativos para o comprometimento das funções executivas, e os autores sinalizam a escolha dos testes, bem como a seleção da amostra e controles, como possíveis causas para seus resultados.

A heterogeneidade das ferramentas e formas de avaliação, bem como a atribuição de uma função executiva a um determinado teste cognitivo, se configuram um ponto relevante a se considerar. Por exemplo, o teste de Stroop, que foi utilizado por Bernick et al. (2020b) para verificar a velocidade de processamento, foi utilizado por Mayer et al. (2015) como parte dos testes utilizados, mas sem especificação de qual função executiva estaria sendo acessada, e é recomendado por Diamond (2013) como uma ferramenta de avaliação do controle inibitório. Tal diversificação nas formas de avaliação e atribuição de ferramentas pode ser uma limitação

para o levantamento de dados mais sólidos e precisos no que diz respeito ao desempenho e prejuízos das funções executivas.

Outro ponto relevante de ser discutido, apontado por Brooks et al. (2020) como uma das limitações, é o pressuposto identificado nos estudos correlacionais de que quaisquer danos cerebrais podem ser identificados através da aplicação de uma bateria de testes neuropsicológicos. De fato, os testes podem sinalizar comprometimentos não apenas nas funções executivas, como apontado no presente estudo, mas também prejuízos para a saúde mental ao relacionar a ocorrência do trauma ao surgimento de sintomas de ansiedade, depressão, ideação suicida e sintomas de doenças neurodegenerativas como Parkinson, Alzheimer e Encefalopatia Traumática Crônica (Omalu, 2005; Yengo-Kahn et al., 2016; Mez et al., 2017; Melo & Filgueiras, 2018). Porém, tal como apontado por Gavett et al. (2011), esses sintomas podem acabar se manifestando somente mais tarde na vida do sujeito, fazendo com que sua identificação também ocorra mais tarde e, por isso, a dificuldade de uma identificação precoce mais consistente. Além disso, deve-se considerar a validade ecológica da avaliação neuropsicológica da concussão em atletas, uma vez que os testes podem apontar escores considerados normais mesmo em sujeitos que apresentam dificuldades no gerenciamento de diversas atividades comuns no dia a dia - dificuldades essas que não eram vistas antes do trauma (Bigler, 2008). Ademais, a confirmação do diagnóstico de doenças neurodegenerativas, como a Encefalopatia Traumática Crônica, que traz uma série de comprometimentos cognitivos e disfunção executiva, só é possível de ser realizada através de exame neuropatológico *postmortem* (Omalu, 2005; Gavett et al., 2011; Saulle & Greenwald, 2012). Deste modo, tais argumentos podem explicar a ausência de relações significativas em dois dos estudos incluídos na presente revisão (Brooks et al., 2020; Neselius et al., 2014).

Quanto às diferenças entre sexos, apenas três estudos contam com amostras mistas de homens e mulheres (Mayer et al., 2015; Hart et al., 2017; Lee et al., 2020). Dos três, contudo, apenas um aponta não ter encontrado diferenças significativas entre sexos (Mayer et al., 2015), e os demais não trazem essa análise (Hart et al., 2017; Lee et al., 2020), possivelmente devido ao tamanho insuficiente de participantes mulheres para que viabilizasse uma comparação. Na literatura científica, de fato parece haver uma escassez de estudos que abordem diferenças entre sexos após uma concussão (Merritt et al., 2019). Ainda assim, a prevalência de concussão aparentemente é maior nas mulheres, que tendem a relatar mais sintomas e com maior gravidade em relação aos homens, além de apresentarem pior desempenho cognitivo após concussão relacionada ao esporte (Merritt et al., 2019; Koerte et al., 2020). Além disso, no que tange à

recuperação dos sintomas, mulheres parecem demorar mais para retornar ao funcionamento anterior à lesão, tendo um tempo de recuperação mais prolongado (Koerte et al., 2020).

Outros aspectos que também foram investigados na presente revisão foram a relação dos prejuízos da concussão cerebral com a idade e à exposição às lutas, em que apenas alguns dos estudos realizaram ou encontraram essas diferenças. O estudo de Kaste et al (1982) sinalizou que o boxeador mais velho em sua investigação apresentou disfunções que interferiam negativamente em sua rotina diária e em suas relações sociais, além de o segundo boxeador mais velho também apresentar comportamentos inadequados atribuídos à sua carreira no boxe. O estudo de Lee et al. (2020) menciona diferenças significativas entre lutadores ativos e aposentados em termos de idade e exposição à luta, mas não relaciona essas diferenças à prejuízos cognitivos. Ritter e colegas (2023) apontaram que atletas mais velhos, com mais lutas e mais nocautes ao longo da carreira apresentaram prejuízos na memória. Seguindo a mesma linha de correlação, Banks et al (2014) trazem que o número total de lutas e o número total de anos de carreira foram significativos preditores dos escores na escala de impulsividade. Ainda que Mayer et al (2015) não tenham encontrado diferenças significativas em relação à idade, os autores sinalizaram que os atletas que mais relataram ocorrência de concussão ao longo da carreira também informaram aumento dos sintomas cognitivos durante a recuperação.

Em suma, apesar das dificuldades mencionadas, identificar os sintomas tão antes quanto possível pode ser uma maneira eficaz de amenizar os prejuízos cognitivos relacionados à exposição aos repetitivos traumas cerebrais sofridos pelos atletas, promovendo uma recuperação mais adequada. Todavia, para isso, é relevante considerar a necessidade de uma padronização dos testes cognitivos e formas de avaliação da concussão cerebral no âmbito esportivo, o que viabilizaria uma melhor compreensão dos prejuízos a curto, médio e longo prazo.

Outro ponto também necessário de trazer à discussão é a necessidade da presença de profissionais da saúde mental no contexto dos esportes de combate. Apesar da existência da Lei Pelé (Lei 9.615/1998), que obriga instituições esportivas a garantirem, dentre diversos direitos, a assistência psicológica a atletas em formação, essa Lei não abrange atletas profissionais. Além disso, no que tange à prática de esportes de combate, especialmente boxe e MMA, existem muitas equipes independentes de clubes, que participam de competições nacionais e internacionais, que não contam com assistência psicológica para os atletas. Tal ponto ressalta a emergência em atualizar as políticas públicas quanto às normas para garantia de acompanhamento psicológico para atletas de diferentes modalidades, estejam eles em formação ou já em nível profissional.

