SAÚDE E VIDA

UMA ABORDAGEM MULTIDISCIPLINAR

VOLUME 3



ORGANIZADORES

Dr. Avelar Alves da Silva

Dr. Wallace Rodrigues de Holanda Miranda

Dr. Arquimedes Cavalcante Cardoso

SCISAUDE EDITORA

SCISAUDE EDITORA

SAÚDE E VIDA

UMA ABORDAGEM MULTIDISCIPLINAR

VOLUME 3



ORGANIZADORES

Dr. Avelar Alves da Silva

Dr. Wallace Rodrigues de Holanda Miranda

Dr. Arquimedes Cavalcante Cardoso

SCISAUDE
EDITORA

SCISAUDE
EDITORA



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

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

LICENÇA CREATIVE COMMONS

A editora detém os direitos autorais pela edição e projeto gráfico. Os autores detêm os direitos autorais dos seus respectivos textos. SAÚDE E VIDA: UMA ABORDAGEM MULTIDISCIPLINAR 3 de SCISAUDE está licenciado com uma Licença Creative Commons - Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional. (CC BY-NC-ND 4.0). Baseado no trabalho disponível em https://www.scisaude.com.br/catalogo/saude-e-vida-uma-abordagem-multidisciplinar-3/99

2026 by SCISAUDE
Copyright © SCISAUDE
Copyright do texto © 2026 Os autores
Copyright da edição © 2026 SCISAUDE
Direitos para esta edição cedidos ao SCISAUDE pelos autores.
Open access publication by SCISAUDE



ORGANIZADORES

Dr. Avelar Alves da Silva
http://lattes.cnpq.br/8204485246366026
https://orcid.org/0000-0002-4588-0334

Dr. Wallace Rodrigues de Holanda Miranda
http://lattes.cnpq.br/9510895183615760
https://orcid.org/0000-0002-0306-251X

Dr. Arquimedes Cavalcante Cardoso
http://lattes.cnpq.br/0647092865505641
https://orcid.org/0000-0001-9546-805X

Editor chefe
Paulo Sérgio da Paz Silva Filho

Projeto gráfico
Lennara Pereira Mota

Diagramação:
Paulo Sérgio da Paz Silva Filho
Lennara Pereira Mota

Revisão:
Os Autores



Conselho Editorial

Ana Flavia de Oliveira Ribeiro	Elane da Silva Barbosa	Juliane Maguetas Colombo Pazzanese
Ana Florise Morais Oliveira	Francine Castro Oliveira	Júlia Maria do Nascimento Silva
André de Lima Aires	Giovanna Carvalho Sousa Silva	Kaline Malu Gerônimo Silva dos Santos
Angélica de Fatima Borges Fernandes	Heloísa Helena Figuerêdo Alves	Laíza Helena Viana
Camila Tuane de Medeiros	Jamile Xavier de Oliveira	Leandra Caline dos Santos
Camilla Thaís Duarte Brasileiro	Jean Carlos Leal Carvalho De Melo Filho	Lennara Pereira Mota
Carla Fernanda Couto Rodrigues	João Paulo Lima Moreira	Luana Bastos Araújo
Daniela de Castro Barbosa Leonello	Juliana britto martins de Oliveira	Maria Isabel Soares Barros
Dayane Dayse de Melo Costa	Juliana de Paula Nascimento	Maria Luiza de Moura Rodrigues
Maria Vitalina Alves de Sousa	Raissa Escandiusi Avramidis	Wesley Romário Dias Martins
Maryane Karolyne Buarque Vasconcelos	Renata Pereira da Silva	Wilianne da Silva Gomes
Paulo Sérgio da Paz Silva Filho	Sannya Paes Landim Brito Alves	Willame de Sousa Oliveira
Mayara Stefanie Sousa Oliveira	Suellen Aparecida Patricio Pereira	Naila Roberta Alves Rocha
Michelle Carvalho Almeida	Thamires da Silva Leal	Neusa Camilla Cavalcante Andrade Oliveira
Márcia Farsura de Oliveira		



Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
(Câmara Brasileira do Livro, SP, Brasil)

Saúde e vida : uma abordagem multidisciplinar : volume 3 [livro eletrônico] / organização Avelar Alves da Silva, Wallace Rodrigues de Holanda Miranda, Arquimedes Cavalcante Cardoso. -- Teresina, PI : SCISAUDE, 2026.
PDF

ISBN 978-65-85376-86-0

1. Medicina e saúde 2. Promoção da saúde 3. Saúde pública 4. Sistema Único de Saúde (Brasil) I. Silva, Avelar Alves da. II. Miranda, Wallace Rodrigues de Holanda.

26-355658.0 CDD-362.109

Índices para catálogo sistemático:
1. Saúde pública 362.109
Livia Dias Vaz - Bibliotecária - CRB-8/9638

10.56161/sci.ed.20260427

978-65-85376-86-0

SCISAUDE
EDITORA

SCISAUDE
Teresina – PI – Brasil
scienceesaude@hotmail.com
www.scisaude.com.br



APRESENTAÇÃO

A obra *Saúde e Vida: Uma Abordagem Multidisciplinar 3* nasce da necessidade crescente de compreender a saúde para além de uma perspectiva isolada, reconhecendo-a como um fenômeno complexo, dinâmico e profundamente influenciado por múltiplos determinantes biológicos, sociais, culturais e tecnológicos. Em um cenário marcado por constantes transformações, torna-se imprescindível integrar saberes e práticas de diferentes áreas do conhecimento, promovendo uma visão ampliada e mais resolutiva do cuidado em saúde.

Este volume reúne contribuições relevantes de pesquisadores, profissionais e estudiosos que atuam em diversas frentes do campo da saúde, contemplando discussões atuais e necessárias sobre promoção da saúde, prevenção de doenças, diagnóstico, tratamento e reabilitação. Os capítulos aqui apresentados refletem o compromisso com a produção e disseminação do conhecimento científico de qualidade, bem como com o fortalecimento das práticas baseadas em evidências.

