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

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. -- 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 ..... **10**

USO DE *PANAX GINSENG* COMO RECURSO FITOTERÁPICO NA MELHORA DA RESISTÊNCIA FÍSICA: UMA ABORDAGEM INTEGRATIVA **10**

10.56161/sci.ed.20260427C1 10

CAPÍTULO 2 ..... **23**

EFEITOS DO TREINAMENTO RESISTIDO SOBRE PARÂMETROS HEMODINÂMICOS E ESTRESSE OXIDATIVO EM INDIVÍDUOS HIPERTENSOS **23**

10.56161/sci.ed.20260427C2 23

CAPÍTULO 3 ..... **36**

EFEITOS DA SUPLEMENTAÇÃO COM SUCO DE UVA SOBRE O ESTRESSE OXIDATIVO E A PERFORMANCE ESPORTIVA **36**

10.56161/sci.ed.20260427C3 36

CAPÍTULO 4 ..... **50**

PERFIL DAS LESÕES ORTOPÉDICAS EM PRATICANTES DE MOUNTAIN BIKE: UMA REVISÃO INTEGRATIVA **50**

10.56161/sci.ed.20260427C4 50

CAPÍTULO 5 ..... **61**

UMA OVERVIEW DAS LESÕES ORTOPÉDICAS EM CORREDORES **61**

10.56161/sci.ed.20260427C5 61

CAPÍTULO 6 ..... **70**

PROBIÓTICOS E PREBIÓTICOS NA PRÁTICA ESPORTIVA: UMA REVISÃO SOBRE A MODULAÇÃO DO EIXO INTESTINO-MÚSCULO. **70**

10.56161/sci.ed.20260427C6 70

CAPÍTULO 7 ..... **85**

UTILIZAÇÃO DE NUTRIENTES ANTIOXIDANTES: CÚRCUMA, GENGIBRE E PRÓPOLIS NA MELHORA DO DESEMPENHO ESPORTIVO **85**

10.56161/sci.ed.20260427C7 85

CAPÍTULO 8 ..... **103**

AVANÇOS TECNOLÓGICOS NA RADIOTERAPIA ESTEREOTÁXICA NO TRATAMENTO DOS GLIOMAS DE ALTO GRAU **103**

10.56161/sci.ed.20260427C8 103

CAPÍTULO 9 ..... **114**

APRENDIZAGEM LÚDICA DO SISTEMA DIGESTÓRIO POR MEIO DE JOGO DE TABULEIRO **114**

10.56161/sci.ed.20260427C9 114

CAPÍTULO 8

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

TECHNOLOGICAL ADVANCES IN STEREOTACTIC RADIOTHERAPY IN THE TREATMENT OF HIGH-GRADE GLIOMAS

10.56161/sci.ed.20260427C8

Nome do autor: Valber De Albuquerque Muniz Júnior
Afiliação institucional: Instituto Federal do Piauí-IFPI.
Orcid ID do autor: https://orcid.org/0009-0009-6337-1865
E-mail: catce.20081rad0513@aluno.ifpi.edu.br

Nome do Orientador: Ednaldo Francisco Santos Oliveira Júnior
Afiliação institucional: Instituto Federal do Piauí-IFPI.
E-mail: ednaldojunior@ifpi.edu.br
Orcid ID do Orientador: https://orcid.org/0000-0003-2396-7655