Dessa forma, apesar das limitações acima mencionadas, a presente revisão sistemática foi eficaz em encontrar respostas quanto aos comprometimentos nas funções executivas centrais relacionados à ocorrência da concussão, especialmente o controle inibitório (Lee et al., 2020; Banks et al., 2014; Rochon, 1994) e a flexibilidade cognitiva (Bernick et al., 2020b; Rochon, 1994; Kaste et al., 1982). Além disso, menciona a importância e necessidade do acompanhamento e intervenção de psicólogos e/ou neuropsicólogos esportivos, com o intuito de viabilizar a promoção de saúde mental no contexto de alto rendimento, bem como a reabilitação neuropsicológica de atletas de esportes de combate expostos à concussão cerebral, podendo, ainda, auxiliar na produção de mais pesquisas científicas na área.

CONCLUSÃO

A literatura científica tem se mostrado cada vez mais interessada em compreender o fenômeno da concussão no âmbito esportivo e as diferentes formas de manifestação dos sintomas. Porém, no que tange às modalidades dos esportes de combate, poucas são as investigações quanto aos comprometimentos nas funções executivas centrais. Na presente revisão sistemática, oito dos onze estudos encontrados abordam diretamente as funções executivas centrais, em que apenas cinco encontraram resultados significativos de prejuízo em pelo menos uma dessas habilidades.

Debater sobre esses prejuízos pode trazer um outro olhar da sociedade quanto aos esportes de combate, que por vezes estimulam a espetacularização das lutas e vibram quando um lutador vai à nocaute. Na medida em que tais aspectos são problematizados, considerando as vastas evidências dos graves prejuízos que podem decorrer da concussão, é possível que haja uma mobilização para que as entidades responsáveis por tais eventos revejam suas regulamentações a fim de preservar a saúde e integridade dos atletas expostos à ocorrência do trauma cerebral, sejam esses atletas profissionais, amadores ou iniciantes. Além disso, espera-se também que os órgãos públicos e instituições esportivas intervenham com regimentos que visem a prevenção e/ou minimização desses traumas em esportes de combate, assim como a US Soccer, nos Estados Unidos, que instituiu, em 2015, a proibição do cabeceio no futebol para crianças de até 10 anos, e a redução da exposição ao cabeceio para indivíduos com idades de 11 a 13 anos (Lalji et al., 2020).

Isso traz outro importante ponto de impacto social, que é a problematização quanto à idade em que os sujeitos iniciam a prática de luta, devendo-se considerar os estágios de maturação cerebral e os períodos críticos para o desenvolvimento cognitivo dos indivíduos. Em outras palavras, quanto mais cedo acontecer a exposição aos traumas cerebrais, maiores poderão ser os prejuízos na saúde mental, cognitiva e social. Sendo assim, ao estimular uma criança/adolescente à prática de esportes, por exemplo, pode ser interessante evitar modalidades com alta exposição a impactos na região da cabeça.

No presente estudo, também é destacada a necessidade de uma padronização nos testes e formas de avaliação das funções executivas após a ocorrência do trauma cerebral, de modo que evidências mais fortes sejam fornecidas. Além disso, destaca-se a necessidade de mais estudos longitudinais que tragam uma melhor compreensão acerca da concussão cerebral e suas consequências neuropsicológicas entre atletas. Esses dados poderiam viabilizar a elaboração de intervenções específicas e acompanhamento mais especializado, a fim de otimizar a

recuperação e promover maior saúde e qualidade de vida para os atletas. Além disso, aponta a necessidade de os profissionais da saúde atuantes no âmbito esportivo buscarem o conhecimento e elaboração de maneiras eficazes de manejo e intervenção em casos de ocorrência do trauma.

No que tange à atuação de psicólogos do esporte, é necessário que esses profissionais atuem não apenas na otimização do desempenho esportivo, mas que também tenham capacitação para identificar a ocorrência e eventuais sequelas de lesões como a concussão, especialmente em modalidades com alto risco de exposição ao trauma. Essa limitação na área traz, ainda, a necessidade de se ter mais neuropsicólogos atuantes no âmbito esportivo, possibilitando melhor avaliação, manejo e acompanhamento de atletas expostos à concussão, uma vez que tal intervenção se diferencia da atuação de um psicólogo tradicional. Com isso, poderia haver maior chance de recuperação e/ou preservação da saúde e qualidade de vida do atleta a curto e longo prazo.

REFERÊNCIAS

- ABREU, M. A.; CROMARTIE, F. J.; SPRADLEY, B. D. Chronic Traumatic Encephalopathy (CTE) and Former National Football League Player Suicides. **The Sport Journal**, p. 1–8. 2016.
- AGOSTON, D. V.; SHUTES-DAVID, A.; PESKIND, E. R. Biofluid biomarkers of traumatic brain injury. **Brain Injury**, v. 31, n. 9, p. 1195–1203. 2017.
- ANDERSON, P. J. Towards a developmental model of executive function. In V. Anderson, R. Jacobs, & P. J. Anderson (Eds.), **Executive functions and the frontal lobes: A lifespan perspective**. Taylor & Francis. 2008. p. 3–21.
- ANGHINAH, R.; IANOF, J. N. Traumatic Brain Injury in Fighting Sports. **Topics in Cognitive Rehabilitation in the TBI Post-Hospital Phase**, 79–85. 2018. https://doi.org/10.1007/978-3-319-95376-2_11
- ARAIN, M.; HAQUE, M.; JOHAL, L.; MATHUR, P.; NEL, W.; RAIS, A.; SANDHU, R.; SHARMA, S. Maturation of the adolescent brain. **Neuropsychiatr Dis Treat.**, n. 9, p. 449–461. 2013. <https://doi.org/10.2147/NDT.S39776>
- AREZA-FEGYVERES, R.; ROSEMBERG, S.; CASTRO, R. M.; PORTO, C. S.; BAHIA, V. S.; CARAMELLI, P.; NITRINI, R. Dementia pugilistica with clinical features of Alzheimer's disease. **Arquivos de neuro-psiquiatria**, v. 65, n. 3B, p. 830–833. 2007. <https://doi.org/10.1590/s0004-282x2007000500019>
- BADDELEY, A. The episodic buffer: A new component of working memory? **Trends in Cognitive Sciences**, v. 4, n. 11, p. 417–423. 2000. [https://doi.org/10.1016/S1364-6613\(00\)01538-2](https://doi.org/10.1016/S1364-6613(00)01538-2)
- BADDELEY, A. Working memory: theories, models, and controversies. **Annual review of psychology**, v. 63, p. 1–29. 2012. <https://doi.org/10.1146/annurev-psych-120710-100422>
- BANKS, S. J.; MAYER, B.; OBUCHOWSKI, N.; SHIN, W.; LOWE, M.; PHILLIPS, M.; MODIC, M.; BERNICK, C. Impulsiveness in professional fighters. **The Journal of neuropsychiatry and clinical neurosciences**, v. 26, n. 1, p. 44–50. 2014. <https://doi.org/10.1176/appi.neuropsych.12070185>
- BARNES, D. E.; BYERS, A. L.; GARDNER, R. C.; SEAL, K. H.; BOSCARDIN, W. J.; YAFFE, K. Association of Mild Traumatic Brain Injury With and Without Loss of Consciousness With Dementia in US Military Veterans. **JAMA neurology**, v. 75, n. 9, p. 1055–1061. 2018. <https://doi.org/10.1001/jamaneurol.2018.0815>