A proposta desta coletânea é fomentar o diálogo interdisciplinar, valorizando a interação entre diferentes saberes e incentivando a construção de estratégias integradas que possam impactar positivamente a qualidade de vida da população. Ao abordar temáticas variadas, o livro se consolida como um importante instrumento de apoio para acadêmicos, profissionais da saúde e gestores, contribuindo para a formação crítica e para a tomada de decisões mais assertivas no âmbito da saúde.

Por fim, espera-se que esta obra inspire reflexões, amplie horizontes e fortaleça o compromisso coletivo com a promoção da vida e do bem-estar, reafirmando a importância de uma atuação multiprofissional ética, humanizada e centrada nas necessidades da população.

Boa Leitura!!!

Sumário

CAPÍTULO 1 ..... **11**

USO DE *PANAX GINSENG* COMO RECURSO FITOTERÁPICO NA MELHORA DA RESISTÊNCIA FÍSICA: UMA ABORDAGEM INTEGRATIVA **11**

10.56161/sci.ed.20260427C1 11

CAPÍTULO 2 ..... **24**

EFEITOS DO TREINAMENTO RESISTIDO SOBRE PARÂMETROS HEMODINÂMICOS E ESTRESSE OXIDATIVO EM INDIVÍDUOS HIPERTENSOS **24**

10.56161/sci.ed.20260427C2 24

CAPÍTULO 3 ..... **37**

EFEITOS DA SUPLEMENTAÇÃO COM SUCO DE UVA SOBRE O ESTRESSE OXIDATIVO E A PERFORMANCE ESPORTIVA **37**

10.56161/sci.ed.20260427C3 37

CAPÍTULO 4 ..... **51**

PERFIL DAS LESÕES ORTOPÉDICAS EM PRATICANTES DE MOUNTAIN BIKE: UMA REVISÃO INTEGRATIVA **51**

10.56161/sci.ed.20260427C4 51

CAPÍTULO 5 ..... **62**

UMA OVERVIEW DAS LESÕES ORTOPÉDICAS EM CORREDORES **62**

10.56161/sci.ed.20260427C5 62

CAPÍTULO 6 ..... **71**

PROBIÓTICOS E PREBIÓTICOS NA PRÁTICA ESPORTIVA: UMA REVISÃO SOBRE A MODULAÇÃO DO EIXO INTESTINO-MÚSCULO. **71**

10.56161/sci.ed.20260427C6 71

CAPÍTULO 7 ..... **86**

UTILIZAÇÃO DE NUTRIENTES ANTIOXIDANTES: CÚRCUMA, GENGIBRE E PRÓPOLIS NA MELHORA DO DESEMPENHO ESPORTIVO **86**

10.56161/sci.ed.20260427C7 86

CAPÍTULO 8 ..... **104**

AVANÇOS TECNOLÓGICOS NA RADIOTERAPIA ESTEREOTÁXICA NO TRATAMENTO DOS GLIOMAS DE ALTO GRAU **104**

10.56161/sci.ed.20260427C8 104

CAPÍTULO 9 ..... **115**

APRENDIZAGEM LÚDICA DO SISTEMA DIGESTÓRIO POR MEIO DE JOGO DE TABULEIRO **115**

10.56161/sci.ed.20260427C9 115

CAPÍTULO 10 ..... **122**

PRESENÇA DO FARMACÊUTICO NA VIGILÂNCIA SANITÁRIA: COMPETÊNCIA TÉCNICA E PROTEÇÃO DA SAÚDE COLETIVA **122**

10.56161/sci.ed.20260427C10 122

CAPÍTULO 11 ..... **133**

CONTRIBUIÇÃO DAS ANÁLISES CLÍNICAS PARA A VIGILÂNCIA EPIDEMIOLÓGICA E FORTALECIMENTO DAS RESPOSTAS A EMERGÊNCIAS EM SAÚDE PÚBLICA **133**



10.56161/sci.ed.20260427C11 133

CAPÍTULO 12 145

A INSERÇÃO DAS PRÁTICAS INTEGRATIVAS E COMPLEMENTARES NA FORMAÇÃO EM SAÚDE: IMPACTOS NA CONSTRUÇÃO DE COMPETÊNCIAS INTERPROFISSIONAIS E NO MODELO DE ATENÇÃO 145

10.56161/sci.ed.20260427C12 145

CAPÍTULO 13 157

SAÚDE DO TRABALHADOR NA ERA DIGITAL E AS TRANSFORMAÇÕES TECNOLÓGICAS MEDIADAS PELA INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL NOS DESAFIOS CONTEMPORÂNEOS DO CUIDADO INTEGRAL 157

10.56161/sci.ed.20260427C13 157

CAPÍTULO 14 170

ONCOLOGIA E PRÁTICAS MULTIDISCIPLINARES NA PRODUÇÃO DO CUIDADO INTEGRAL E NA QUALIFICAÇÃO DA ASSISTÊNCIA EM SAÚDE 170

10.56161/sci.ed.20260427C14 170

CAPÍTULO 15 183

PAINEL COPROLÓGICO PARA AVALIAÇÃO DE AMOSTRAS FECAIS 183

10.56161/sci.ed.20260427C15 183

CAPÍTULO 16 192

PREVENÇÃO DO CÂNCER COLORRETAL 192

10.56161/sci.ed.20260427C16 192

CAPÍTULO 17 201

TECNOLOGIAS EDUCACIONAIS PARA PROMOÇÃO DO AUTOCUIDADO DE CRIANÇAS COM DIABETES TIPO-1: Uma revisão integrativa 201

10.56161/sci.ed.20260427C17 201

CAPÍTULO 18 219

A POLÍTICA NACIONAL DE HUMANIZAÇÃO E SEUS REFLEXOS NA QUALIDADE DO CUIDADO NO SUS 219

10.56161/sci.ed.20260427C18 219

CAPÍTULO 19 241

CUIDADO LONGITUDINAL AO IDOSO NA ATENÇÃO PRIMÁRIA: ESTRATÉGIAS E DESAFIOS NA UNIDADE BÁSICA DE SAÚDE 241

10.56161/sci.ed.20260427C19 241

CAPÍTULO 20 258

VIOLÊNCIA CONTRA A MULHER COMO PROBLEMA DE SAÚDE PÚBLICA E OS DESAFIOS DA REDE DE ATENÇÃO INTEGRAL 258

10.56161/sci.ed.20260427C20 258

CAPÍTULO 21 271

BIOMÓLECULAS DE MACROALGAS MARINHAS EM ANÁLISES LABORATORIAIS: POTENCIAL ANTIOXIDANTE E ANTIMICROBIANO EM AVALIAÇÃO CLÍNICA 271