RESUMO
INTRODUÇÃO: Os gliomas de alto grau estão entre os tumores cerebrais mais agressivos e apresentam prognóstico reservado, mesmo com os avanços terapêuticos disponíveis. Nesse contexto, a radioterapia estereotáxica (SRT) tem se destacado como uma modalidade de tratamento que permite maior precisão na entrega de dose, reduzindo a exposição dos tecidos saudáveis e potencializando o controle tumoral. O avanço de tecnologias como planejamento adaptativo, radiômica, dosiômica e inteligência artificial tem ampliado as possibilidades de personalização do tratamento radioterápico, destacando a importância de discutir os avanços tecnológicos da radioterapia estereotáxica aplicados ao tratamento de gliomas de alto grau. METODOLOGIA: Trata-se de uma revisão integrativa da literatura, de abordagem qualitativa, baseada em artigos científicos publicados entre os anos de 2023 e 2025. A busca foi realizada nas bases de dados PubMed, ScienceDirect, BMC e OUP Academic, utilizando descritores relacionados à radioterapia estereotáxica, gliomas de alto grau e inteligência artificial em oncologia. Foram selecionados estudos que abordavam eficácia terapêutica, segurança clínica e avanços tecnológicos aplicados à radioterapia. RESULTADOS: Os estudos analisados evidenciam que a incorporação de técnicas avançadas de imagem associadas a algoritmos de aprendizado de máquina permite maior precisão no delineamento tumoral e no planejamento de dose. Além disso, sistemas como o MR-Linac possibilitam a adaptação do tratamento em tempo real, reduzindo margens de segurança e minimizando efeitos adversos, sem comprometer o controle local da doença. CONCLUSÃO: A integração de tecnologias emergentes na radioterapia estereotáxica representa um avanço significativo na oncologia radioterápica,

contribuindo para tratamentos mais seguros, precisos e individualizados em pacientes com gliomas de alto grau.

PALAVRAS-CHAVE: Radioterapia estereotáxica; Glioblastoma; Planejamento adaptativo; Radiômica; Inteligência artificial.

ABSTRACT
INTRODUCTION: High-grade gliomas are among the most aggressive brain tumors and present a poor prognosis, even with the currently available therapeutic advances. In this context, stereotactic radiotherapy (SRT) has emerged as a treatment modality that allows greater precision in dose delivery, reducing exposure to healthy tissues and enhancing tumor control. The advancement of technologies such as adaptive planning, radiomics, dosiomics, and artificial intelligence has expanded the possibilities for personalization of radiotherapy treatment, highlighting the importance of discussing technological advances in stereotactic radiotherapy applied to the treatment of high-grade gliomas. METHODOLOGY: This study consists of na integrative literature review with a qualitative approach, based on scientific articles published between 2023 and 2025. The search was conducted in the PubMed, ScienceDirect, BMC, and OUP Academic databases using descriptors related to stereotactic radiotherapy, high-grade gliomas, and artificial intelligence in oncology. Studies addressing therapeutic efficacy, clinical safety, and technological innovations in radiotherapy were included. RESULTS: The analyzed studies demonstrate that the integration of advanced imaging techniques with machine learning algorithms improves tumor delineation accuracy and radiation dose planning. Moreover, technologies such as MR-Linac enable real-time treatment adaptation, reducing safety margins and minimizing adverse effects without compromising local tumor control. CONCLUSION: The integration of emerging technologies in stereotactic radiotherapy represents a significant advancement in radiation oncology, contributing to safer, more precise, and personalized treatments for patients with high-grade gliomas.

KEYWORDS: Stereotactic radiotherapy; Glioblastoma; Adaptive planning; Radiomics; Artificial intelligence.

1. INTRODUÇÃO

O câncer constitui um dos principais problemas de saúde pública no mundo, sendo responsável por elevada morbidade e mortalidade. Caracteriza-se pelo crescimento celular desordenado, capaz de invadir tecidos e órgãos adjacentes e, em alguns casos, disseminar-se para outras regiões do organismo. Estimativas epidemiológicas indicam milhões de novos casos anuais, com destaque para os cânceres de mama, pulmão e colorretal, que representam parcela significativa da carga global da doença (Sung et al., 2021; Siegel et al., 2024). No Brasil, o Institu+6to Nacional de Câncer estima cerca de 704 mil novos casos por ano no triênio 2023–2025, evidenciando a magnitude desse problema para os sistemas de saúde (INCA, 2023).

Os gliomas de alto grau, particularmente o glioblastoma multiforme (GBM), representam os tumores cerebrais primários mais agressivos em adultos, apresentando prognóstico desfavorável e elevada taxa de mortalidade. A sobrevida média dos pacientes

permanece inferior a 18 meses mesmo após a realização de tratamentos combinados envolvendo cirurgia, quimioterapia e radioterapia. Neste contexto os gliomas de alto grau correspondem a aproximadamente 50% de todos os tumores cerebrais primários em adultos, sendo que o glioblastoma representa mais de 70% desses casos. Essas neoplasias apresentam crescimento rápido, grande heterogeneidade biológica e alta capacidade de infiltração no tecido cerebral, fatores que contribuem para a complexidade do tratamento e para o elevado risco de recorrência tumoral (Wen; Kesari, 2008; Ostrom et al., 2022).