- BBC. Keith Pontin: Cardiff City comments after death 'insulting'. 2022. Disponível em <https://www.bbc.com/news/uk-wales-61396531>
- BEAUMONT, L. D.; THÉORET, H.; MONGEON, D.; MESSIER, J.; LECLERC, S.; TREMBLAY, S.; ELLEMBERG, D.; LASSONDE, M. Brain function decline in healthy retired athletes who sustained their last sports concussion in early adulthood, *Brain*, v. 132, n. 3, p. 695–708. 2009. <https://doi.org/10.1093/brain/awn347>
- BELL, C.; HACKETT, J.; HALL, B.; PÜLHORN, H.; MCMAHON, C.; BAVIKATTE, G. Symptomatology following traumatic brain injury in a multidisciplinary clinic: experiences from a tertiary center. **British Journal of Neurosurgery**, p. 1–6. 2018. <https://doi.org/10.1080/02688697.2018.1490945>
- BENNET, L. L.; ARIAS, J. J.; FORD, P. J.; BERNICK, C.; BANKS, S. I. Concussion reporting and perceived knowledge of professional fighters. **The Physician and Sportsmedicine**, v. 47, n. 3, p. 295-300. 2019. <https://doi.org/10.1080/00913847.2018.1552481>
- BERNICK, C.; HANSEN, T.; NG, W.; WILLIAMS, V.; GOODMAN, M.; NALEPA, B.; SHAN, G.; SEIFERT, T. Concussion occurrence and recognition in professional boxing and MMA matches: toward a concussion protocol in combat sports, **The Physician and Sportsmedicine**, v. 49, n. 4, p. 469-475. 2020a. <https://doi.org/10.1080/00913847.2020.1856631>
- BERNICK, C.; SHAN, G.; ZETTERBERG, H.; BANKS, S.; MISHRA, V. R.; BEKRIS, L.; LEVERENZ, J. B.; BLENNOW, K. Longitudinal change in regional brain volumes with exposure to repetitive head impacts. **Neurology**, v. 94, n. 3, p. e232-e240. 2020b. <https://doi.org/10.1212/WNL.00000000000008817>.
- BEY, T.; OSTICK, B. Second impact syndrome. **The western journal of emergency medicine**, v. 10, n. 1, p. 6–10. 2009.
- BIGLER E. D. Neuropsychology and clinical neuroscience of persistent post-concussive syndrome. **Journal of the International Neuropsychological Society**, v. 14, n. 1, p. 1–22. 2008. <https://doi.org/10.1017/S135561770808017X>
- BROOKS, N.; KUPSHIK, G.; WILSON, L.; GALBRAITH, S.; WARD, R. A neuropsychological study of active amateur boxers. **Journal of neurology, neurosurgery, and psychiatry**, v. 50, p. 997-1000. 1987. <https://doi.org/10.1136/jnnp.50.8.997>.
- BUSE, G. J. No holds barred sport fighting: A 10 year review of mixed martial arts competition. **British Journal of Sports Medicine**, v. 40, n. 2, p. 169–172. 2006. <https://doi.org/10.1136/bjsm.2005.021295>

- CAI, D.; GEORGIOU, G.; WEN, M.; DAS, J. The role of planning in different mathematical skills. **Journal of Cognitive Psychology**, v. 28, n. 2, p. 234-241. 2016. <https://doi.org/10.1080/20445911.2015.1103742>
- CHIZUK, H. M.; HAIDER, M. N.; SOLOMITO, M.; KOSTYUN, R.; WILLER, B. S.; LEDDY, J. J.; WANG, D. Concussion reporting behaviors in student athletes across sexes and levels of contact. **Journal of Concussion**. 2021. <https://doi.org/10.1177/20597002211015093>
- CHUNG, P.; KHAN, F. Traumatic Brain Injury (TBI): Overview of Diagnosis and Treatment. **J Neurol Neurophysiol**, v. 5, p. 182. 2013. <https://doi.org/10.4172/2155-9562.1000182>
- COLLINS, A.; KOECHLIN, E. Reasoning, learning, and creativity: frontal lobe function and human decision-making. **PLoS biology**, v. 10, n. 3, 2012. <https://doi.org/10.1371/journal.pbio.1001293>
- CONTERAS-OSORIO, F.; GUZMÁN-GUZMÁN, I. P.; CERDA-VEGA, E.; CHIROSARÍOS, L.; RAMÍREZ-CAMPILLO, R.; CAMPOS-JARA, C. Effects of the Type of Sports Practice on the Executive Functions of Schoolchildren. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v. 19, n. 7. 2022. <http://dx.doi.org/10.3390/ijerph19073886>
- CORBO, I.; CASAGRANDE, M. Higher-Level Executive Functions in Mild Cognitive Impairment: A Systematic Review. **Journal of Clinical Medicine**, v. 23, n. 11. 2022. <https://doi.org/10.3390/jcm11051204>
- COSTA, C. **O surpreendente resultado da autópsia em cérebro de atleta que matou amigo e se suicidou na prisão**. BBC. 2017. <https://www.bbc.com/portuguese/geral-42332335>
- CUNNINGHAM, J.; BROGLIO, S. P.; O'GRADY, M.; WILSON, F. History of Sport-Related Concussion and Long-Term Clinical Cognitive Health Outcomes in Retired Athletes: A Systematic Review. **J Athl Train**, v. 55, n. 2, p. 132–158. 2020. doi: <https://doi.org/10.4085/1062-6050-297-18>
- CURRAN-SILLS, G.; ABEDIN, T. Risk factors associated with injury and concussion in sanctioned amateur and professional mixed martial arts bouts in Calgary, Alberta. **BMJ Open Sport & Exercise Medicine**, v. 4. 2018. <https://doi.org/10.1136/bmjsem-2018-000348>
- CRISTOFORI, I.; COHEN-ZIMERMAN, S.; GRAFMAN, J. “Chapter 11: executive functions,” In **The Frontal Lobes**, volume 163 of Handbook of Clinical Neurology, eds M. D’Esposito and J. Grafman. Amsterdam: Elsevier. 2019. p. 197–219. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-804281-6.00011-2>

