



IMUNOSSENSORES: uma revisão bibliométrica das aplicações em alfa-fetoproteína

Anderson de Oliveira Ribeiro¹

Adriana Lau da Silva Martins²

Daniele C. da Silva³

Resumo

Este artigo aborda a importância da alfa-fetoproteína (AFP) como biomarcador, especialmente no contexto do carcinoma hepatocelular (CHC). Destacando suas funções no desenvolvimento fetal e seu papel como marcador tumoral em condições como câncer de fígado, o artigo ressalta a necessidade de uma interpretação cuidadosa dos níveis elevados de AFP, que não são exclusivos do câncer. A identificação precoce do CHC é crucial devido à sua baixa taxa de sobrevivência, e o progresso na tecnologia de detecção da AFP, usando métodos avançados, é considerado vital. A pesquisa na base de dados SCOPUS revelou um crescente interesse em imunossensores relacionados à AFP, com destaque para a liderança chinesa nesse campo. A interdisciplinaridade entre química, bioquímica, ciências dos materiais e engenharia é crucial para o desenvolvimento desses imunossensores, contribuindo não apenas para o avanço tecnológico, mas também para a gestão eficaz do CHC. Em síntese, o estudo enfatiza a importância da AFP na detecção precoce de doenças, especialmente do CHC, e destaca a relevância da colaboração entre disciplinas na evolução dos biossensores.

Palavras-chave: Alfa-fetoproteína. Imunossensores. Câncer.

Introdução

A alfa-fetoproteína (AFP) é uma proteína presente no plasma sanguíneo de fetos em crescimento, sendo encontrada em quantidades significativamente menores em adultos. Sua produção ocorre no fígado do feto e no saco vitelino durante o período de gestação. A AFP desempenha uma função crucial no desenvolvimento fetal,

¹ Doutor em Astronomia e Astrofísica (ON-MCTI), Docente do UGB-FERP.

² Doutora em Tecnologia de Processos Químicos e Bioquímicos (UFRJ), Docente do UGB-FERP.

³ Especialista em Controle de Infecções Hospitalares, Pediatria Oncológica e em UTI adulto (Unyleya/UVA).



atuando na proteção do feto contra a exposição a determinadas substâncias maternas, além de desempenhar um papel na regulação do crescimento e desenvolvimento do fígado (TOMASI JR, 1977).

Adicionalmente, a presença de níveis elevados de AFP no plasma sanguíneo de adultos pode estar relacionada a determinadas condições médicas, como câncer de fígado, testículo ou ovário. Assim, a AFP é utilizada como um marcador tumoral em contextos clínicos específicos (NAZ et al, 2018). No entanto, é importante ressaltar que níveis elevados de AFP não são exclusivos do câncer e podem estar presentes em outras condições médicas, como doenças hepáticas e certos distúrbios do desenvolvimento fetal. Portanto, a interpretação dos níveis de AFP deve ser feita por um profissional de saúde qualificado em conjunto com outros exames e informações clínicas (WANG; WANG, 2018).

A detecção de AFP é importante para a identificação precoce do carcinoma hepatocelular (CHC). Este tipo de câncer é um tipo de câncer que se desenvolve no fígado, sendo uma das formas mais comuns de câncer hepático. Ele surge principalmente nas células hepáticas, conhecidas como hepatócitos. O CHC está frequentemente associado a condições crônicas do fígado, como cirrose, resultante de longos períodos de inflamação e lesão hepática. Um fator distintivo é sua forte ligação com a presença de hepatite viral crônica, abuso de álcool e acúmulo de gordura no fígado (esteatose hepática) (GOMES et al, 2013).

Devido à baixa taxa de sobrevivência estimada, que varia entre 3% e 35% em um período de cinco anos, a identificação precoce do CHC assume uma importância vital e aumenta as chances de tratamento bem-sucedido, mas também desempenha um papel crucial na gestão geral da doença e na melhor qualidade de vida. (ROCK et al, 2020)

O progresso na tecnologia de detecção da AFP desempenha um papel vital na detecção precoce de doenças. Diversos métodos avançados foram desenvolvidos para esse fim, incluindo ensaio imunoenzimático (ELISA), radioimunoensaio, imunensaio de fluorescência, eletroquimioluminescência, espectroscopia Raman e imunossensor eletroquímico. Cada abordagem possui características distintas, como sensibilidade, precisão e eficiência, contribuindo para a diversificação e aprimoramento das opções de diagnóstico. Essas inovações não apenas elevam a



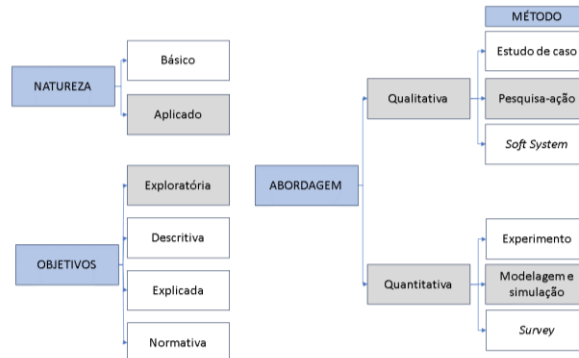
qualidade da detecção da AFP (LIU et al, 2020) com também para a assertividade do diagnóstico.