10.56161/sci.ed.20260427C21 271

CAPÍTULO 22 281

POTENCIAL ANTIFÚNGICO DE COMPOSTOS FENÓLICOS NATURAIS CONTRA *CANDIDA ALBICANS* 281

10.56161/sci.ed.20260427C22 281

SCISAUDE
EDITORA

CAPÍTULO 30

POTENCIAIS APLICAÇÕES CLÍNICAS DA GLUTATIONA COMO BIOMARCADOR NA ONCOLOGIA PANCREÁTICA: UMA REVISÃO NARRATIVA

POTENTIAL CLINICAL APPLICATIONS OF GLUTATHIONE AS A BIOMARKER IN PANCREATIC ONCOLOGY: A NARRATIVE REVIEW

10.56161/sci.ed.20260427C30

Jayane da Silva Sousa
Bacharelado em Biomedicina – Universidade Federal do Delta do Parnaíba
Orcid ID do autor https://orcid.org/0009-0006-7654-2924

Rayna Katlhey Gomes da Silva
Bacharelado em Biomedicina – Universidade Federal do Delta do Parnaíba
Orcid ID do autor https://orcid.org/0009-0003-3426-707X

Bianca Maria Rodrigues de Araújo
Bacharelado em Biomedicina – Universidade Federal do Delta do Parnaíba
Orcid ID: https://orcid.org/0009-0004-6129-6922

João Hairton de Sousa Oliveira
Graduando em Enfermagem - Universidade Estadual do Maranhão
Orcid ID: https://orcid.org/0009-0006-9918-4859

Emilly Karoline Pereira Cardoso
Bacharelado em Enfermagem - Centro Universitário Mário Pontes Jucá
Orcid ID: https://orcid.org/0009-0002-2895-145

Gabriela Ribeiro da Silva
Bacharelado em Biomedicina - Universidade Federal do Delta do Parnaíba
Orcid ID: https://orcid.org/0009-0008-3998-527X

Maria Vanessa de Souza da Silva
Graduando em Enfermagem - Universidade Estadual do Maranhão
Orcid ID:https://orcid.org/0009-0009-2211-7588

Franceline Gracielli Bento Pereira
Bacharel em Farmácia Generalista - União das Faculdades dos Grandes Lagos
Orcid ID: https://orcid.org/0009-0005-8506-2917

Querem Hapuque Viana Ramos Gomes
Graduanda de Enfermagem - Centro Universitário Mário Pontes Jucá
Orcid ID: https://orcid.org/0009-0002-5771-3418

Denny Ewerton Costa Cruz
Programa de Pós-Graduação em Saúde Coletiva do Instituto Multidisciplinar em Saúde da Universidade Federal da Bahia (PPGSC-IMS/UFBA)
Orcid ID: https://orcid.org/0009-0007-3797-9119

RESUMO: O adenocarcinoma ductal pancreático é uma neoplasia altamente agressiva, com sobrevida de apenas 4% em cinco anos. Sua patogênese envolve fatores ambientais, mutações somáticas (como KRAS e TP53) e um estroma fibrótico denso que impede a ação quimioterápica. Diante do desafio do diagnóstico precoce pelos métodos atuais e marcadores convencionais, como o CA19-9, os biomarcadores moleculares tornaram-se ferramentas essenciais. Nesse cenário, o sistema da glutationa (GSH) destaca-se como um alvo responsivo ao redox crucial, regulando o estresse oxidativo tumoral e abrindo caminhos para novas estratégias diagnósticas e terapêuticas na oncologia pancreática. O presente estudo teve como objetivo revisar a literatura científica acerca das potenciais aplicações clínicas da glutationa e de componentes relacionados ao seu metabolismo como biomarcadores na oncologia pancreática. Trata-se de uma revisão narrativa da literatura realizada a partir de buscas nas bases de dados PubMed, Biblioteca Virtual da Saúde (BVS) e Embase, utilizando os descritores "Pancreatic Cancer", "Glutathione" e "Biomarker", combinados pelo operador booleano "AND". Foram incluídos estudos publicados nos últimos cinco anos, disponíveis na íntegra e diretamente relacionados à temática proposta, resultando na seleção final de 11 artigos. A análise dos estudos evidenciou que alterações na via da glutationa estão associadas ao desenvolvimento, progressão e resistência terapêutica do adenocarcinoma ductal pancreático. Biomarcadores como SLC7A11, GGCT, GSTP1, GSTM2, GSTA4, GGT e o metabólito 5-oxoprolina demonstraram potencial aplicação no diagnóstico, prognóstico e monitoramento da resposta ao tratamento. Os achados também indicam que a modulação do metabolismo redox desempenha papel relevante na adaptação tumoral, na quimiorresistência e na evolução clínica da doença. Conclui-se que o sistema da glutationa representa uma promissora fonte de biomarcadores para a oncologia pancreática, podendo contribuir para o diagnóstico precoce, estratificação prognóstica e desenvolvimento de estratégias terapêuticas mais direcionadas, embora sejam necessários estudos adicionais para validação clínica desses marcadores.

PALAVRAS-CHAVE: Glutationa; Biomarcadores Tumorais; Neoplasias Pancreáticas; Estresse Oxidativo; Prognóstico.