- CRISTOFORI, I.; GRAFMAN, J. Executive Functions After Traumatic Brain Injury. **Exec. Funct. Health Dis.**, p. 421–443. 2017. <https://doi.org/10.1016/b978-0-12-803676-1.00018-0>
- DAMASIO, H.; GRABOWSKI, T.; FRANK, R.; GALABURDA, A. M.; DAMASIO, A. R. The return of Phineas Gage: clues about the brain from the skull of a famous patient. **Science**, v. 264, n. 5162, p. 1102–1105. 1994. <https://doi.org/10.1126/science.8178168>
- DE LUCA, C. R.; WOOD, S. J.; ANDERSON, V.; BUCHANAN, J. A.; PROFFITT, T. M.; MAHONY, K.; PANTELIS, C. Normative Data From the Cantab. I: Development of Executive Function Over the Lifespan. **Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology**, v. 25, n. 2, p. 242–254. 2003. <https://doi.org/10.1076/jcen.25.2.242.13639>
- DELIC, V.; BECK, K. D.; PANG, K. C. H.; CITRON, B. A. Biological links between traumatic brain injury and Parkinson's disease. **Acta neuropathol commun**, v. 8, n. 45, p. 1–16. 2020. <https://doi.org/10.1186/s40478-020-00924-7>
- DIAMOND, A. Executive Functions. **Annual Reviews Psychology**, v. 64, p. 135–168. 2013. <https://doi.org/10.1146/annurev-psych-113011-143750>
- DIAS, A.; ÁVILA, D. V.; ROCHA, F. L.; PINTO, F. L.; RIBEIRO, B. Concussão cerebral num jogador de futebol profissional. **Revista de Medicina Desportiva**, v. 5, n. 1, p. 4–6. 2014.
- ELLIOTT R. Executive functions and their disorders. **British medical bulletin**, v. 65, p. 49–59. 2003. <https://doi.org/10.1093/bmb/65.1.49>
- ERLANGER, D.; KAUSHIK, T.; CANTU, R.; BARTH, J. T.; BROSHEK, D. K.; FREEMAN, J. R.; WEBBE, F. M. Symptom-based assessment of the severity of a concussion. **Journal of Neurosurgery**, v. 98, n. 3, p. 477–484. 2003. <https://doi.org/10.3171/jns.2003.98.3.0477>
- FARES, M. Y.; FARES, J.; FARES, Y.; ABOUD, J. A. Musculoskeletal and head injuries in the Ultimate Fighting Championship (UFC). **The Physician and Sportsmedicine**, p. 1–7. 2018. <https://doi.org/10.1080/00913847.2018.1546108>
- FARES, M. Y.; SALHAB, H. A.; FARES, J.; KHACHFE, H. H.; FARES, Y.; BAYDOUN, H.; ABOUD, J. A.; ALAAEDDINE, N. Craniofacial and traumatic brain injuries in mixed martial arts. **The Physician and Sportsmedicine**. 2020. <https://doi.org/10.1080/00913847.2020.1847623>

- FÖRSTL, H.; HAASS, C.; HEMMER, B.; MEYER, B.; HALLE, M. Boxing—Acute Complications and Late Sequelae: From Concussion to Dementia. **Deutsches Arzteblatt**, v. 107, n. 47, p. 835–839. 2010. <https://doi.org/10.3238/arztebl.2010.0835>
- FRALICK, M.; SY, E.; HASSAN, A.; BURKE, M. J.; MOSTOFSKY, E.; KARSIES, T. Association of Concussion with the Risk of Suicide: A Systematic Review and Meta-analysis. **JAMA Neurol.**, v. 76, n. 2, p. 144–151. 2018. <https://doi.org/10.1001/jamaneurol.2018.3487>
- FRIEDMAN, N. P.; MIYAKE, A. Unity and diversity of executive functions: Individual differences as a window on cognitive structure. **CORTEX**, v. 86, p. 186–204. 2017. <https://doi.org/10.1016/j.cortex.2016.04.023>
- FUHRMANN, D.; KNOLL, L. J.; BLAKEMORE, S. J. Adolescence as a Sensitive Period of Brain Development. **Trends in Cognitive Sciences**, v. 19, n. 10, p. 558–566. 2015. <https://doi.org/10.1016/j.tics.2015.07.008>
- GARDNER, R. C.; BYERS, A. L.; BARNES, D. E.; LI, Y.; BOSCARDIN, J.; YAFFE, K. Mild TBI and risk of Parkinson disease A Chronic Effects of Neurotrauma Consortium Study. **Neurology**, p. 1–9. 2018.
- GREEN, S. L.; KEIGHTLEY, M. L.; LOBAUGH, N. J.; DAWSON, D. R.; MIHAILIDIS, A. Changes in working memory performance in youth following concussion. **Brain Injury**, v. 32, n. 2, p. 182–190. 2017. <https://doi.org/10.1080/02699052.2017.1358396>
- GRONWALL, D.; WRIGHTSON, P. Delayed recovery of intellectual function after minor head injury. **Lancet**, v. 2, n. 7881, p. 605–609. 1974. [https://doi.org/10.1016/s0140-6736\(74\)91939-4](https://doi.org/10.1016/s0140-6736(74)91939-4)
- GU, D.; OU, S.; LIU, G. Traumatic Brain Injury and Risk of Dementia and Alzheimer's Disease: A Systematic Review and Meta-Analysis. **Neuroepidemiology**, v. 56, p. 4–16. 2022. <https://doi.org/10.1159/000520966>
- GUINEY, H.; MACHADO, L. Benefits of regular aerobic exercise for executive functioning in healthy populations. **Psychonomic bulletin & review**, v. 20, n. 1, p. 73–86. 2013. <https://doi.org/10.3758/s13423-012-0345-4>
- HAMMAMI, N.; HATTABI, S.; SALHI, A.; REZGUI, T.; OUESLATI, M.; BOUASSIDA, A. Combat sport injuries profile: A review. **Science & Sports**, p. 1–7. <https://doi.org/10.1016/j.scispo.2017.04.014>
- HART, M. G.; HOUSDEN, C. R.; SUCKLING, J.; TAIT, R.; YOUNG, A.; MÜLLER, U.; NEWCOMBE, V. F. J.; JALLOH, I.; PEARSON, B.; CROSS, J.; TRIVEDI, R. A.; PICKARD, J. D.; SAHAKIAN, B. J.; HUTCHINSON, P. J. Advanced magnetic