O objetivo é apresentar o estado da arte do campo de pesquisa imunossensores voltados a AFP para a construção de um arcabouço teórico no desenvolvimento de biossensores para detectar a AFP em plasma de pacientes de forma rápida e eficaz.

Metodologia

O presente artigo insere-se no âmbito da ciência aplicada, sendo categorizada como uma pesquisa de natureza aplicada que se utiliza de uma abordagem qualitativa e quantitativa. Na abordagem qualitativa foi aplicado o método Pesquisa-Ação e a abordagem quantitativa o método utilizado foi o exploratório como pode ser visto na figura 1.

Figure 1 Classificação da Pesquisa



FONTE: autor, 2023.

A revisão sistemática, que segue metodologias padronizadas, filtragem, revisão, interpretação e síntese de evidências em estudos qualitativos e quantitativos (PATI; LORUSSO, 2018). A revisão sistemática é considerada adequada na identificação de evidência disponível sobre um determinado campo de conhecimento.

Para a aplicação da revisão sistemática será seguido três passos, são eles:

1. Definição a pergunta. A pergunta a ser respondida é: qual o estado da arte da relação entre imunossensores e alfa-fetoproteína?



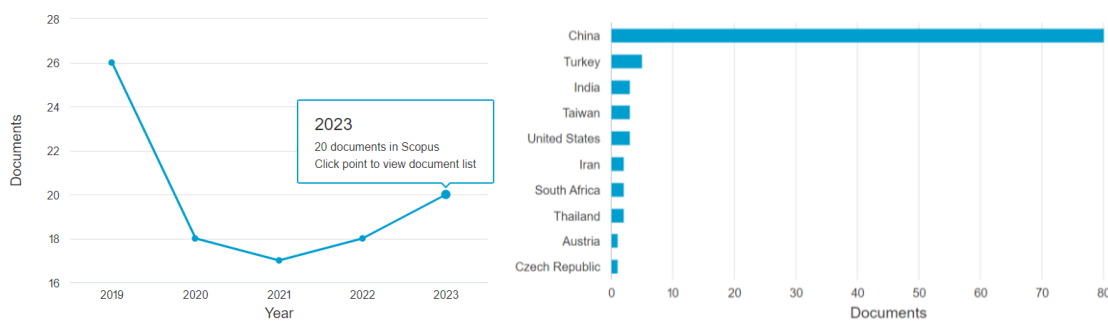
2. Busca de evidências. A base de dado utilizada para obtenção dos artigos foi a Scopus. A lógica de busca utilizada foi artigos publicados em revista indexadas entre 2018 e 2023 em língua inglês que continham em seus resumos, títulos ou palavras chaves os termos “*immunosensors*” and “*alpha-fetoprotein*”.

3. Analisada a qualidade metodológica dos artigos. A partir das similaridades identificadas entre os artigos, procede-se a extração das evidências e a agregação delas a fim de se obter o entendimento conceitual.

Resultados e Discussão

A pesquisa na base de dados *SCOPUS* revelou 99 estudos relacionados aos imunossensores e à alfa-fetoproteína. A Figura 2, à esquerda, apresenta a trajetória temporal do interesse acadêmico nesse tópico. Até 2021, observa-se uma diminuição no interesse, porém, a partir desse ano, houve um aumento significativo, impulsionado pelas aplicações potenciais desses imunossensores diante da emergência de saúde ocorrida em 2020. Esse aumento de interesse destaca a relevância e a crescente importância desses dispositivos na comunidade acadêmica, especialmente no contexto das demandas de saúde pública emergentes.

Figura 2 à esquerda é apresentado a evolução temporal das publicações da amostra à direita o numero de publicações por país.



FONTE: autor, 2024.

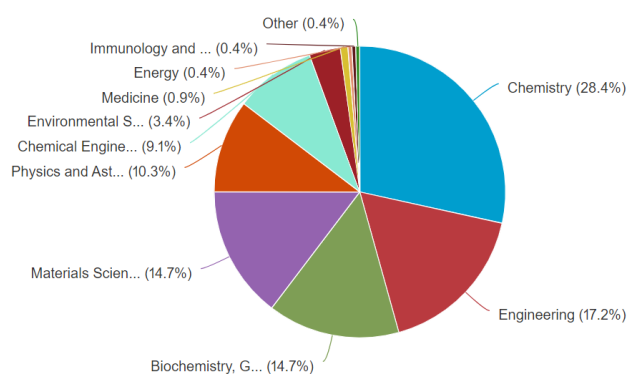
A Figura 2, à direita, demonstra o domínio da República Popular da China neste campo de estudos que supera de forma incontestável os demais países. E os resultados da evolução da China nas publicações acadêmicas que “em determinados



periódicos, as publicações chinesas constituem metade da produção total, chegando a ser três vezes maior do que a dos Estados Unidos” (DE MOURA, 2023). Além disso, a capacidade do país em gerar conhecimento consolidado por meio de publicações científicas tem sido acompanhada pela promoção de inovações tecnológicas (DE MOURA; 2023).