ABSTRACT: Pancreatic ductal adenocarcinoma is a highly aggressive neoplasm, with a five-year survival rate of only 4%. Its pathogenesis involves environmental factors, somatic mutations (such as KRAS and TP53), and a dense fibrotic stroma that hinders chemotherapy. Given the challenge of early diagnosis using current methods and conventional markers, such as CA19-9, molecular biomarkers have become essential tools. In this context, the glutathione-stimulating system (GSH) stands out as a crucial redox-responsive target, regulating tumor oxidative stress and opening avenues for new diagnostic and therapeutic strategies in pancreatic oncology. This study aimed to review the scientific literature on the potential clinical applications of glutathione and related metabolic pathway components as biomarkers in pancreatic oncology. A narrative literature review was conducted through searches in the

PubMed, Virtual Health Library (VHL), and Embase databases using the descriptors “Pancreatic Cancer”, “Glutathione”, and “Biomarker” combined with the Boolean operator AND. Studies published within the last five years, available in full text and directly related to the proposed topic, were included, resulting in a final sample of 11 articles. The analysis showed that alterations in the glutathione pathway are associated with the development, progression, and therapeutic resistance of pancreatic ductal adenocarcinoma. Biomarkers such as SLC7A11, GGCT, GSTP1, GSTM2, GSTA4, GGT, and the metabolite 5-oxoproline demonstrated potential applications in diagnosis, prognosis, and treatment response monitoring. The findings also indicate that redox metabolism modulation plays an important role in tumor adaptation, chemoresistance, and disease progression. It is concluded that the glutathione system represents a promising source of biomarkers for pancreatic oncology and may contribute to early diagnosis, prognostic stratification, and the development of more targeted therapeutic strategies, although further studies are required to validate their clinical applicability.

KEYWORDS: Glutathione; Tumor Biomarkers; Pancreatic Neoplasms; Oxidative Stress; Prognosis.

1. INTRODUÇÃO

O câncer de pâncreas compreende principalmente o adenocarcinoma ductal pancreático (ADP), uma doença persistente e recalcitrante. O ADP, originário no tecido glandular, representa 95% dos tumores pancreáticos malignos, sendo a terceira causa de mortes por neoplasias nos países ocidentais. Responsável por uma das neoplasias malignas de pior prognóstico, a taxa de sobrevida é em torno de 4% em cinco anos (Cartaxo *et al.,* 2023). No Brasil, sem considerar os tumores de pele não melanoma, o câncer de pâncreas ocupa a 14ª posição entre os tipos de câncer mais frequentes. É responsável por cerca de 1% a 2% de todos os tipos de câncer diagnosticados e por 5% do total de mortes causadas pela doença, 7º lugar de mortalidade masculina e 50ª de mortalidade feminina (Brasil, 2026).

Alguns fatores desempenham papéis significativos para a promoção do risco e início do câncer de pâncreas como fatores ambientais, dietas ricas em gordura, obesidade, diabetes tipo 2, tabagismo, consumo excessivo de álcool, baixo consumo de fibras, frutas, vegetais e carnes magras. Além disso, ao contrário das síndromes familiares de câncer para gastrointestino/cólon e mama, o câncer de pâncreas apresenta penetrância muito baixa, com menos de 10% dos casos ligados a um ambiente familiar e a maioria das incidências de câncer de pâncreas ocorre esporadicamente e a doença frequentemente é acompanhada de anomalias genéticas em células somáticas (Jiang *et al.,* 2022).

O desenvolvimento do ADP é acompanhado de mutações em genes supressores como KRAS, TP53, SMAD4 que ativa vias de sinalização de crescimento e proliferação celular,



elimina mecanismos cruciais de reparo de DNA e afeta a via de sinalização do TGF-β, que normalmente tem efeito supressor de tumor, respectivamente. Além disso, o ADP é formado por um estroma denso e fibrótico (desmoplasia), que é rico em células como fibroblastos associados ao câncer, uma matriz extra celular densa rica em colágeno que agem como barreira física, impedindo a atuação de células do sistema imunológico e a penetração de quimioterápicos (Masugi, 2022; Zhang, Liu, Yang, 2022).

Para o bom diagnóstico, análises histopatológicas e amostras citológicas são comumente usadas atualmente para detectar câncer de pâncreas, e essas amostras são comumente obtidas por meio de biópsia guiada por tomografia computadorizada. Ademais, por ser um câncer com um dos piores prognósticos e uma das menores taxas de sobrevivência, a detecção precoce desse câncer se torna um grande desafio, então os biomarcadores se tornam ferramentas essenciais nesse contexto. Podem ser utilizados para vários fins, incluindo a detecção precoce de câncer, prognóstico, predição de resposta ao tratamento e monitoramento da progressão da doença. Os seis marcadores tumorais que estão na lista de observação nesses casos são antígeno de carboidrato 19-9 (CA19-9), antígeno carcinoembrionário (CEA), CA242, microRNAs, CA125 e mutações do gene K-RAS (Daher *et al.,* 2024; Lino *et al*., 2024).

A glutationa (GSH) é o antioxidante tiol mais abundante nas células. É um tripeptídeo formado a partir de ácido glutâmico, cisteína e glicina, que pode participar de reações redox. As células cancerígenas possuem sistemas antioxidantes aprimorados que lhes permitem suportar níveis elevados de espécies reativas de oxigênio (ROS). Sob hipóxia, quando ROS e óxido nítrico (NO•) estão elevados, o equilíbrio redox é mantido principalmente pela GSH. Consequentemente, perturbações na biossíntese, utilização ou reciclagem da GSH são marcas do estresse oxidativo e têm sido implicadas na patogênese do câncer. Além disso, a GSH é altamente abundante em tumores e serve como um alvo valioso para diagnósticos responsivos ao redox, se transformando em um alvo de interesse para o desenvolvimento de novas estratégias terapêuticas e de diagnóstico precoce (El Sadda, 2026; Dong *et al*., 2025).

Nesse sentido, o presente capítulo tem como objetivo revisar a literatura científica a acerca das potenciais aplicações clínicas da glutationa e suas vias como fonte de biomarcadores para a oncologia pancreática, destacando sua relevância no diagnóstico e prognóstico.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

O presente trabalho consiste em uma revisão bibliográfica narrativa, um tipo de estudo que busca sintetizar e analisar pesquisas existentes sobre um determinado tema, sem seguir uma metodologia rigorosamente sistemática. Assim, a busca por bibliografias foi realizada a partir

de descritores obtidos no site Descritores em Ciência da Saúde (DeCS), no qual foram selecionados “Pancreatic Cancer”, “Glutathione” e “Biomarker”. Foi utilizado o operador booleano “AND” com o objetivo de limitar os resultados encontrados nas bases de dados. A busca foi realizada no dia 08 de maio de 2026 utilizando as bases de dados PubMed, Biblioteca Virtual da Saúde (BVS) e Embase.