- resonance imaging and neuropsychological assessment for detecting brain injury in a prospective cohort of university amateur boxers. **NeuroImage Clinical**, v. 15, p. 194–199. 2017. <https://doi.org/10.1016/j.nicl.2017.04.026>
- HOTZ, G.; NEDD, K. J. Concussion Center Dynamics for Diagnosis and Treatment. Neurosensory Disorders in Mild Traumatic Brain Injury, p. 53–63. 2019. <https://doi.org/10.1016/b978-0-12-812344-7.00005-4>
- HOU, X.; ZHANG, Y.; FEI, X.; ZHOU, Q.; LI, J. Sports-Related Concussion Affects Cognitive Function in Adolescents: A Systematic Review and Meta-analysis. **The American Journal of Sports Medicine**. v. 51, n. 13. 2023. <https://doi.org/10.1177/03635465221142855>
- HOWELL, D.; OSTERNIG, L.; VAN DONKELAAR, P.; MAYR, U.; CHOU, L. S. Effects of Concussion on Attention and Executive Function in Adolescents. **Medicine and science in sports and exercise**. v. 45. 2012. <https://doi.org/10.1249/MSS.0b013e3182814595>.
- HUME, P. A.; THEADOM, A.; LEWIS, G. N.; QUARRIE, K. L.; BROWN, S. R.; HILL, R.; MARSHALL, S. W. A. Comparison of Cognitive Function in Former Rugby Union Players Compared with Former Non-Contact-Sport Players and the Impact of Concussion History. **Sports Medicine**, v. 47, n. 6, p. 1209–1220. 2016. <https://doi.org/10.1007/s40279-016-0608-8>
- HUNTER, S.; SPARROW, E. (Eds.). (2012). **Executive Function and Dysfunction: Identification, Assessment and Treatment**. Cambridge: Cambridge University Press. 2012. <https://doi.org/10.1017/CBO9780511977954>
- JAMORA, R. D. G.; SHU, L. L. S.; PAZ, C.; DIOQUINO, C.; ANN, P.; CANTO, D.; CENINA, A. R. F. Parkinsonism among retired Filipino boxers. **Basal Ganglia**, v. 10, p. 1–3. 2017. <https://doi.org/10.1016/j.baga.2017.07.001>
- KARR, J. E.; ARESHENKOFF, C. N.; GARCIA-BARRERA, M. A. The neuropsychological outcomes of concussion: A systematic review of meta-analyses on the cognitive sequelae of mild traumatic brain injury. **Neuropsychology**, v. 28, n. 3, p. 321–336. 2014. <https://doi.org/10.1037/neu0000037>
- KARR, J. E.; IVERSON, G. L.; WILLIAMS, M. W.; HUANG, S.-J.; YANG, C.-C. Complicated versus uncomplicated mild traumatic brain injuries: A comparison of psychological, cognitive, and post-concussion symptom outcomes. **Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology**, p. 1–10. 2020. <https://doi.org/10.1080/13803395.2020.1841118>

- KASTE, M.; VILKKI, J.; SAINIO, K.; KUURNE, T.; KATEVUO, K.; MEURALA, H. IS CHRONIC BRAIN DAMAGE IN BOXING A HAZARD OF THE PAST? **The Lancet**, v. 320, n. 8309, p. 1186–1188. 1982. [https://doi.org/10.1016/s0140-6736\(82\)91203-x](https://doi.org/10.1016/s0140-6736(82)91203-x)
- KAUP, A. R.; PELTZ, C.; KENNEY, K.; KRAMER, J. H.; DIAZ-ARRASTIA, R.; YAFFE, K. Neuropsychological Profile of Lifetime Traumatic Brain Injury in Older Veterans. **Journal of the International Neuropsychological Society**, v. 23, n. 1, p. 56–64. 2019. <https://doi.org/10.1017/S1355617716000849>
- KELLY, J. P. Traumatic Brain Injury and Concussion in Sports. **JAMA**, v. 282, n. 10, p. 989–991. 1999. doi:10.1001/jama.282.10.989
- KHURANA, V. G.; KAYE, A. H. An overview of concussion in sport. **Journal of Clinical Neuroscience**, v. 19, p. 1–11. 2012.
- KOCH, P.; KRENN, B. Executive functions in elite athletes – Comparing open-skill and closed-skill sports and considering the role of athletes' past involvement in both sport categories. **Psychology of Sport and Exercise**, v. 55. 2021. <https://doi.org/10.1016/j.psychsport.2021.101925>.
- KOCHHANN, R.; PEREIRA, N.; BRANCO, L. D.; COTRENA, C.; HOLZ, M. R.; ZIMMERMANN, N.; FONSECA, R. P. Déficits Primários e Secundários de Funções Executivas Pós-TCE: análise de dissociações. **Interação Psicológica**, v. 18, n. 3, p. 309–317. 2014.
- KOERTE, I. K.; SCHULTZ, V.; SYDNOR, V. J.; HOWELL, D. R.; GUENETTE, J. P.; DENNIS, E.; KOCHSIEK, J.; KAUFMANN, D.; SOLLMANN, N.; MONDELLO, S.; SHENTON, M. E.; LIN, A. P. Sex-Related Differences in the Effects of Sports-Related Concussion: A Review. **Journal of Neuroimaging**, v. 30, p. 387–409. 2020. <https://doi.org/10.1111/jon.12726>
- KOZLOWSKI, K. F.; GRAHAM, J.; LEDDY, J. J.; DEVINNEY-BOYMEL, L.; WILLER, B. S. Exercise Intolerance in Individuals With Postconcussion Syndrome. **Journal of Athletic Training**, v. 48, n. 5, p. 627–635. 2013
- KRENN, B.; FINKENZELLER, T.; WÜRTH, S.; AMESBERGER, G. Sport type determines differences in executive functions in elite athletes. **Psychology of Sport and Exercise**, v. 38, p. 72–79. 2018. <https://doi.org/10.1016/j.psychsport.2018.06.002>
- KRISTENSEN, C. H.; ALMEIDA, R. M. M. DE.; GOMES, W. B. Desenvolvimento Histórico e Fundamentos Metodológicos da Neuropsicologia Cognitiva. **Psicologia: Reflexão E**