A China estabeleceu um robusto sistema de tecnologia e inovação, incentivando o empreendedorismo individual, e transformando os resultados da pesquisa científica básica em produtos e serviços inovadores. Esse ambiente propício gerou um ciclo virtuoso, contribuindo para o enriquecimento do país e possibilitando investimentos crescentes no sistema universitário e na pesquisa (GU; LUNDVALL, 2006).

Figura 3 Áreas do conhecimento de concentração dos artigos de nossa amostra.



A figura 3 mostra as áreas de conhecimento que concentram as publicações de nossa amostra. A interseção entre química, bioquímica, ciências dos materiais e engenharia desempenha um papel crucial no desenvolvimento de imunossensores voltados para a detecção da AFP. A química fornece as bases para a síntese e funcionalização de materiais específicos, como nanopartículas e biomoléculas, utilizados na construção desses sensores. A bioquímica desempenha um papel vital na compreensão dos processos biológicos subjacentes à interação entre os imunossensores e a AFP, permitindo a concepção de sistemas altamente seletivos e sensíveis. As ciências dos materiais contribuem para a escolha adequada de substratos e revestimentos, visando a estabilidade e eficácia dos dispositivos. Por fim, a engenharia desempenha um papel crucial na otimização dos imunossensores,



garantindo sua aplicabilidade prática, durabilidade e precisão nas detecções, destacando a importância sinérgica dessas disciplinas no avanço da tecnologia de detecção de AFP.

Considerações Finais

Considerando os avanços apresentados nesta pesquisa, é evidente que a detecção da alfa-fetoproteína (AFP) por meio de imunossensores desempenha um papel fundamental na identificação precoce de condições médicas, especialmente no contexto do carcinoma hepatocelular (CHC). A revisão sistemática realizada permitiu uma análise abrangente do estado da arte nesse campo, revelando não apenas a evolução temporal do interesse acadêmico, mas também destacando a relevância da pesquisa na República Popular da China, que lidera significativamente as publicações.

A interdisciplinaridade entre química, bioquímica, ciências dos materiais e engenharia foi essencial para o desenvolvimento desses imunossensores, destacando a importância da colaboração entre diferentes áreas do conhecimento. A aplicação de diversas metodologias avançadas, como ensaio imunoenzimático, radioimunoensaio, eletroquimioluminescência, entre outros, oferece uma variedade de opções para diagnósticos eficazes. Dessa forma, este estudo contribui não apenas para o avanço da tecnologia de detecção de AFP, mas também para o entendimento mais amplo das implicações clínicas e da importância vital da identificação precoce na gestão e tratamento do CHC, promovendo melhorias substanciais na qualidade de vida dos pacientes.

Referências

DE MOURA, Fabiana Ribeiro. **From Imitation To Innovation: Chinese Innovation Strategy Analysis**. Revista de Inovação e Tecnologia-RIT, v. 13, n. 2, p. 29-45, 2023.

GOMES, Marcos António et al. **Carcinoma hepatocelular: epidemiologia, biologia, diagnóstico e terapias**. Revista da Associação Médica Brasileira, v. 59, p. 514-524, 2013.



GU, Shulin; LUNDVALL, Bengt-Åke. O sistema de inovação da China e o movimento em direção ao crescimento harmonioso e à inovação endógena. **A Economia da Aprendizagem e a Economia da Esperança**, v. 269, 2006.

LIU, Lei et al. **Detection of alpha-fetoprotein using aptamer-based sensors**. *Biosensors*, v. 12, n. 10, p. 780, 2022.

NAZ, Zara et al. **Alpha-fetoprotein: A fabulous biomarker in hepatocellular, gastric and rectal cancer diagnosis**. *Biomed. Res*, v. 29, p. 2478-2483, 2018.

PATI, Debajyoti; LORUSSO, Lesa N. How to write a systematic review of the literature. **HERD: Health Environments Research & Design Journal**, v. 11, n. 1, p. 15-30, 2018.

ROCK, Cheryl L. et al. American Cancer Society guideline for diet and physical activity for cancer prevention. **CA: a cancer journal for clinicians**, v. 70, n. 4, p. 245-271, 2020.

TOMASI JR, Thomas B. **Structure and function of alpha-fetoprotein**. *Annual Review of Medicine*, v. 28, n. 1, p. 453-465, 1977.

WANG, Xiaoping; WANG, Qiaoxia. **Alpha-fetoprotein and hepatocellular carcinoma immunity**. *Canadian Journal of Gastroenterology and Hepatology*, v. 2018, 2018.