Tabela I: Estratégias de busca empregadas nos bancos de dados:

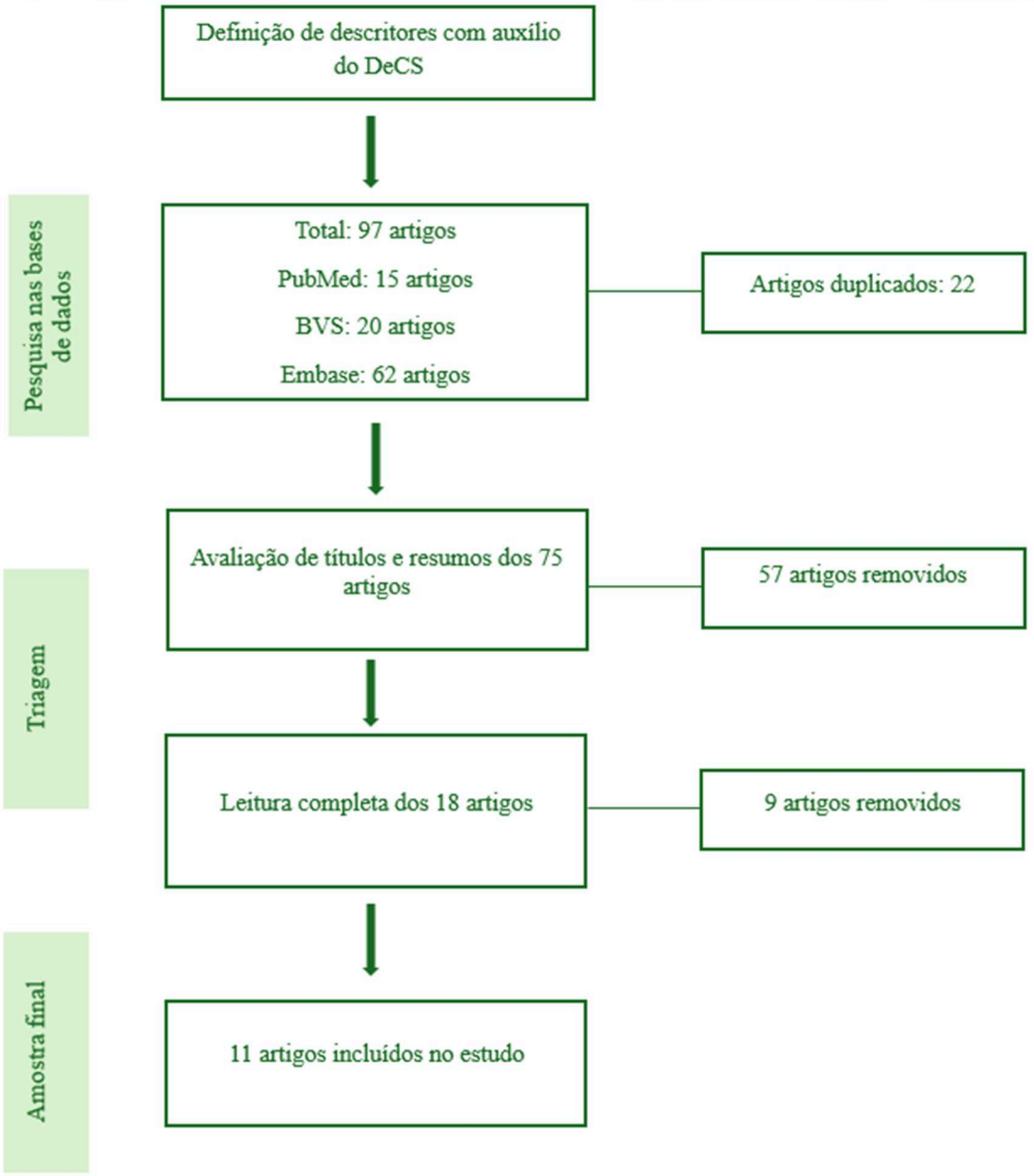
Base de Dados	Estratégia de Busca (Descritores e Operadores Booleanos)
PubMed	("Pancreatic Cancer" AND Glutathione AND Biomarker)
BVS	("Pancreatic Cancer" AND Glutathione AND Biomarker)
Embase	("Pancreatic Cancer" AND Glutathione AND Biomarker)

Fonte: Elaborado pelos autores, 2026.

Foram aplicados os critérios de inclusão e exclusão para selecionar as publicações relevantes acerca do tema “Potenciais Aplicações Clínicas da Glutationa como Biomarcador na Oncologia Pancreática”. Como critérios de inclusão, as revisões sistemáticas, ensaios clínicos, estudos observacionais e meta-análises publicadas nos últimos cinco anos, que abordam diretamente sobre o tema do trabalho, com acesso gratuito, nos idiomas em português e inglês. Foram excluídos artigos duplicados entre as bases de dados, fora do período definido, artigos de teses, monografias e dissertações, em outros idiomas, indisponíveis na íntegra e que não se referem diretamente à temática do capítulo.

A partir disso, foram obtidos um total de 97 artigos, sendo 15 na base de dados PubMed, 20 no BVS e 62 no Embase. Previamente, foram removidos os artigos duplicados entre as bases, 22 duplicados, sendo selecionado 75 trabalhos para a avaliação do título e resumo. Posteriormente, foram excluídos 57 artigos e os 18 restantes foram submetidos a leitura completa. Ao final, foram incluídos 11 artigos no estudo.

Figura 1: Fluxograma do processo de busca, triagem e amostragem final de artigos.



Fonte: Elaborado pelos autores, 2026.

3. RESULTADOS

Para os fins desta revisão, o termo “glutationa como biomarcador” é empregado em sentido amplo, abrangendo não apenas a mensuração direta dos níveis de glutationa reduzida (GSH) e oxidada (GSSG), mas também de enzimas de síntese e conjugação (GSTs), transportadores de precursores (SLC7A11/xCT), enzimas do ciclo γ-glutamil (GGCT, GGT) e metabólitos mensuráveis derivados dessa via, todos com potencial de aplicação como marcadores diagnósticos, prognósticos e preditivos de resposta terapêutica no câncer pancreático.

