



REVISTA ELETRÔNICA

# Acervo MÉDICO

ISSN 2764-0485

## Explorando a encefalopatia traumática crônica em atletas de futebol americano

Exploring chronic traumatic encephalopathy in American football athletes

Exploración de la encefalopatía traumática crónica en atletas de fútbol americano

Luiz Arthur Barbosa Silva Soares<sup>1</sup>, Manuella Alves e Souza<sup>1</sup>, Manuela Tormena Cunha<sup>1</sup>, Fabricio Silverio de Alcântara Júnior<sup>1</sup>, Luis Ricardo Lara Pereira<sup>1</sup>, Rebecca Lopes Araújo<sup>1</sup>, Constanza Thaise Xavier Silva<sup>1</sup>.

### RESUMO

**Objetivo:** Avaliar os principais distúrbios neurológicos associados à encefalopatia traumática crônica (ETC) e a relação deles com a prática do futebol americano. **Métodos:** Trata-se de uma revisão integrativa de literatura, realizada nas bases de dados da Literatura Latino-Americana e do Caribe em Ciências da Saúde (LILACS), Biblioteca Nacional de Medicina dos Estados Unidos (PubMed) e Web of Science, a partir dos artigos científicos completos, publicados de 2019 a 2024, com acesso livre nos idiomas português e inglês. Foram encontrados 96 artigos, dos quais 79 foram excluídos por não atenderem os critérios, totalizando 17 artigos para serem lidos e analisados na íntegra. **Resultados:** Com base nos artigos lidos observou-se uma semelhança entre os distúrbios neurológicos gerados pela ETC observados nos atletas, sendo eles o aumento do volume perivascular, Parkinson e cefaleia recorrente. **Considerações finais:** Esta revisão apontou as principais causas das principais complicações citadas ocasionadas pela ETC, explorando a posição desempenhada por cada jogador, o tempo de participação no futebol americano e a ocorrência de impactos repetitivos na cabeça.

**Palavras-chave:** Distúrbios neurológicos, Atletas de futebol americano, Encefalopatia traumática crônica.

### ABSTRACT

**Objective:** To evaluate the main neurological disorders associated with chronic traumatic encephalopathy (CTE) and their relationship with the practice of American soccer. **Methods:** This is an integrative literature review, carried out in the Latin American and Caribbean Health Sciences Literature (LILACS), US National Library of Medicine (PubMed) and Web of Science databases, based on complete scientific articles published from 2019 to 2024, with free access in Portuguese and English. Ninety-six articles were found, of which 79 were excluded for not meeting the criteria, giving a total of 17 articles to be read and analyzed in full. **Results:** Based on the articles read, a similarity was observed between the neurological disorders generated by CTE observed in athletes, these being increased perivascular volume, Parkinsonism and recurrent headache. **Final considerations:** This review pointed out the main causes of the main complications cited as a result of CTE, exploring the position played by each player, the length of time they have been involved in American soccer and the occurrence of repetitive impacts on the head.

**Keywords:** Neurological disorders, American soccer players, Chronic traumatic encephalopathy.

### RESUMEN

**Objetivo:** Evaluar los principales trastornos neurológicos asociados a la encefalopatía traumática crónica (ETC) y su relación con la práctica del fútbol americano. **Métodos:** Se trata de una revisión bibliográfica integradora, realizada utilizando las bases de datos Latin American and Caribbean Health Sciences Literature

<sup>1</sup> Universidade Católica de Goiás (PUC), Goiás – GO.

(LILACS), US National Library of Medicine (PubMed) y Web of Science, a partir de artículos científicos completos publicados entre 2019 y 2024, de libre acceso en portugués e inglés. Se encontraron 96 artículos, de los cuales 79 fueron excluidos por no cumplir con los criterios, dando un total de 17 artículos para ser leídos y analizados en su totalidad. **Resultados:** Con base en los artículos leídos, se observó una similitud entre los trastornos neurológicos generados por el STC observados en atletas, siendo estos el aumento del volumen perivascular, el parkinsonismo y la cefalea recurrente. **Consideraciones finales:** Esta revisión ha señalado las principales causas de las principales complicaciones citadas como resultado de la ETC, explorando la posición jugada por cada jugador, el tiempo de participación en el fútbol americano y la ocurrencia de impactos repetitivos en la cabeza.

**Palabras clave:** Trastornos neurológicos, Jugadores de fútbol americano, Encefalopatía traumática crónica.

## INTRODUÇÃO

A síndrome da encefalopatia traumática (SET) é definida como um conjunto de sintomas, no qual caracteriza os distúrbios clínicos associados com a encefalopatia traumática crônica (ETC). Dessa forma, a ETC corresponde ao comprometimento cognitivo e/ou desregulação neurocomportamental do indivíduo e, para seu diagnóstico, o indivíduo deve apresentar histórico de exposição substancial a lesões cerebrais traumáticas repetitivas, curso progressivo das principais características clínicas e nenhuma outra condição médica, psiquiátrica ou neurológica que possa se relacionar a essas características e dificultar a correlação entre a ETC e os distúrbios neurológicos observados (JUNG LB, et al., 2024).

Além disso, a proteína tau está diretamente relacionada com a ETC, haja vista que o seu papel na polimerização, estabilização e modulação dinâmica dos microtúbulos encontra-se comprometido na lesão patognomônica da ETC, sendo a última definida como um acúmulo da proteína tau hiperfosforilada anormal (p-tau) em neurônios e astróglia, distribuídos ao redor de pequenos vasos sanguíneos nas profundezas dos sulcos corticais e em um padrão irregular (ZAMZAM M, et al., 2024).

