



## A CATALASE COMO BIOCATALISADOR: UMA REVISÃO SOB PERSPECTIVAS BIOQUÍMICAS E EVOLUTIVAS<sup>1</sup>

Vitor Jaeger Nogara<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Estudo desenvolvido através do Curso de Farmácia da Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul (UNIJUÍ)

<sup>2</sup> Acadêmico do Curso de Farmácia da UNIJUÍ. e-mail: vitor.nogara@sou.unijui.edu.br

### INTRODUÇÃO

As enzimas são proteínas de extrema importância para os organismos vivos, em decorrência de apresentarem atividade catalítica, aumentando a velocidade de reações bioquímicas, através da ligação do seu sítio ativo com a respectiva molécula ao qual possui afinidade, comumente denominada substrato (Nelson; Cox; Hoskins, 2022). Dentre a enorme variedade estrutural e funcional dessas biomoléculas catalisadoras, a catalase, localizada no peroxissomos de células eucariontes animais e vegetais, destaca-se como uma das principais enzimas oxidativas responsáveis por combater espécies reativas de oxigênio prejudiciais ao metabolismo celular (Junqueira; Carneiro, 2023).

Considerando que as enzimas são um tipo de proteína, a sua biossíntese ocorre nas subunidades ribossômicas através da codificação de sequências de genes, portanto, são sucessíveis ao aparecimento de mutações, dando surgimento a uma extensa gama de biocatalisadores, que poderão ou não terem sua síntese biológica perpetuada nas espécies que manifestaram a alteração gênica, através da seleção natural (Urry *et al.*, 2022).

Essa mesma concepção descrita pode ser observada sob perspectiva das bases moleculares da evolução, na qual é predizida a partir da taxa de substituições neutras, que a ocorrência de uma substituição não sinônima de um determinado códon que resulta na alteração de um aminoácido sintetizado apresenta uma inclinação maior para o efeito deletério, que é removido dos demais descendentes de uma população através da seleção purificadora (Griffiths *et al.*, 2022).

Por conseguinte, é possível inferir que um catalisador biológico, em especial a catalase, por apresentar capacidade de detoxificar o organismo de substâncias nocivas, como o peróxido de hidrogênio e o etanol, presente em bebidas alcoólicas e alimentos, se enquadra como uma vantagem dentro do contexto evolutivo, perpetuando-se no organismo de várias espécies distintas (Junqueira; Carneiro, 2023). Desse modo, pesquisas vêm sendo conduzidas



com o propósito de explorar as variações gênicas, estruturais e funcionais da enzima catalase, bem como a sua importância no combate ao estresse oxidativo, podendo o seu aumento ser utilizado promissora de maneira auxiliar no tratamento de doenças, como o câncer de mama (Vilches-Landeros *et al.*, 2024).

Diante do exposto, este trabalho tem como objetivo sistematizar os resultados de pesquisas atuais que utilizam a catalase como objeto de estudo, buscando compreender melhor suas características dentro de sistemas biológicos, no âmbito bioquímico e evolutivo, por meio de uma revisão bibliográfica.

## **METODOLOGIA**

Trata-se de uma revisão bibliográfica com abordagem qualitativa sobre a importância da enzima catalase nos seres vivos, dentro de um contexto bioquímico e evolutivo. Como critérios de inclusão foram considerados os artigos publicados no período de 2019 a 2024, escritos em inglês e português. Foram excluídos artigos que não se enquadraram nos critérios supracitados, que não apresentaram informações direta ou indiretamente relacionadas ao tema desta revisão e/ou cujo acesso é limitado.

Os descritores foram escolhidos de acordo com a lista disponibilizada pelo DeCS/MeSH, sendo eles: *Catalase*, *Evolution*, *Enzyme*, *Genetic*. O operador booleano utilizado foi a palavra *AND*, colocado posteriormente em sequência a cada um dos descritores adicionados na barra de pesquisa. A busca pelos estudos ocorreu entre os meses de julho e agosto de 2024.

Para encontrar os artigos incluídos neste trabalho, utilizou-se os bancos de dados online integrados ao portal da Bireme (Lilacs, Scielo, Medline, entre outros), através do sistema Biblioteca Virtual em Saúde (BVS).

Tendo em vista as especificações descritas acima, após a aplicação delas na pesquisa, foram identificados 9 artigos no portal Bireme potencialmente significativos e que foram guardados para avaliação do *abstract*. Durante a seleção desses estudos, 2 artigos foram excluídos por não apresentarem relação com o tema selecionado e outros 2 foram excluídos devido a um erro interno do sistema do site, ao qual não permitiu o acesso. Os 5 artigos restantes tiveram seu texto completo analisado para serem selecionados como elegíveis, sendo posteriormente todos eles incluídos para a síntese qualitativa.



## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A catalase apresenta capacidade de realizar a oxidação do peróxido de hidrogênio, tendo como formação de produtos da reação as moléculas de água e gás oxigênio, protegendo as células de lesões provenientes do estresse oxidativo (Liang *et al.*, 2021; López; Oterino; González, 2024). Por conta do processo de evolução convergente, onde indivíduos de origens evolutivas distintas submetidos a uma mesma pressão seletiva desenvolvem características semelhantes, originou-se três tipos de enzimas catalases, sendo elas: catalases monofuncionais de grupo heme, catalases-peroxidases e catalases de manganês (López; Oterino; González, 2024).