A Tabela II apresenta a caracterização descritiva dos trabalhos incluídos nesta revisão, detalhando a autoria, o ano de publicação, o delineamento do estudo, o objetivo central e os principais resultados identificados acerca do potencial clínico do sistema Glutationa no câncer pancreático.

Tabela II: Caracterização descritiva dos estudos selecionados (n=11):

Primeiro Autor /Ano	Título do Artigo	Tipo de Estudo	Principais Resultados (Foco no Sistema Glutationa)
Qiu *et al.*, 2026	Gamma-glutamyl transferase as a redox-gatekeeper biomarker for pancreatic cystic neoplasms: A concise roadmap from epidemiology to bedside.	Análise de coorte (n=2,65 milhões)	Define a GGT como um marcador de monitoramento do estado redox tumoral. Além de poder servir como ferramenta para a estratificação de risco ou acelerar o tratamento e casos de tumores malignos.
Park *et al.*, 2026	A clinical decision framework for redox-adapted, EMT-high cancers: From ferroptosis resistance to precision therapeutic stratification.	Translacional / Framework clínico	A pressão oxidativapersistente dentro do microambiente tumoral (TME) favorece seletivamente subpopulações tumorais capazes de reorganizar defesas antioxidantes, fluxo metabólico e programas de destino celular, promovendo tolerância terapêutica.
Vilà-Quitana *et al.*, 2024	Exploring the Associations of Inflammatory and Oxidative Stress Biomarkers with Pancreatic Diseases: An Observational and Mendelian Randomisation Study.	Estudo observacional + randomização mendeliana (FinnGen, UK Biobank)	A teoria do estresse oxidativo do envelhecimento baseia-se na hipótese de que as perdas funcionais associadas à idade ocorrem devido ao acúmulo de danos induzidos por espécies reativas de oxigênio e nitrogênio.
Bai *et al.*, 2022	Gamma-Glutamyltransferase Activity (GGT) Is a Long-Sought Biomarker of Redox Status in Blood Circulation: A	Estudo retrospectivo de coorte hospitalar (n=168.858 pacientes + 132.357 controles)	A GGT atua como biomarcador do estado redox universal (o equilíbrio entre estresse oxidativo e antioxidante) na circulação sanguínea, refletindo as oscilações desse balanço em diversas doenças humanas.

	Retrospective Clinical Study of 44 Types of Human Diseases.		
Jia *et al.*, 2025	Integrative single-cell RNA sequencing and bulk RNA sequencing reveals the characteristics of glutathione metabolism and protective role of GSTA4 gene in pancreatic cancer.	Bioinformática (scRNA-seq + bulk RNA-seq) + estudo experimental in vitro	O GSTA4(Glutationa S-Transferase Alfa 4) está significativamente menos expresso em tecidos de câncer de pâncreas do que em tecidos normais e é sugerido como um potencial biomarcador e alvo terapêutico.
Wang *et al.*, 2025	A Mutual Interaction Between GSTP1 and p53 Improves the Drug Resistance and Malignant Biology of Pancreatic Cancer.	Estudo experimental pré-clínico (in vitro + in vivo) com análise de tecido clínico	A GSTP1(GSTP1 (glutationa S-transferase P1), em conjunto com a wtp53(p53 selvagem), regulam a expressão tumoral e reduzem a resistência a quimioterápicos.
Zheng *et al.*, 2024	Identified γ-glutamyl cyclotransferase (GGCT) as a novel regulator in the progression and immunotherapy of pancreatic ductal adenocarcinoma through multi-omics analysis and experiments.	Multi-ômics (GSVA, ssGSEA, GO/KEGG) + experimental in vitro e in vivo	A alta expressão da enzima GGCT(γ-glutamyl cyclotransferase) está relacionada a uma pior taxa de sobrevida e menor resposta à imunoterapia.
Ohya *et al.*, 2024	SLC7A11 and the glutathione pathway as novel prognostic markers in resectable pancreatic ductal adenocarcinoma: A metabolomics study of clinical specimens.	Metabolômica clínica retrospectiva + validação bioinformática (TCGA) + imunohistoquímica	O SLC7A11 (um transportador de cistina) e níveis elevados de glutationa foram associados a um pior prognóstico e foram sugeridos pelo autor como marcadores de prognóstico pós-operatório.

Peng *et al.*, 2021	Downregulation of GSTM2 enhances gemcitabine chemosensitivity of pancreatic cancer in vitro and in vivo.	Estudo experimental in vitro e in vivo (modelo ortotópico murino) + análise de tecido clínico	A expressão de GSTM2 (aumenta em linhagens celulares de câncer pancreático) tratadas com gemcitabina. Para determinar o efeito da quimioterapia sobre a expressão de GSTM2.
Khan *et al.*, 2024	Role of ROS and Antioxidant Biomarkers After Chemotherapy in Pancreatic Carcinoma and Its Comparison with Pharmacotherapy.	Estudo observacional prospectivo monocêntrico (n=220 pacientes)	O monitoramento e a modulação das espécies reativas de oxigênio (ROS) e dos biomarcadores antioxidantes desempenham um papel crucial na melhoria das respostas ao tratamento e dos desfechos de sobrevida em pacientes com carcinoma pancreático.
Wang *et al.*, 2023	Identification of the γ-glutamyl cycle as a novel therapeutic target and 5-oxoproline as a new biomarker for diagnosing pancreatic cancer.	Metabolômica clínica (UPLC-MS/MS) em tecido e soro + análise bioinformática (TCGA/GTEx)	Um padrão interno marcado isotopicamente foi utilizado para corrigir o alinhamento e a normalização dos picos. O MS2 (m/z e intensidade iônica) foi utilizado para a análise qualitativa dos compostos por comparação com um banco de dados padrão.

Fonte: Elaborado pelos autores, 2026.

A via da glutationa (GSH) é a mais alterada no Adenocarcinoma Ductal Pancreático (PDAC), sendo essencial para a homeostase e proteção contra o estresse oxidativo (Ohya *et al*., 2024; Jia *et al.*, 2024). As disfunções nesse metabolismo estão ligadas ao desenvolvimento tumoral, à resistência medicamentosa e ao prognóstico (Jia *et al*., 2024).