Em esportes de contato, como no futebol americano, os jogadores estão expostos a colisões e impactos repetitivos que podem resultar em lesões traumáticas na cabeça, aumentando o risco de desenvolver ETC. Ainda, pesquisas indicam que o diagnóstico de ETC está relacionado à posição dos jogadores e ao tempo de exposição às partidas, ao passo que esses jogadores estão mais suscetíveis as lesões na cabeça (SCHWAB N, et al., 2024).

Faz-se necessário compreender que o espaço perivascular comprometido na ETC corresponde à área com fluido ao redor dos vasos sanguíneos do cérebro, o que, conseqüentemente, gera o aumento do volume do espaço perivascular (do inglês, perivascular space volume PVS), fato que é frequentemente associado à neurodegeneração, ao envelhecimento cerebral e ao declínio cognitivo e problemas de memória dos jogadores (VEKSLER R, et al., 2020).

Com isso, os estudos observados demonstram uma associação significativa entre a ETC e condições como doença de Alzheimer, Parkinson, demência, comprometimento da limpeza perivascular, cefaleia recorrente, entre outras alterações neurológicas e comportamentais (MEZ J, et al., 2019). Apesar dos riscos associados ao futebol americano, o esporte mantém uma forte adesão nos Estados Unidos, consequência do seu prestígio social, fama e oportunidades financeiras.

Os jogadores são observados em diferentes níveis, desde as escolas primárias até os campeonatos universitários, locais onde propostas de contratos milionários são oferecidas por grandes emissoras, como a Empresa Televisiva Americana (do inglês, National Broadcasting Company NBC) e a Rede de Programação de Entretenimento e Espotes (do inglês, Entertainment ans Sports Programming Network ESPN), superando até mesmo a Liga Nacional de Futebol Americano (do inglês, National Football League NFL) em alguns Estados, como Alabama.

Além disso, muitos jovens conseguem bolsas de estudo e uma formação profissional de alta qualidade (ZAMZAM M, et al., 2024). Em suma, esta revisão integrativa teve como objetivo avaliar os principais distúrbios neurológicos associados à encefalopatia traumática crônica e à relação deles com a prática do futebol americano.

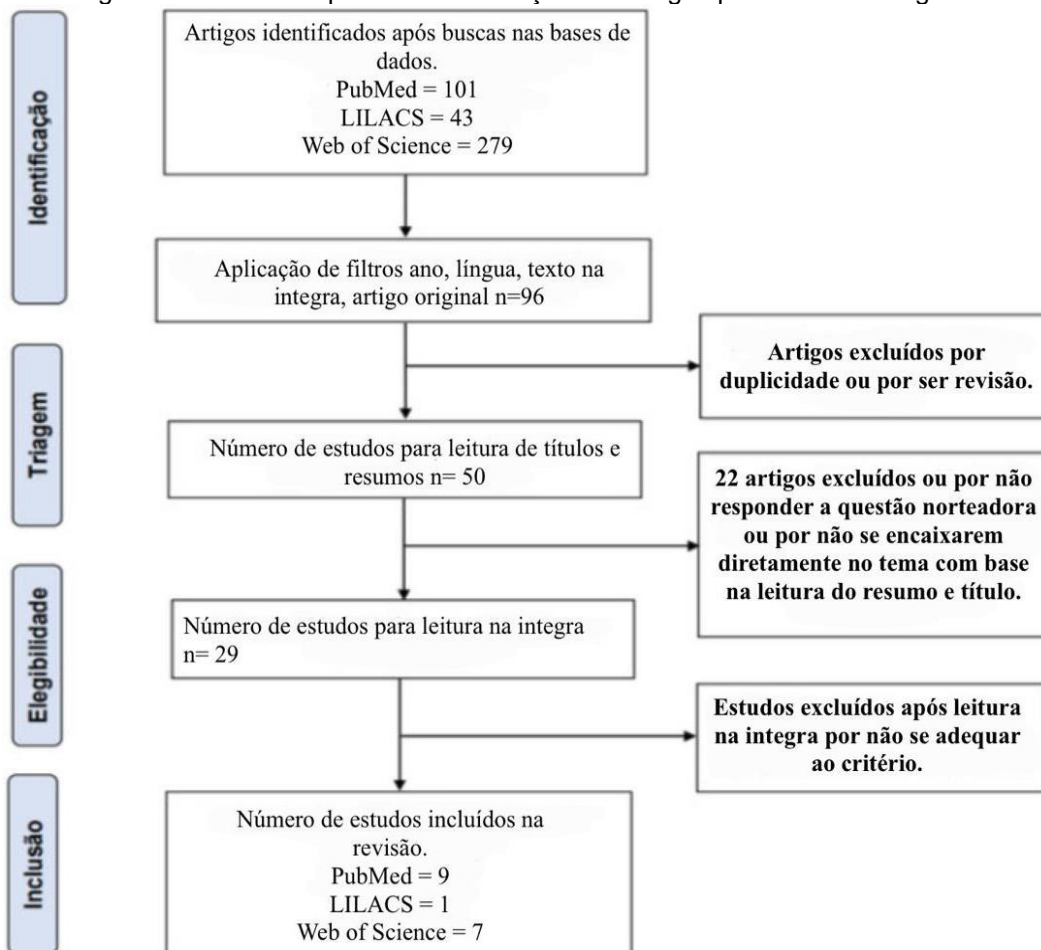
**MÉTODOS**

Desenvolveu-se uma revisão integrativa de literatura, seguindo a classificação do nível de evidência e as seis etapas recomendadas: seleção do tema e questão norteadora; estabelecimento de critérios de inclusão e exclusão; amostragem (seleção dos artigos); categorização dos artigos selecionados; análise e interpretação dos dados; e síntese do conhecimento por meio da apresentação da revisão integrativa (MELNYK BM, et. al., 2011).

Na primeira etapa, definiu-se a seguinte estratégia de busca de acordo com PICO, sendo que a pessoa (P) são os atletas de futebol americano, a intervenção (I) é a concussão encefálica e o contexto (Co) é o aparecimento da Encefalopatia Traumática Crônica. Assim, a nossa pergunta norteadora foi: Quais as disfunções neurológicas da encefalopatia traumática crônica em atletas de futebol americano?