Em relação as catalases monofuncionais e de manganês, a diferença entre elas está no co-fator enzimático presente na estrutura química, que é respectivamente, grupo heme e íon manganês, já no caso das catalases-peroxidases, além de apresentarem a função propriamente característica de oxidar o peróxido de hidrogênio, também apresentam atividade enzimática semelhante a da enzima peroxidase, envolvida do mesmo modo nas reações de oxidação (López; Oterino; González, 2024).

No caso da presença desses catalisadores biológicos em seres vivos, uma pesquisa recente realizou uma avaliação da atividade enzimática em plantas transgênicas de tomate (*Vitis vinifera*) submetidas ao estresse desencadeado por baixas temperaturas, constatando-se um aumento significativo da ação catalítica desempenhada pela catalase (Liang *et al.*, 2021). Outro estudo desenvolvido dentro dessa temática submeteu espécimes de *Commiphora gileadensis* ao estresse induzido por altas concentrações salinas no solo, sendo observado que, a catalase foi a enzima oxidativa com maior capacidade de degradação de peróxido de hidrogênio (Safhi *et al.*, 2022).

Acerca das implicações evolutivas da presença da catalase em animais, um estudo explorou a relação entre a enzima com as populações de diversas espécies de nematelmintos, através de uma perspectiva cladística e filogenética, apresentando em seus resultados que, ela deixou de existir nos indivíduos da ordem Trichocephalida e das famílias Onchocercidae, Oxyuridae e Thellaziidae, apontando que nem todos os organismos necessitam da sua presença ao longo da evolução, provavelmente por estarem submetidos à diferentes pressões seletivas (Xu *et al.*, 2020).

Além do mais, um estudo investigou a presença da enzima catalase em grupos de protozoários tripanossomatídeos que não apresentavam, em seus genomas, os



sequenciamentos do gene responsável pela codificação da catalase, culminando na descoberta de que, as espécies do gênero *Blastocrithidia* analisadas possuem a presença dessa biomolécula, mas com atividade diminuída, indicando que seus genes podem ter sido selecionados de maneira isolada ao longo do seu processo evolutivo (Bianchi *et al.*, 2019).

Desse modo, levando em consideração os apontamentos levantados ao longo desse estudo, é perceptível que a catalase predomina-se em uma enorme variedade de organismos de hierarquias taxonômicas e linhagens evolutivas distintas, dentre as plantas, os animais e protozoários, bem como a sua característica bioquímica apresenta diferenciações estruturais e funcionais, formando um complexo panorama em relação a sua manifestação e relevância em seres vivos.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Percebe-se a enorme complexidade envolvendo os aspectos bioquímicos e evolutivos da enzima oxidativa catalase, destacando-se a sua importância no combate a substâncias potencialmente nocivas à integridade das células, sendo um fator de proteção contra o estresse oxidativo. A sua perpetuação nos organismos vivos depende de questões evolutivas específicas de cada grupo populacional, como a seletividade natural, de acordo com a sua possível necessidade para garantir a capacidade de adaptação ao meio.

Os resultados das pesquisas abordadas neste estudo evidenciam a notoriedade da realização de investigações científicas adicionais para entender melhor as dimensões biológicas da catalase e suas possíveis aplicações potenciais, como no melhoramento genético de plantas, tratamento de doenças e utilização biotecnológica no setor industrial agrícola, farmacêutico, químico e alimentício.

**Palavras-chave:** Catalase. Enzima. Evolução. Genética. Estresse oxidativo.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BIANCHI, C. *et al.* An enigmatic catalase of *Blastocrithidia*. **Molecular and Biochemical Parasitology**, v. 232, p. 111199, 2019.

GRIFFITHS, A. J. F. *et al.* **Introdução à Genética**. 12. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2022.



JUNQUEIRA, L. C.; CARNEIRO, J. **Biologia celular e molecular**. 10. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2023.

LIANG, G. *et al.* Genome-wide identification of BAM genes in grapevine (*Vitis vinifera* L.) and ectopic expression of VvBAM1 modulating soluble sugar levels to improve low-temperature tolerance in tomato. **BMC Plant Biology**, v. 21, p. 156, 2021.

LÓPEZ, M. B.; OTERINO, M. B.; GONZÁLEZ, J. M. The Structural Biology of Catalase Catalase Evolution. **Subcellular Biochemistry**, v. 104, p. 33-47, 2024.

NELSON, D. L.; COX, M. M.; HOSKINS, A. A. **Princípios de bioquímica de Lehninger**. 8. ed. Porto Alegre: Artmed, 2022.

SAFHI, F. A. *et al.* Genetic Characterization of Some Saudi Arabia's Accessions from *Commiphora gileadensis* Using Physio-Biochemical Parameters, Molecular Markers, DNA Barcoding Analysis and Relative Gene Expression. **Genes**, v. 13, n. 11, p. 2099, 2022.

URRY, L. A. *et al.* **Biologia de Campbell**. 12. ed. Porto Alegre: Artmed, 2022.

VILCHES-LANDEROS, M. M. *et al.* Antioxidant Enzymes and Their Potential Use in Breast Cancer Treatment. **International Journal of Molecular Sciences**, v. 25, n. 11, p. 5675, 2024.

XU, L. *et al.* Speciation and adaptive evolution reshape antioxidant enzymatic system diversity across the phylum Nematoda. **BMC Biology**, v. 18, p. 181, 2020.