- Crítica**, v. 14, n. 2, p. 259–274. 2001. <https://doi.org/10.1590/S0102-79722001000200002>
- LALJI, R.; SNIDER, H.; CHOW, N.; HOWITT, S. The 2015 U.S. Soccer Federation header ban and its effect on emergency room concussion rates in soccer players aged 10-13. **J Can Chiropr Assoc**, v. 64, n. 6, p. 187-192. 2020.
- LANGLOIS, J. A.; RUTLAND-BROWN, W.; WALD, M. M. The Epidemiology and Impact of Traumatic Brain Injury A Brief Overview. **J Head Trauma Rehabil**, v. 21, n. 5, p. 375-378. 2006.
- LARSEN, B., & LUNA, B. Adolescence as a neurobiological critical period for the development of higher-order cognition. **Neuroscience & Biobehavioral Reviews**. 2018. <https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2018.09.0>
- LEE, J. K.; WU, J.; BULLEN, J.; BANKS, S.; BERNICK, C.; MODIC, M. T.; RUGGIERI, P.; BENNET, L.; JONES, S. E. Association of Cavum Septum Pellucidum and Cavum Vergae With Cognition, Mood, and Brain Volumes in Professional Fighters. **JAMA Neurol.**, v. 77, n. 1, p. 35-42. 2020. <https://doi.org/10.1001/jamaneurol.2019.2861>
- LEMME, N. J.; JOHNSTON, B.; DEFRODA, S. F.; OWENS, B. D.; KRIZ, P. K. Incidence of Combat Sport-Related Mild Traumatic Brain Injuries Presenting to the Emergency Department From 2012 to 2016. **Clin J Sport Med**, p. 1-6. 2018.
- LEZAK, M. D. The Problem of Assessing Executive Functions. **International Journal of Psychology**, v. 17, p. 281–297. 1982. <https://doi.org/10.1080/00207598208247445>
- LIMA, J. E. M.; SOUSA, M. N. A. LESÃO AXONAL DIFUSA: TRATAR OU NÃO TRATAR? REVISÃO SISTEMÁTICA DE ENSAIOS CLÍNICOS RANDOMIZADOS. **Essentia**, v. 23, n. 1. 2022. p. 39-49.
- LING, H.; MORRIS, H. R.; NEAL, J. W.; LEES, A. J.; HARDY, J.; HOLTON, J. L.; ... WILLIAMS, D. D. R. Mixed pathologies including chronic traumatic encephalopathy account for dementia in retired association football (soccer) players. **Acta Neuropathologica**, v. 133, n. 3, p. 337–352. 2017. <https://doi.org/10.1007/s00401-017-1680-3>
- LURIA, A. R. **Restoration of function after brain injury**. Oxford: Pergamon Press. 1963.
- LYSTAD, R. P.; ALEVRAS, A.; RUDY, I.; SOLIGARD, T.; ENGBRETSSEN, L. Injury incidence, severity and profile in Olympic combat sports: a comparative analysis of 7712 athlete exposures from three consecutive Olympic Games. **British Journal of Sports Medicine**, p. 1-8. 2020. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2020-102958>

- MARINHO, B. F. Características antropométricas de atletas brasileiros de Mixed Martial Arts (MMA). **EFDeports.com, Revista Digital**, 152. 2011. Disponível em: <https://www.efdeportes.com/efd152/caracteristicas-antropometricas-de-mixed-martial-arts.htm>
- MAVROUDIS, I.; BALMUS, I.-M.; GORGAN, L.; CIOBICA, A. The Neuropathology of Concussion. **IntechOpen**. 2023. <https://doi.org/10.5772/intechopen.112459>.
- MAVROUDIS, I.; KAZIS, D.; CHOWDHURY, R.; PETRIDIS, F.; COSTA, V.; BALMUS, I.-M.; CIOBICA, A.; ...; BALOYANNIS, S. Post-Concussion Syndrome and Chronic Traumatic Encephalopathy: Narrative Review on the Neuropathology, Neuroimaging and Fluid Biomarkers. *Diagnostics*, v. 12, n. 3, p. 740. 2022. <http://dx.doi.org/10.3390/diagnostics12030740>
- MAYER, A. R.; LING, J. M.; DODD, A. B.; GASPAROVIC, C.; KLIMAJ, S. D.; MEIER, T. B. A Longitudinal Assessment of Structural and Chemical Alterations in Mixed Martial Arts Fighters. **Journal of neurotrauma**, v. 32, n. 22, p. 1759–1767. 2015. <https://doi.org/10.1089/neu.2014.3833>
- MCCRORY, P.; MEEUWISSE, W.; DVORAK, J.; et al. Consensus statement on concussion in sport—the 5th international conference on concussion in sport held in Berlin, October 2016. **Br J Sports Med**, v. 51, p. 838–847. 2018.
- MCGOWAN, A. L.; BRETZIN, A. C.; SAVAGE, J. L.; PETIT, K. M.; COVASSIN, T.; PONTIFEX, M. B. Acute and protracted disruptions to inhibitory control following sports-related concussion. **Neuropsychologia**, v. 131, p. 223-232. 2019. <https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2019.05.026>.
- MCMILLAN, T. M.; TEASDALE, G. M.; WEIR, C. J.; STEWART, E. Death after head injury: the 13 year outcome of a case control study. **Journal of Neurology, Neurosurgery & Psychiatry**, v. 82, n. 8, p. 931–935. 2011. <https://doi.org/10.1136/jnnp.2010.222232>
- MCMILLAN, T. M.; WEIR, C. J.; WAINMAN-LEFLEY, J. (2014). Mortality and morbidity 15 years after hospital admission with mild head injury: a prospective case-controlled population study. **Journal of Neurology, Neurosurgery & Psychiatry**, v. 85, n. 11, p. 1214–1220. 2014. <https://doi.org/10.1136/jnnp-2013-307279>
- MELO, R.; FILGUEIRAS, A. Do Depression, Concussion Frequency and Symptoms differ Between Elite Kickboxers and Amateur Athletes? **Journal of Cognitive Neuropsychology**, v. 2, n. 1. 2018.
- MENDEZ, M. F.; OWENSA, E. M.; BERENJID, G. R.; PEPPERSE, D. C.; LIANGF, L. J.; LICHTC, E. A. Mild Traumatic Brain Injury from Primary Blast Vs. Blunt Forces: Post-