Na segunda etapa, foram feitas pesquisas de artigos por seis pesquisadores, de forma independente, em outubro de 2024, utilizando as bases de dados da Literatura Latino-Americana e do Caribe em Ciências da Saúde (LILACS), PubMed e Web of Science. Fez-se a pesquisa em todos os campos utilizando os Descritores em Ciência da Saúde (DesC) Athletes, Football, Brain Concussion, Chronic Traumatic Encephalopathy, e o operador booleano AND. Ao todo, foram recuperados nas bases de dados 96 artigos, e, após identificação e exclusão, dezessete artigos foram incluídos para a extração de dados (**Figura 1**).

**Figura 1** – Fluxograma PRISMA do processo de seleção dos artigos para revisão integrativa.

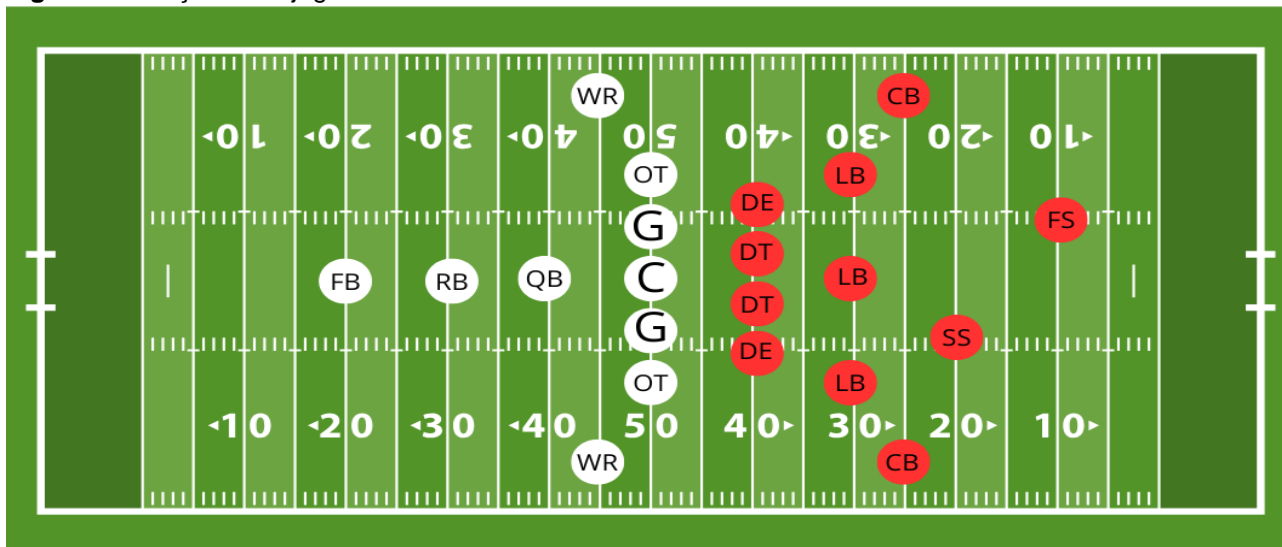


Fonte: Soares LABS, et al., 2025.

Os critérios de inclusão foram os artigos com jogadores de futebol americano que tiveram encefalopatia traumática crônica após concussão encefálica, classificados como originais de natureza primária, nos idiomas português e inglês, de livre acesso, disponibilizados na íntegra e publicados de 2019 a 2024. Para melhor

visualizar a dinâmica da partida de futebol americano foi idealizado um campo de futebol com as posições indicadas e traduzidas, uma que vez que foi observado relação intrínseca entre a posição jogada e a incidência de encefalopatia traumática crônica (**Figura 2**).

**Figura 2-** Posições dos jogadores no futebol americano.



**Legenda:** **Branco:** Ataque; QB (lançador, capitão, do inglês quarterback); RB (corredor, do inglês runningback); FB (corredor, do inglês fullback); C (central, passa a bola para o quarterback iniciando a jogada, do inglês center); G (guarda, protege quarterback, do inglês guard); OT; WR (recebedor, corre para receber a bola do quarterback, do inglês wide receiver). **Vermelho:** Defesa; DT (bloqueia o lançamento ou derruba o quarterback, do inglês defensive tackle); DE (deve avançar sobre a linha do ataque, do inglês defensive end); LB (cobre os espaços defensivos bloqueando o ataque, do inglês linebacker); CB (joga na linha secundária pressionando o quarterback, do inglês cornerback); SS (defesa secundária, do inglês Strong safety); FS (varia de defesa a pressionar o quarterback, do inglês free safety). **Fonte:** Soares LABS, et al., 2025. Fundamentado em: Kelley ME, et al., 2020.

## RESULTADOS

A partir da busca nas bases de dados foram encontrados 423 artigos científicos, dos quais 101 estavam disponíveis no PubMed, 43 no Literatura Latino-Americana e do Caribe em Ciências da Saúde (LILACS), e 279 no Web of Science, 359 foram excluídos por não atenderem aos critérios previamente estabelecidos, dos quais 342 não respondem a pergunta norteadora, são revisões sistemáticas de outros artigos e não estão no espectro de tempo estabelecido: últimos 5 anos. Assim, um quadro foi idealizado para representar o autor, ano de publicação, objetivo do estudo e população/amostra de estudo (**Quadro 1**).