Marcadores como SLC7A11, GGTC, GST e genes específicos (GSTA5, PGD, IDH2, GSTA4, GPX2 e GPX3) são fundamentais para monitorar a sobrevida e evolução das neoplasias pancreáticas (Jia *et al*., 2024; Ohya *et al.*, 2024; Zheng *et al*., 2024; Wang *et al.*, 2025; Jiu *et al*., 2024). Nesse cenário, a γ-glutamil transferase atua como um biomarcador "sentinela" redox, cujos níveis elevados predizem um aumento de 11% no risco de neoplasias císticas pancreáticas ao mediar o estresse oxidativo induzido por KRAS (Qiu *et al*., 2026).



Por fim, a proteína GSTP1 destaca-se por sua relação com a resistência ao tratamento e metástase, sendo que reduzir a GSH pode sensibilizar as células cancerosas à gencitabina (Jiu *et al*., 2024).

4. DISCUSSÃO

Com base na análise dos resultados deste estudo e na literatura revisada, observa-se amplo potencial do sistema da glutationa (GSH) como fonte de biomarcadores para o diagnóstico precoce de neoplasias císticas pancreáticas, para prognóstico e para predição de resistência a fármacos, bem como para a elucidação do papel desta via bioquímica na neoplasia pancreática e no desenvolvimento de novas terapias. Ademais, a maioria dos estudos aborda enzimas do sistema da glutationa (GSTP1, GSTM2, GGCT, GSTA4), transportadores (SLC7A11), metabólitos do ciclo γ-glutamil (5-oxoproline) e a GGT sérica, e não apenas a glutationa mensurável diretamente.

Essa flutuação vascular encontra justificativa nas modificações bioquímicas internas que sustentam o crescimento neoplásico. Wang *et al.,* (2023) revelaram que as células tumorais sofrem profunda reprogramação energética, com predomínio do ciclo γ-glutamil e do processamento da glutationa, acompanhados de desregulação das vias de sinalização celular. Esse quadro explica a redução drástica de 5-oxoproline no sangue, evidenciando a alta demanda por substratos para manter a estabilidade metabólica celular.

A adaptação metabólica no PDAC é amplamente impulsionada pela necessidade de manter a homeostase redox em um ambiente de alto estresse oxidativo, onde a via da glutationa e a enzima glutamato–cisteína ligase desempenham papéis cruciais na sobrevivência e na resistência terapêutica das células tumorais. Conforme apontado por Zheng *et al.,* (2024), a superexpressão de enzimas como a glutationa S-transferase pi-1 (GSTP1) atua não apenas na desintoxicação, mas também como mecanismo regulatório, permitindo que as células pancreáticas contornam danos celulares e evitem a apoptose, o que justifica o interesse crescente nessa via como alvo para intervenções farmacológicas. Esse processo de plasticidade metabólica é reforçado por mutações no gene KRAS, que reprogramam o metabolismo da glutamina para garantir o fornecimento constante de precursores necessários à produção de glutationa, mantendo o balanço entre espécies reativas de oxigênio e a capacidade antioxidante celular (Wang *et al*., 2025).

A finalidade biológica desse reabastecimento das defesas químicas contribui diretamente para o bloqueio das abordagens terapêuticas convencionais. Conforme demonstrado por Peng *et al*., (2021), o emprego da gemcitabina induz uma resposta adaptativa

em linhagens tumorais, que passam a superexpressar a glutationa S-transferase mu-2 (GSTM2). Essa enzima utiliza a glutationa para conjugar e detoxificar o fármaco, promovendo quimiorresistência. Contudo, o bloqueio genético dessa via restabeleceu a sensibilidade ao tratamento e induziu a apoptose.

Contudo, não devemos tratar a resistência terapêutica no câncer avançado como mera falha na identificação de novos alvos farmacológicos, mas sim como uma falha na forma como reconhecemos e manejamos estados tumorais adaptativos. A adaptação redox unifica e integra múltiplos mecanismos, resistência à ferroptose, remodelação metabólica, plasticidade induzida pela transição epitélio-mesenquimal (EMT), evasão imunológica e comunicação mediada por vesículas extracelulares, e, quando clinicamente aplicável, pode traduzir-se em um conjunto de regras orientadoras para a tomada de decisão em casos relacionados a estados redox-EMT (Park *et al*., 2026).

Por fim, Ohya *et al*., (2024) afirma que identificação do metabólito intermediário 5-oxoprolina (5-OP) como um fator protetor e biomarcador diagnóstico altamente sensível, cujos níveis reduzidos no sangue e tecidos correlacionam-se inversamente com a sobrevida global e com a elevação do CA19-9, reforça o potencial prático do monitoramento dessa via. Diante disso, o mapeamento molecular e enzimático do sistema da glutationa consolida-se não apenas como uma ferramenta diagnóstica e prognóstica crucial via biópsia líquida, mas também como um alvo terapêutico estratégico e inovador para superar a quimiorresistência e mitigar as altas taxas de mortalidade que historicamente marcam o câncer de pâncreas (Khan *et al*., 2024).

5. CONCLUSÃO

A presente revisão bibliográfica narrativa permitiu analisar que a glutationa (GSH) apresenta um elevado potencial como biomarcador de neoplasias císticas pancreáticas. Ademais, outras enzimas do sistema da glutationa foram avaliadas, indo além da própria glutationa, o que evidencia que a avaliação desses componentes contribui para um maior entendimento dessa neoplasia. Notou-se alterações no metabolismo da glicose e da glutationa, onde as células cancerígenas utilizam-se para sobreviver e proliferar. Nesse cenário, o incremento da GGT aponta para possíveis disfunções hepato-pancreáticas ou processos inflamatórios e tumorais, enquanto a redução concomitante da 5-oxoprolina (5-OP) plasmática no ciclo γ-glutamil reforça a provável utilidade dessa via no mapeamento diagnóstico. Em conjunto, essas evidências preliminares ressaltam a relevância do sistema da glutationa na modulação do estresse oxidativo e na defesa celular, de modo que a elucidação aprofundada dessa rede metabólica pode vir a subsidiar não apenas o diagnóstico e o prognóstico, mas

também o desenho de futuras estratégias terapêuticas direcionadas para essas condições oncológicas.