- concussion Consequences and Functional Neuroimaging. **NeuroRehabilitation**, v. 32, n. 2, p. 397 – 407. 2013. <https://doi.org/10.3233/NRE-130861>
- MERRITT, V. C.; PADGETT, C. R.; JAK, A. J. A systematic review of sex differences in concussion outcome: What do we know? **The Clinical Neuropsychologist**, v. 33, n. 6, p. 1016-1043. 2019. <https://doi.org/10.1080/13854046.2018.1508616>
- METHLEY, A. M.; CAMPBELL, S.; CHEW-GRAHAM, C.; MCNALLY, R.; CHERAGHI-SOHI, S. PICO, PICOS and SPIDER: a comparison study of specificity and sensitivity in three search tools for qualitative systematic reviews. **BMC Health Serv Res**. 2014. <https://doi.org/10.1186/s12913-014-0579-0>.
- MIYAKE, A.; FRIEDMAN, N. P.; EMERSON, M. J.; WITZKI, A. H.; HOWERTER, A.; WAGER, T. D. The Unity and Diversity of Executive Functions and Their Contributions to Complex “Frontal Lobe” Tasks: A Latent Variable Analysis. **Cognitive Psychology**, v. 41, n. 1, p. 49–100. 2000. <https://doi.org/10.1006/cogp.1999.0734>
- MOLL, J.; DE OLIVEIRA-SOUZA, R.; MOLL, F. T.; BRAMATI, I. E.; ANDREIUOLO, P. A. The cerebral correlates of set-shifting: an fMRI study of the trail making test. **Arquivos de neuro-psiquiatria**, v. 60, n. 4, p. 900–905. 2002. <https://doi.org/10.1590/s0004-282x2002000600002>
- MOORE, R. D.; SICARD, V.; PINDUS, D.; RAINE, L. B.; DROLLETTE, E. S.; SCUDDER, M. R.; DECKER, S.; ELLEMBERG, D.; HILLMAN, C. H. A targeted neuropsychological examination of children with a history of sport-related concussion. **Brain Injury**. 2018. <https://doi.org/10.1080/02699052.2018.1546408>
- MUSUMECI, G.; RAVALLI, S.; AMORINI, A. M.; LAZZARINO, G. Concussion in Sports. **J. Funct. Morphol. Kinesiol.**, v. 4, n. 37, p. 1-8. 2019. <https://doi.org/10.3390/jfmk4020037>
- MRAZIK, M.; NAIDU, D.; LEBRUN, C.; GAME, A.; MATTHEWS-WHITE, J. Does an Individual's Fitness Level Affect Baseline Concussion Symptoms? **Journal of Athletic Training**, v. 48, n. 5, p. 654–658. 2013. <https://doi.org/10.4085/1062-6050-48.3.19>
- NELSON, W. E.; JANE, J. A.; GIECK, J. H. Minor Head Injury in Sports: A New System of Classification and Management. *The Physician and Sportsmedicine*, v. 12, n. 3, p. 103–107. 1984. <https://doi.org/10.1080/00913847.1984.11701798>
- NESELIUS, S.; BRISBY, H.; MARCUSSON, J.; ZETTERBERG, H.; BLENNOW, K.; KARLSSON, T. Neurological assessment and its relationship to CSF biomarkers in

- amateur boxers. **PloS one**, v. 9, n. 6. 2014.
<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0099870>
- NFL. (2023). **Helmet Innovation: Continued Advancements to Keep Players Safe**.
<https://www.nfl.com/playerhealthandsafety/equipment-and-innovation/engineering-technology/helmet-innovation-continued-advancements-to-keep-players-safe>
- NOWRANGI, M. A.; LYKETSOS, C.; RAO, V.; MUNRO, C. A. Systematic review of neuroimaging correlates of executive functioning: converging evidence from different clinical populations. **J Neuropsychiatry Clin Neurosci**, v. 26, n. 2, p. 114-125. 2014.
- OMALU, B. I.; DEKOSKY, S. T.; MINSTER, R. L.; KAMBOH, M. I.; HAMILTON, R. L.; WECHT, C. H. Chronic traumatic encephalopathy in a National Football League player. **Neurosurgery**, v. 57, n. 1, p. 128–133. 2005.
<https://doi.org/10.1227/01.NEU.0000163407.92769.ED>
- OMALU, B. I.; BAILES, J.; HAMMERS, J. L.; FITZSIMMONS, R. P. Chronic Traumatic Encephalopathy, Suicides and Parasuicides in Professional American Athletes. **American Journal of Forensic Medicine and Pathology**, v. 31, n. 2, p. 130–132. 2010. <https://doi.org/10.1097/PAF.0b013e3181ca7f35>
- OSAKA, N.; OSAKA, M.; KONDO, H.; MORISHITA, M.; FUKUYAMA, H.; SHIBASAKI, H. (2004). The neural basis of executive function in working memory: an fMRI study based on individual differences. **NeuroImage**, v. 21, n. 2, p. 623-631. 2004.
<https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2003.09.069>
- PACHECO, R. L.; LATORRACA, C. O. C.; MARTIMBIANCO, A. L. C.; PACHITO, D. V.; RIERA, R. PROSPERO: base de registro de protocolos de revisões sistemáticas. **Diagn. Tratamento**, v. 23, n. 3, p. 101-104. 2018.
- PATRICIOS, J. S.; SCHNEIDER, K. J.; DVORAK, J.; et al. Consensus statement on concussion in sport: the 6th International Conference on Concussion in Sport–Amsterdam, October 2022. **British Journal of Sports Medicine**, v. 57, p. 695-711. 2023. <http://dx.doi.org/10.1136/bjsports-2023-106898>
- PAVLOVIC, D.; PEKIC, S.; STOJANOVIC, M.; POPOVIC, V. Traumatic brain injury: neuropathological, neurocognitive and neurobehavioral sequelae. **Pituitary**. 2019.
<https://doi.org/10.1007/s11102-019-00957-9>
- PAYMAN, V.; YATES, S.; CULLUM, S. Early onset dementia in New Zealand Pacific boxers: a case series. **N Z Med J**, v. 131, n. 1474, p. 20–27. 2018.
- PEARCE, A. J.; RIST, B.; FRASER, C. L.; COHEN, A.; MALLER, J. J. Neurophysiological and cognitive impairment following repeated sports concussion injuries in retired

- professional rugby league players. **Brain Injury**, p. 1–8. 2018.
<https://doi.org/10.1080/02699052.2018.1430376>
- PELTZ, C. B.; GARDNER, R. C.; KENNEY, K.; DIAZ-ARRASTIA, R.; KRAMER, J. H.; YAFFE, K. Neurobehavioral characteristics of older veterans with remote traumatic brain injury. **Journal of Head Trauma Rehabilitation**. 2016
<https://doi.org/10.1097/HTR.0000000000000245>.
- PENNOCK, K. F., MCKENZIE, B., STEACY, L. M., & MAINWARING, L. Under-reporting of sport-related concussions by adolescent athletes: a systematic review. **International Review of Sport and Exercise Psychology**, p. 1-27. 2020.
<https://doi.org/10.1080/1750984X.2020.1824243>
- PERTAB, J. L.; MERKLEYB, T. L.; CRAMONDC, A. J.; CRAMONDC, K.; PAXTONE, H.; WU, T. 'Concussion and the Autonomic Nervous System: An Introduction to the Field and the Results of a Systematic Review'. **NeuroRehabilitation**, v. 42, p. 397-427. 2018.
- POWELL, K.; VOELLER, K. K. S. Prefrontal Executive Function Syndromes in Children. **Journal of Child Neurology**, v. 19, n. 10, p. 785–797. 2004.
<https://doi.org/10.1177/08830738040190100801>
- RAMOS, A. A.; HAMDAN, A. C. O crescimento da avaliação neuropsicológica no Brasil: uma revisão sistemática. **Psicologia: Ciência E Profissão**, v. 36, n. 2, p. 471–485. 2016.
<https://doi.org/10.1590/1982-3703001792013>
- RAYMONT, V.; SALAZAR, A. M.; KRUEGER, F.; GRAFMAN, J. "Studying Injured Minds" - The Vietnam Head Injury Study and 40 Years of Brain Injury Research. **Neurotrauma**, v. 2, n. 15, p. 1-13. 2011.
<http://www.frontiersin.org/Neurology/editorialboard>
- RICE, S. M.; PARKER, A. G.; ROSENBAUM, S.; BAILEY, A.; MAWREN, D.; PURCELL, R. Sport-Related Concussion and Mental Health Outcomes in Elite Athletes: A Systematic Review. **Sports Med**, v. 48, p. 447-465. 2018.
<https://doi.org/10.1007/s40279-017-0810-3>
- RITTER, A.; SHAN, G.; MONTES, A.; RANDALL, R.; BERNICK, C. Traumatic encephalopathy syndrome: application of new criteria to a cohort exposed to repetitive head impacts. **British journal of sports medicine**, v. 57, n. 7, p. 389–394. 2023.
<https://doi.org/10.1136/bjsports-2022-105819>
- RENTON, T.; HOWITT, S.; MARSHALL, C. Lifetime prevalence of concussion among Canadian ice hockey players aged 10 to 25 years old, 2014 to 2017. **Journal of Canadian Chiropractic Association**, v. 63, n. 2, p. 80-91. 2019.