**Quadro 1 –** Autor, ano de publicação, objetivo do estudo e população/amostra analisada.

N	Autor/ano	População/amostra do estudo	Principais achados
A1	Mez J, et al., 2019	266 jogadores de futebol americano falecidos da Boston University.	Duração do jogo está intrinsecamente relacionado com a patologia da ETC em ex-jogadores de futebol americano.
A2	Alosco ML, et al., (2020)	366 doadores de cérebro do sexo masculino com diagnóstico de ETC.	Estágio mais alto de ETC foi associado a pontuações mais altas em escalas de gravidade p-tau.
A3	Adams JW, et al., (2020)	363 jogadores com histórico de impactos repetitivos na cabeça extraídos do banco cerebral.	Distúrbio de comportamento do sono REM afeta os indivíduos que estão associados a ETC.
A4	Veksler R, et al., (2020)	42 jogadores de futebol americano amadores, do sexo masculino e um grupo controle composto por 27 atletas de esporte sem contato e 26 não-atletas.	Desenvolvimento de um protocolo modificado para investigar patologia microvascular associada a lesão cerebral traumática.

N	Autor/ano	População/amostra do estudo	Principais achados
A5	Kelley ME, et al., (2020)	51 atletas entre 9 e 13 anos de idade.	Maior altura de saltos verticais e tempos mais rápidos de exercícios de agilidade estão associados a maior exposição de impactos na cabeça.
A6	Schaffert J, et al., (2021)	85 atletas profissionais aposentados de esportes de contato da Universidade de Texas em Dallas.	Avaliou a frequência de diagnósticos e sintomas de ETC coletados de atletas com traumatismo cranioencefálico.
A7	Zimmerman KA, et al., (2021)	32 vídeos de jogos de futebol americano, utilizando imagens gravadas para documentar todo o contato principal e estimar a velocidade de impacto localização/orientação.	Posição do jogador tem efeito significativo na taxa de deformação nos sulcos cerebrais, um achado proeminente da patologia neurodegenerativa da ETC.
A8	Phelps A, et al., (2022)	216 jogadores vivos comparados com 638 participantes do Helth and Retirement Study (HRS).	Ex-jogadores vivos tinham uma prevalência maior de distúrbios de comprometimento cognitivo, dores de cabeça recorrentes, doenças cardiovasculares e hipercolesterolemia.
A9	LoBue C, et al., (2022)	Um homem afro-americano de meia-idade que jogava futebol americano no ensino fundamental, médio e superior em nível profissional por mais de 10 anos.	Sintomas cognitivos, comportamentais e de humor descritos foram postulados como refletindo a síndrome clínica da ETC.
A10	Bruce HJ, et al., (2023)	1875 homens, idade média de 67,69 anos; ex-atletas, que foram divididos entre os que praticavam futebol e outras modalidades.	O futebol americano está associado com altas chances de ter Parkinson.
A11	McKee AC, et al., (2023)	152 participantes em esportes de contato. Sendo que 63 deles tinham diagnóstico de ETC.	Esclarecer a associação entre exposição a impactos repetitivos, substância branca e achados patológicos microvasculares, ETC e outros sintomas.
A12	Zamzam M, et al., (2024)	Foram observadas 368 concussões em atletas durante a temporada de NFL de 2018 e 2022.	Compreender e realizar um manejo proativo de ETC para mitigar o impacto das concussões em profissionais de futebol.
A13	Jung LB, et al., (2024)	224 participantes, entre eles 170 homens.	O aumento do volume do espaço perivascular cerebral pode contribuir para a associação observada entre a exposição a impactos repetitivos e a neuro degeneração.
A14	Schwab N, et al., (2024)	Avaliação de 36 cérebros pós morte de atletas de futebol ou hockey com a presença de ETC em autópsia primária.	Em razão da pequena amostragem os achados não sugerem relação entre duração de carreira, posição e ETC.
A15	Grashow R, et al., (2024)	1741 atletas profissionais da ASF.	Ex jogadores profissionais de futebol americano declaram sintomas de ETC, deficiências cognitivas e desregulação neurocomportamental.
A16	Arciniega H, et al., (2024)	175 ex-jogadores de futebol americano, dentre eles 58 ex-universitários e 117 ex-alunos jogadores profissionais.	Confirmar achados anteriores destacam uma maior prevalência de cavum septum pellucidum em ex-jogadores de futebol americano.
A17	Grashow R, et al., (2024b)	Ex-jogadores de futebol americano que contrataram uma liga profissional de 1960 a 2020 e se ofereceram para realizar uma pesquisa de base.	Percebido que a ETC está significativamente associada a uma série de problemas de saúde e mais homens com ETC com suicídio em comparação com outros.

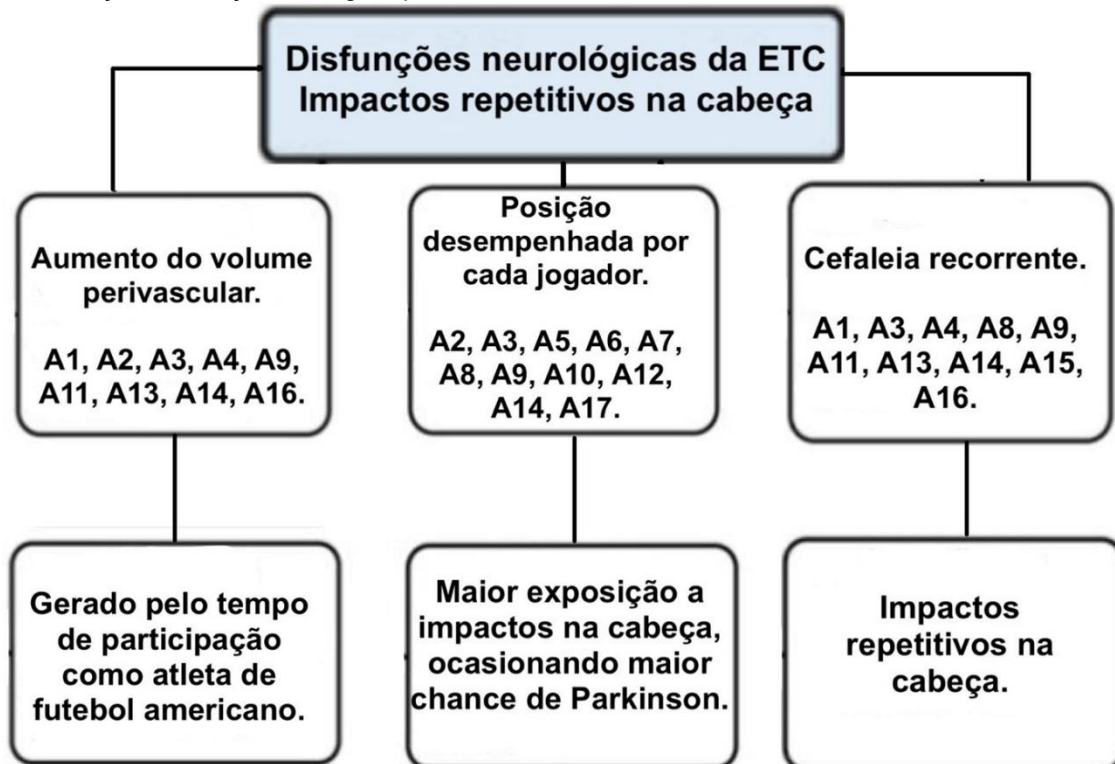
**Legenda:** ETC: encefalopatia traumática crônica; ASF: fundação escolar Americana.