REFERÊNCIAS

BAI, C. *et al*. Gamma-Glutamyltransferase Activity (GGT) Is a Long-Sought Biomarker of Redox Status in Blood Circulation: A Retrospective Clinical Study of 44 Types of Human Diseases. **Oxidative Medicine and Cellular Longevity**, vol. 2022, pág. 1–12, 6 jun. 2022. DOI: https://doi.org/10.1155/2022/8494076.

BRASIL. Ministério da Saúde. Instituto Nacional de Câncer José Alencar Gomes da Silva (INCA). **Câncer de pâncreas**. Brasília, DF: INCA, 2026. Disponível em: <https://www.gov.br/inca/pt-br/assuntos/cancer/tipos/pancreas?utm_source>. Acesso em: 16 mai. 2026.

CARTAXO, E. Q. *et al.* Critérios de Ressecabilidade Pancreática para o tratamento de Câncer: Uma Revisão Integrativa. **Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação**, vol. 1, n. 2, pág. 133-142, 2023. DOI: https://doi.org/10.51891/rease.v1i2.10729.

DAHER, H. *et al*. Advancements in Pancreatic Cancer Detection: Integrating Biomarkers, Imaging Technologies, and Machine Learning for Early Diagnosis. **Cureus**, vol. 16, n. 3, 2024. DOI: 10.7759/cureus.56583.

DONG, S. *et al*. S-glutathionylation in cancer: from fundamental mechanisms to clinical applications. **Pharmacological research**, pág. 107924, 2025. DOI: 10.1016/j.phrs.2025.107924

EL SADDA, R. R. Glutathione responsive nanomedicine leverages tumor redox imbalance for targeted cancer theranostics. **Discover Oncology**, vol. 17, 2026. DOI: 10.1007/s12672-026-04456-9

JIA, X. et al. Integrative single-cell RNA sequencing and bulk RNA sequencing reveals the characteristics of glutathione metabolism and protective role of GSTA4 gene in pancreatic cancer. **Frontiers in Immunology**, vol. 16, 1 mai. 2025. DOI: https://doi.org/10.3389/fimmu.2025.1571431.

JIANG, S. *et al.* A comprehensive review of pancreatic cancer and its therapeutic challenges. **Aging (Albany NY)**, vol. 14, n. 18, pág. 7635-7649, 2022. DOI: 10.18632/aging.204310.

KHAN, K. *et al*. Role Of Ros And Antioxidant Biomarkers After Chemotherapy In Pancreatic Carcinoma And Its Comparison With Pharmacotherapy. **Journal of Population Therapeutics & Clinical Pharmacology**, vol. 31, pág. 488–494, 10 jun. 2024. DOI: https://doi.org/10.53555/jptcp.v31i6.6523.

LINO, L. A. *et al*. Use of biomarkers in early cancer detection: A literature review. **Research, Society and Development**, vol. 13, n. 8, pág. e4013846517, 2024. DOI: http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v13i8.46517.

MASUGI, Y. The desmoplastic stroma of pancreatic cancer: multilayered levels of heterogeneity, clinical significance, and therapeutic opportunities. **Cancers**, vol. 14, n. 13, pág. 3293, 2022. DOI: 10.3390/cancers14133293.

OHYA, H. *et al*. SLC7A11 and the glutathione pathway as novel prognostic markers in resectable pancreatic ductal adenocarcinoma: A metabolomics study of clinical specimens. **Pancreatology**, vol. 24, n. 5, pág. 779–786, 3 jun. 2024. DOI: 10.1016/j.pan.2024.05.530.

PARK, M. N. *et al*. A clinical decision framework for redox-adapted, EMT-high cancers: From ferroptosis resistance to precision therapeutic stratification. **Redox Biology**, vol. 92, pág. 104111, maio de 2026. DOI: 10.1016/j.redox.2026.104111.

PENG, L. *et al*. Downregulation of GSTM2 enhances gemcitabine chemosensitivity of pancreatic cancer in vitro and in vivo. **Pancreatology**, vol. 21, n. 1, pág. 115–123, 1 jan. 2021. DOI: 10.1016/j.pan.2020.12.008.

QIU, M. Q. *et al*. Gamma-glutamyl transferase as a redox-gatekeeper biomarker for pancreatic cystic neoplasms: A concise roadmap from epidemiology to bedside. **World Journal of Gastroenterology**, vol. 32, n. 3, 21 jan. 2026. DOI: 10.3748/wjg.v32.i3.114948.

VILÀ-QUINTANA, L. *et al*. Exploring the Associations of Inflammatory and Oxidative Stress Biomarkers with Pancreatic Diseases: An Observational and Mendelian Randomisation Study. **Journal of Clinical Medicine**, vol. 13, n. 8, pág. 2247, 12 abr. 2024. DOI: https://doi.org/10.3390/jcm13082247.

WANG, G. *et al*. A Mutual Interaction Between GSTP1 and p53 Improves the Drug Resistance and Malignant Biology of Pancreatic Cancer. **Cancer Science**, 14 fev. 2025. DOI: 10.1111/cas.70019.

WANG, W. *et al*. Identification of the γ-glutamyl cycle as a novel therapeutic target and 5-oxoproline as a new biomarker for diagnosing pancreatic cancer. **Annals of Medicine**, vol. 55, n. 2, 6 ago. 2023. DOI: 10.1080/07853890.2023.2242247.

ZHANG, C.; LIU, S.; YANG, M. Clinical diagnosis and management of pancreatic cancer: Markers, molecular mechanisms, and treatment options. **World journal of gastroenterology**, vol. 28, n. 48, pág. 6827, 2022. DOI: 10.3748/wjg.v28.i48.6827.

ZHENG, Y. *et al*. Identified γ-glutamyl cyclotransferase (GGCT) as a novel regulator in the progression and immunotherapy of pancreatic ductal adenocarcinoma through multi-omics analysis and experiments. **Journal of Cancer Research and Clinical Oncology**, vol. 150, n. 6, 25 jun. 2024. DOI: 10.1007/s00432-024-05789-0.