- ROCHON M. Présentation d'un cas: l'encéphalopathie des boxeurs. **The Canadian Journal of Psychiatry**, v. 39, n. 4, p. 211-214. 1994. <https://doi.org/10.1177/070674379403900403>
- RUCHINSKAS, R. A.; FRANCIS, J. P.; BARTH, J. T. Mild Head Injury in Sports. **Applied Neuropsychology**, v. 4, n. 1, p. 43-49. 1997. https://doi.org/10.1207/s15324826an0401_5
- SARMIENTO, K.; DAUGHERTY, J.; DEPADILLA, L.; BREIDING, M. J. (2020). Examination of sports and recreation-related concussion among youth ages 12-17: results from the 2018 YouthStyles survey. **Brain Injury**, v. 34, n. 3, p. 357-362. 2020. <https://doi.org/10.1080/02699052.2020.1723165>
- SATARASINGHE, P.; HAMILTON, D. K.; BUCHANAN, R. J.; KOLTZ, M. T. Unifying Pathophysiological Explanations for Sports-Related Concussion and Concussion Protocol Management: Literature Review. **Journal of Experimental Neuroscience**, v. 13. 2019. <https://doi.org/10.1177/1179069518824125>
- SHAHID, M. H.; VERMA, A.; YOUNGBLOOD, L. From Mechanical to Chemical: A Case of Diabetes Insipidus Induced by Concussive Brain. **The American Journal of Medicine**, v. 131, n. 7, p. 293-294. 2018. <https://doi.org/10.1016/j.amjmed.2018.02.027>
- SHARP, D. J.; JENKINS, P. O. Concussion is confusing us all. **Pract Neurol**, v. 15, p. 172-186. 2015.
- SICARD, V.; HARRISON, A. T.; MOORE, R. D. Psycho-affective health, cognition, and neurophysiological functioning following sports-related concussion in symptomatic and asymptomatic athletes, and control athletes. **Sci Rep**, 11. 2021. <https://doi.org/10.1038/s41598-021-93218-4>
- SILVA NETO, A. M. et al. Guia didático: artes marciais e esportes de combate. São Paulo: Prefeitura Municipal. 2013.
- STEPHENSON, C., & ROSSHEIM, M. E. Brazilian Jiu Jitsu, Judo, and Mixed Martial Arts Injuries Presenting to United States Emergency Departments, 2008-2015. **J Primary Prevent**, v. 39, p. 421-435. 2018. <https://doi.org/10.1007/s10935-018-0518-7>
- STUSS, D. T., & ALEXANDER, M. P. Executive functions and the frontal lobes: a conceptual view. **Psychological Research**, v. 63, p. 289-298. 2000. doi:10.1007/s004269900007
- SU, E.; BELL, M. Diffuse Axonal Injury. In D. Laskowitz (Eds.) et. al., **Translational Research in Traumatic Brain Injury**. CRC Press/Taylor & Francis Group. 2016. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK326722/>

- SULLIVAN, K. A.; EDMED, S. L. Systematic Variation of the Severity of Motor Vehicle Accident-Related Traumatic Brain Injury Vignettes Produces Different Post-Concussion Symptom Reports. **The Clinical Neuropsychologist**, v. 26, n. 8, p. 1255–1277. 2012. doi:10.1080/13854046.2012.735254
- SZAMEITAT, A. J.; SCHUBERT, T.; MÜLLER, K.; VON CRAMON, D. Y. Localization of Executive Functions in Dual-Task Performance with fMRI. **Journal of Cognitive Neuroscience**, v. 14, n. 8, p. 1184–1199. 2002. doi:10.1162/089892902760807195
- TATOR, C. H. et al. Postconcussion syndrome: demographics and predictors in 221 patients. **Journal of Neurosurgery**, v. 125, n. 5, p. 1206-1216. 2016.
- TOURVA, A.; SPANOUDIS, G.; DEMETRIOV, A. Cognitive correlates of developing intelligence: The contribution of working memory, processing speed and attention. n, v. 54, p. 136-146. 2016. <https://doi.org/10.1016/j.intell.2015.12.001>
- UDDIN, L. Q. Cognitive and behavioural flexibility: neural mechanisms and clinical considerations. **Nat Rev Neurosci**, v. 22, n. 3, p. 167-179. 2021. <https://doi.org/10.1038%2Fs41583-021-00428-w>
- VANHORN, J. D.; IRIMIA, A.; TORGERSON, C. M.; CHAMBERS, M. C.; KIKINIS, R.; TOGA, A. W. Mapping Connectivity Damage in the Case of Phineas Gage. **PLoS ONE**, v. 7, n. 5. 2012. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0037454>
- VESTBERG, T.; GUSTAFSON, R.; MAUREX, L.; INGVAR, M.; PETROVIC, P. Executive Functions Predict the Success of Top-Soccer Players. **PLoS ONE**, v. 7, n. 4. 2012. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0034731>
- WEBNER, D.; IVERSON, G. L. Suicide in professional American football players in the past 95 years. **Brain injury**, v. 30, n. 13-14, p. 1718–1721. 2016. <https://doi.org/10.1080/02699052.2016.1202451>
- YENGO-KAHN, A. M.; JOHNSON, D. J.; ZUCKERMAN, S. L.; SOLOMON, G. S. Concussions in the National Football League A Current Concepts Review. **American Journal of Sports Medicine**, v. 44, n. 3, p. 801-811. 2016. <https://doi.org/10.1177/0363546515580313>