**Fonte:** Soares LABS, et al., 2025.

Todos os artigos foram publicados entre 2019 e 2024 e foram produzidos no cenário Norte Americano. Quanto ao tipo de estudo, foram realizados predominantemente, estudos com casos controle, em 17 artigos

científicos. No que se refere aos fatores de risco para desenvolvimento de encefalopatia traumática crônica (ETC) em jogadores de futebol americano, identificou-se que, ao longo dos anos, os repetitivos impactos na cabeça – sendo leves, moderados, e de alta intensidade – têm correlação direta com o desenvolvimento da ETC. Ademais, observou-se que o diagnóstico de ETC é exclusivamente Post-mortem – não havendo critérios definidos para o diagnóstico in vivo -, ao analisar exames cerebrais que identificam a distribuição dos emaranhados da proteína Tau, cuja dosagem é utilizada para diagnóstico da ETC. Logo, tendo em vista o objetivo da revisão de literature, buscou-se realizar um fluxograma para visualizar os principais distúrbios neurológicos associados à ETC derivados da prática de futebol americano e das causas e consequências de cada disfunção (**Figura 3**).

**Figura 3** – relação de citação X artigos que trazem o dado.



**Legenda:** ETC: encefalopatia traumática crônica. **Fonte:** Soares LABS, et al., 2025. Fundamentado em: LoBue C, et al., 2022. Zamzam M, et al., 2024. Grashow R, et al., 2024.

## DISCUSSÃO

### Aumento do volume perivascular pelo tempo de participação no futebol americano

Inicialmente, estima-se que, nas últimas duas décadas, o futebol americano se popularizou exponencialmente, transcendendo o mercado estadunidense e alcançando voos maiores, chegando a ter jogos de sua temporada regular, na Inglaterra, Austrália, Alemanha e Brasil. Por ser um esporte de contato, que é marcado por ter muitas lesões, causadas por colisões decorrentes do próprio esporte que é sustentado pelo princípio do ataque, bloqueios e colisões de corrida, tendo uma lesão muito comum, que é a lesão cerebral traumática leve (TBI). Em 2019, a Liga Nacional de Futebol (do inglês, nacional football league NFL) relatou 224 concussões em um total máximo de 285 jogos, 0,78 concussões por jogo.

Ao considerar que grande parte dos indivíduos tem sintomas transitórios, incluindo cefaleia, fadiga, perda de memória, uma porção considerável dos jogadores apresentam sintomas persistentes que perduram por meses ou anos após a lesão, incluindo depressão, ansiedade e uma propensão à doenças neurodegenerativas (JUNG LB, et al., 2024). Com isso, sabe-se que o traumatismo craniano é comumente associado à doença neurodegenerativa ETC. Patologicamente, o diagnóstico de ETC, requer acúmulo

perivasculares de tau hiperfosforilado em neurônios, astrócitos e processos celulares nas profundezas dos sulcos corticais (SCHWAB N, et al., 2024).

Sabe-se que, quando há impactos repetitivos na cabeça, o cérebro, que possui uma consistência gelatinosa, sofre uma deformação dentro da calota craniana, e, essas alterações ao tornarem-se constantes e repetitivas, causam deformações nos sulcos internos e microtúbulos (que são estabilizados pela proteína tau). A tau polimeriza e estabiliza estruturas neuronais do sistema nervoso central (SNC). Com isso, compreende-se que ao ter impactos, há uma desestabilização dos microtúbulos (responsáveis pela manutenção da estrutura celular, transporte intracelular, divisão celular - mitose e meiose -, movimentação celular e resistência ao estresse mecânico), gerando uma hiperfosforilação (muito fosfato ligado a proteína) a tau (MCKEE AC, et al., 2023).

Essa hiperfosforilação origina-se devido a um estresse oxidativo, desequilíbrio nas enzimas de fosforilação, envelhecimento e declínio celular, inflamação crônica e traumas e lesões cerebrais repetitivas. Esse quadro advém de impactos repetitivos na cabeça, uma vez que podem contribuir para o desenvolvimento dos quadros associados à hiperfosforilação da proteína tau, como lesão cerebral repetitiva, neuroinflamação crônica (causada pelas recorrentes inflamações recorrentes) e disfunções de processos celulares. Desse modo, compreende-se que a ETC é uma consequência da repetição de impactos na cabeça ao longo dos anos, surgindo o questionamento quanto às disfunções neurológicas causadas pela ETC em jogadores de futebol americano (VEKSLER R, et al., 2020).

Ao analisarmos os artigos selecionados, identificamos um aumento do volume perivasculares em atletas de futebol americano, decorrente de impactos repetitivos na cabeça, associado a um pior desempenho de funções cognitivas, limpeza perivascular prejudicada, desenvolvimento de demência, Parkinson, Alzheimer, acumulação da proteína tau em forma de emaranhados neurofibrilares dentro dos neurônios, cefaleia recorrente, doenças cardiovasculares, hipercolesterolemia e mortes por câncer cerebral e no sistema nervoso (ARICINIEGA H, et al., 2024). No entanto, esses mesmos pacientes apresentam menos acometimentos para mortalidade por todas as causas, por doenças cardíacas, circulatórias, respiratórias e do sistema digestivo, câncer de pulmão e violência (ADAMS JW, et al., 2020).

Observou-se, também, uma associação à exposição a impactos repetitivos na cabeça e PVS (Perivasculares Spaces) foi significativamente modificada devido a fatores de risco cardiovascular e medicação. Surpreendentemente, o uso de  $\beta$ -bloqueadores, que atravessam a barreira hematoencefálica foi associado a um menor volume de PVS, preconizando uma possível associação protetora dessa classe medicamentosa. Assim, ainda não se identificou outras consequências do uso de  $\beta$ -bloqueadores quando combinados a impactos repetitivos na cabeça (ALOSCO ML, et al., 2020).

Ademais, observou-se que posições nas quais os jogadores foram expostos a impactos de grande magnitude e baixa frequência (Line backers e Wide Receivers), a taxa de tensão muscular e cerebral e em sulcos eram significativamente mais altas. Além disso, analisou-se que o movimento rotacional da cabeça é uma determinante chave na intensidade dos impactos e magnitude das deformações dentro dos sulcos, local que corresponde espacialmente onde a patologia ETC é observada. Não obstante, foi observado que grande tensão e taxa de deformação foram confinadas às profundidades sulcais com uma distribuição simétrica, sendo observada uma menor tensão e taxa de deformação na região cortical e regiões girais e visivelmente em estruturas subcorticais (MEZ J, et al., 2019).

Ainda sob esta perspectiva, observou-se que a tensão e taxa de tensão são mais altas em sulcos para jogadores expostos às maiores acelerações e velocidades lineares e rotacionais (Defensive Back, quarterback e wide receiver), sendo, geralmente, mais expostos às forças de alta magnitude e baixa frequência, apresentando uma maior incidência de concussões. Em contrapartida, jogadores que experimentam impactos na cabeça com baixa magnitude, mas em alta frequência, tiveram a menor magnitude de tensão dentro dos sulcos, sendo eles: Defensive line e Offensive line (KELLEY ME, et al., 2020).

Outrossim, posições que possuem pouco ou nenhum impacto durante o jogo, como o kicker e o punter, têm 0% de incidência de impactos repetitivos na cabeça e não tendo histórico conhecido de atletas dessas

posições com ETC, não apresentando efeitos colaterais neuropsíquicos, ou alterações comportamentais, além de apresentar a maior taxa de vitalidade entre os jogadores aposentados da liga, com sua média de vida ficando ligeiramente acima da média da população comum. Comprovando, assim, que, a posição que menos recebe impactos ao longo da carreira e a mais segura para o não desenvolvimento de ETC (LO BUE C, et al., 2022).

Ao analisar a idade na morte houve uma relação dose-resposta entre maior tempo de carreira (jogado) e ter ETC, no qual a cada ano adicional jogado correspondia a 30% mais chances de ter ETC na morte e o desenvolvimento de ETC; e entre os jogadores que apresentaram ETC observou-se que cada ano adicional de jogo correspondia a um aumento de 14% de ter ETC grave na hora da morte. Esses dados dobravam a cada 2,6 anos adicionados ao tempo de jogo do atleta. Foram analisados jogadores universitários com carreiras de pelo menos 4,5 anos e jogadores profissionais, que jogaram na NFL por um tempo médio de 11 anos (ZAMZAM M, et al., 2024). Mediante ao analisado, compreendeu-se que as concussões estão associadas a uma maior prevalência de depressão, autodiagnosticadas, em jogadores aposentados da NFL.

Entretanto, ao utilizar medidas psicométricas objetivas, para avaliar se há uma relação entre depressão e exposição à lesões na cabeça, têm-se observado uma mistura de dados e observações. Descobriu-se que em, 2013, o número de concussões estava associado ao pessimismo, sentimento de culpa, auto apatia (sintomas comuns à depressão) em ex-jogadores da NFL, observando, também, que esses sintomas estão intimamente associados a alterações na substância branca. Ademais, encontrou-se dados que compreendem que há uma importante relação entre os anos jogados e o número de concussões, ocasionando, assim, a ETC (GRASHOW R, et al., 2024a).

Observou-se, também, uma baixa amostragem, e, segundo os dados colhidos, não foi encontrada uma associação significativa entre os sintomas depressivos e o número de concussões ou anos jogados na NFL. Foram analisados 77 ex-jogadores da NFL, com 54 alegando queixa clínica principal, sendo elas, cognitivas (38), comportamental (20) e humor (39) (SHAFFERT J, et al., 2021). Sob este viés analítico, observou-se que os critérios de consenso para SET, as alterações clínicas antemortem associadas à mudança neuropatológica da encefalopatia traumática crônica (CTE-NC), incluindo um comprometimento cognitivo e desregulação neurocomportamental, não sendo contabilizada totalmente por condições neurológicas, psiquiátricas ou médicas alternativas (ADAMS JW, et al., 2020).

Infelizmente, ao analisar o histórico psiquiátrico e psicológico de jogadores aposentados, observa-se que cerca de dois terços dos ex-jogadores analisados relataram terem percebido alterações clínicas, supracitadas. A ETC percebida estava associada à idade mais jovem, com problemas pós carreira, incluindo depressão, descontrole emocional e comportamental, dificuldades cognitivas, dor e redução dos níveis de testosterona. Vale ressaltar, que ex-jogadores com ETC percebido têm um aumento de 5 vezes no número suicídios que aqueles com ETC não percebidos. O CTE-NC identificado na autópsia não foi definitivamente associado à depressão, ansiedade ou suicídio antemortem propostos. Ao analisar os dados, compreendeu-se que a ETC percebida, é um diferencial para representar uma oportunidade de aumentar o valor e a precisão da triagem de risco de suicídio entre ex-jogadores de futebol americano (GRASHOW R, et al., 2024a).

### **Participação no futebol americano e o Parkinson**

Em um conceito inicial, sabemos que o Parkinsonismo e a doença de Parkinson são conhecidos por resultarem de impactos repetitivos na cabeça, aumentando o risco de patologias neurodegenerativas que auxiliam no desenvolvimento do parkinsonismo (PHELPS A, et al., 2022). Contudo, a pesquisa realizada quanto a ligação do futebol americano e a doença de Parkinson in vivo é escassa, uma vez que, a ETC é diagnosticada post mortem, e a ligação dela (ETC) é logicamente inviável. Quando analisamos uma amostragem de 729 ex-jogadores, de futebol americano, tendo 575 jogando no nível juvenil e estudantil e 118 jogando no nível semiprofissional e profissional (College e NFL respectivamente). Os resultados analisados apresentaram que o histórico de jogar futebol americano foi associado a maiores chances de ter um diagnóstico relatado de DP e parkinsonismo, levando em consideração idade, nível de escolaridade, histórico de diabetes e doença cardíaca, com perda de consciência e histórico familiar de DP.



Observou-se também que há associações dose-resposta entre temporadas e nível de jogo de futebol, de maneira que mais temporadas jogadas somado a um maior nível de jogo, corresponderam a maiores probabilidades de ter um diagnóstico relatado de DP e parkinsonismo, correspondendo assim, nossas suspeitas iniciais, na qual, compreende-se que a participação no futebol americano pode ser um fator de risco para o desenvolvimento de DP e parkinsonismo. (BRUCE HJ, et al., 2023).

Entre os jogadores analisados, 648 relataram terem sido diagnosticados com DP. Observou-se que jogar futebol americano está associado a uma maior probabilidade de ter um diagnóstico relatado de DP ou parkinsonismo. Entre todos os jogadores, observou-se que, quanto mais tempo jogado, seja no College ou na NFL, maiores as chances de ter um diagnóstico de DP. Ademais, o nível do jogo também está relacionado à probabilidade, visto que na NFL a intensidade do impacto é exponencialmente maior que no College. A exemplo disso temos um prospecto - termo utilizado para se referir a um jogador universitário que está pleiteando uma vaga na NFL- do ano de 2023, ganhador do Heisman de 2022, e campeão universitário pelo Alabama Crimson Tide, estando na elite do futebol universitário e em 2024 foi destituído de seu posto como titular na NFL, tornando-se um reserva ruim, provando, que, entre o College e a NFL há um “abismo” de força, habilidade e raciocínio que aumentam a probabilidade de desenvolver DP.

Vale ressaltar que, a idade da primeira exposição ao futebol americano não estava relacionada às chances de ter um diagnóstico relatado de DP e parkinsonismo (SWARTZ EE, et al., 2022). Todavia, os estudos analisados mencionam que a causa da DP e parkinsonismo é multifatorial e está relacionada a fatores que podem ou não estar associados ao impacto repetitivo da cabeça. Os artigos afirmam que esportes de contato (em destaque o futebol americano) aumentam, sim, a probabilidade de desenvolvimento da doença, com ex-jogadores da NFL apresentando um aumento de 1,69 vezes no risco de morte por DP, contudo, esse número não é estatisticamente significativo (GRASHOW R, et al., 2024b). Ao analisar os achados neuropatológicos e clínicos em jovens atletas que jogaram futebol americano observou-se, que, de 152 cérebros analisados, 60,5% jogaram futebol americano como seu esporte principal, dentre eles 48 tinham ETC jogando futebol na universidade e nível profissional (MCKEE AC, et al., 2023).

### **Demência e cefaleia recorrente por exposição a impactos repetitivos na cabeça**

A cefaleia recorrente trata-se de uma afecção prevalente que pode ser causada e exacerbada por impactos repetitivos na cabeça, frequentemente encontrado nos esportes de contato. Sendo assim, os sintomas podem aparecer de diferentes maneiras, dentre elas, de forma tensional, enxaqueca e em salvas, e, para além disso, podem se desenvolver de forma aguda ou perdurar-se a tornar uma cefaleia crônica por meio de alterações vasculares e inflamatórias, no sistema nervosa, devido a lesões cerebrais traumáticas, como concussões.

A concussão se traduz em disfunções neuronais temporárias que podem levar ao aumento de excitabilidade dos neurônios nociceptivos, fenômeno conhecido como sensibilização central. Sob esse prisma, é válido citar que um jogador de futebol americano sofre inúmeras concussões durante a sua vida ativa dentro do esporte, resultando no quadro de cefaleia persistente, um dos sintomas da ETC, em quase toda a parcela de ex-praticantes (SWARTZ EE, et al., 2022).

Portanto, o aparecimento da cefaleia persistente é resultante de uma combinação de fatores inflamatórios, no que diz respeito ao prejuízo à comunicação neuronal e desenvolvimento de sintomas neurológicos e psiquiátricos somado ao quadro de cefaleia, fatores vasculares, com a atenuação da capacidade autorreguladora dos vasos sanguíneos na resposta a estímulos externos, fatores inflamatórios, os quais aumentam a propensão a dores de cabeça em detrimento de estímulos que, antes, não as causariam e fatores químicos que afetam a boa integridade das vias neurais que participam na percepção da dor. Sendo assim, o cidadão que passou por lesões repetitivas provenientes de impactos na cabeça está predisposto a dores de cabeça frequentes e persistentes durante a sua vida (VEKSLER R, et. al., 2020).

### **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Portanto, os dados supracitados possibilitam compreender que as disfunções neurológicas da ETC ocorrem intrinsecamente ligadas aos impactos repetitivos na cabeça e às complicações advindas dele. Posto

isso, percebe-se a necessidade de uma intervenção nos fatores modificáveis, os quais mostram uma demanda de novas regras e cuidados com jogadores de posições mais suscetíveis a uma maior incidência de impactos na cabeça. O esporte é muito popular e influente no mercado Global não apenas esportivo como turístico, imobiliário e estrutural para milhões de famílias, porém, mesmo sendo altamente lucrativo, observa-se sua grande problemática em decorrência do jogo. Em razão disso, medidas como, períodos de tempo maiores no protocolo de concussão atual da NFL, melhores capacetes – com mais tecnológicas capazes de absorver mais o impacto, diminuindo sua intensidade nos jogadores - e conscientização da população são importantes, com novos estudos sendo necessários para responder às dúvidas ainda não sanadas sobre o desenvolvimento de novas neuropatias e consequências para a vida social desses atletas. Afinal, todos os jogadores têm família em casa e não queremos que os heróis do campo, tornem-se os vilões de seus filhos, vendendo sua alma e consciência para um esporte tão amado por uma nação. Esses heróis merecem, não só uma carreira gloriosa, mas também uma aposentadoria digna de campeões do Super Bowl, digna de campeões da vida, uma vez que, ver os filhos e netos crescerem é uma dádiva e um troféu muito melhor que um anel velho e empoeirado.

## REFERÊNCIAS

1. ADAMS JW, et al. Association of probable REM sleep behavior disorder with pathology and years of contact sports play in chronic traumatic encephalopathy. *Acta Neuropathologica*, 2020; 140(6): 851-862.
2. ALOSCO ML, et al. Characterizing tau deposition in chronic traumatic encephalopathy (CTE): utility of the McKee CTE staging scheme. *Acta Neuropathologica*, 2020; 140(4): 495-512.
3. ARCINIEGA H, et al. Examination of the proposed criteria for traumatic encephalopathy syndrome: case report of a former professional football player. *Neurology Clinical*. 2024; 14: 200324.
4. BRUCE HJ, et al. American Football Play and Parkinson Disease Among Men. *JAMA Network*, 2023; 6(8): 2328644.
5. GRASHOW R, et al. Medical Conditions in Former Professional American-Style Football Players Are Associated With Self-Reported Clinical Features of Traumatic Encephalopathy Syndrome. *Neurotrauma Reports*, 2024; 5(1): 376-386.
6. GRASHOW R, et al. Perceived Chronic Traumatic Encephalopathy and Suicidality in Former Professional Football Players. *JAMA Neurology*, 2024; 23: 243083.
7. JUNG LB, et al. Repetitive Head Impacts and Perivascular Space Volume in Former American Football Players. *JAMA Network*. 2024; 7(8): 2428687.
8. KELLEY ME, et al. Physical Performance Measures Correlate with Head Impact Exposure in Youth Football. *MSSE*, 2020; 52(2): 449-456.
9. LOBUE C, et al. Examination of the proposed criteria for traumatic encephalopathy syndrome: case report of a former professional football player. *Journal of Neuropsychiatry*, 2022; 34(3): 21090225.
10. MCKEE AC, et al. Neuropathologic and Clinical Findings in Young Contact Sport Athletes Exposed to Repetitive Head Impacts. *JAMA Neurology*, 2023; 80(10): 1037-1050.
11. MELNYK BM e FINEOUT-OVERHOLT E. Evidence-based practice in nursing & healthcare: a guide to best practice. Philadelphia: Lippincott Williams & Williams, 2023; 5.
12. MEZ J, et al. Duration of American football play and chronic traumatic encephalopathy. *Acervo Neurológico, Annals of Neurology*. 2019; 87(1): 116-131.
13. MOHER D, et al. Preferred reporting items for systematic reviews and metaanalyses: the PRISMA statement. *Acervo de Revisões Sistemáticas, Elsevier*. 2010; 8: 336-341.
14. PHELPS A, et al. Association of Playing College American Football With Long-term Health Outcomes and Mortality. *JAMA Network*, 2022; 5(4): 228775.
15. SCHAFFERT J, et al. Frequency and Predictors of Traumatic Encephalopathy Syndrome in a Prospective Cohort of Retired Professional Athletes. *Frontiers in Neurology*. 2021; 12: 617526.
16. SCHWAB N, et al. Association of Position Played and Career Duration and Chronic Traumatic Encephalopathy at Autopsy in Elite Football and Hockey Players. *Neurology*. 2021; 96: 1835-1843.
17. SWARTZ EE, et al. National Athletic Trainers' Association Position Statement: Reducing Intentional Head-First Contact Behavior in American Football Players. *J Athl Train*, 2022; 57(2): 113-124.

18. VEKSLER R, et al. Slow blood-to-brain transport underlies enduring barrier dysfunction in American football players. *Brain Journal*, 2020; 143(6): 1826-1842.
19. ZAMZAM M, et al. The Correlations Between Concussions and Chronic Traumatic Encephalopathy (CTE) in the National Football League: Why Does Society Keep Promoting Sports With High CTE Rates? *Cureus*. 2024; 16(7): 64359.
20. ZIMMERMAN KA, et al. Player position in American football influences the magnitude of mechanical strains produced in the location of chronic traumatic encephalopathy pathology: A computational modelling study. *Journal of Biomechanics*, 2021; 118: 110256.