Caracterizados por elevada agressividade biológica, os gliomas de alto grau apresentam fatores que dificultam significativamente o tratamento. Seu crescimento infiltrativo no tecido cerebral torna complexa a delimitação precisa das margens tumorais, mesmo com métodos avançados de imagem, permitindo que células microscópicas permaneçam além das áreas detectadas e favoreçam a recorrência da doença. Além disso, a heterogeneidade molecular desses tumores pode influenciar a resposta às terapias, incluindo a radioterapia, reforçando a necessidade de abordagens terapêuticas mais precisas e individualizadas para melhorar o controle tumoral e os resultados clínicos (Wen; Kesari, 2008).

Nos últimos anos, métodos avançados de imagem médica têm contribuído significativamente para aprimorar o planejamento radioterápico em tumores cerebrais. A ressonância magnética (RM) destaca-se pela alta resolução de contraste entre os tecidos cerebrais, permitindo melhor identificação da extensão tumoral, áreas de edema e possíveis regiões infiltradas. A tomografia computadorizada (TC) atua de forma complementar, sendo fundamental para determinar a densidade eletrônica dos tecidos, informação necessária ao cálculo preciso da distribuição da dose de radiação. A integração entre RM e TC aumenta a precisão na delimitação do volume tumoral e das estruturas críticas adjacentes. Além disso, o uso de equipamentos modernos, como o acelerador linear (LINAC), possibilita técnicas de radioterapia guiada por imagem, favorecendo maior precisão no direcionamento da dose ao tumor e melhor preservação dos tecidos saudáveis (Tseng et al., 2024).

A radioterapia é uma das principais modalidades no tratamento de tumores cerebrais, contribuindo para o controle local da doença. Entre seus avanços, destaca-se a radioterapia estereotáxica (SRT), que permite aplicar altas doses de radiação com grande precisão em volumes-alvo reduzidos, preservando melhor os tecidos saudáveis. Essa técnica é amplamente utilizada no tratamento de tumores intracranianos, como metástases cerebrais, meningiomas, neurinomas do nervo vestibular e alguns gliomas selecionados, especialmente quando se busca maior precisão terapêutica e menor toxicidade neurológica (Stupp et al., 2005).

Outro avanço relevante nesse campo está relacionado à integração entre diferentes ferramentas de análise de dados aplicadas às imagens médicas. Nesse contexto destacam-se a Radiômica, a Dosiômica e os Algoritmos. A Radiômica consiste na extração quantitativa de grande quantidade de características presentes em imagens médicas, como padrões de textura, forma, intensidade e heterogeneidade tumoral, permitindo identificar informações que não são perceptíveis apenas pela avaliação visual convencional. A Dosiômica refere-se à análise quantitativa da distribuição espacial da dose de radiação administrada durante o tratamento, possibilitando avaliar padrões de dose e sua relação com os resultados clínicos e possíveis efeitos adversos. A integração dessas informações com algoritmos de aprendizado de máquina permite o desenvolvimento de modelos computacionais capazes de identificar padrões complexos associados ao comportamento tumoral e à resposta terapêutica, contribuindo para o avanço da medicina personalizada na oncologia (Aerts et al., 2014; Lambin et al., 2012; Hosny et al., 2018).

Embora a radioterapia estereotáxica convencional apresente benefícios, seu caráter estático baseado em imagens obtidas antes do tratamento pode não refletir completamente as mudanças que ocorrem no tumor e nos tecidos adjacentes ao longo da terapia. Alterações no volume tumoral e na anatomia podem influenciar a distribuição da dose de radiação durante as frações de tratamento (Tseng et al., 2024).

Nesse contexto, o uso de tecnologias avançadas de imagem, análise quantitativa de dados e inteligência artificial apresenta-se como uma abordagem promissora para aprimorar o planejamento radioterápico adaptativo, possibilitando estratégias terapêuticas mais precisas e individualizadas no tratamento dos gliomas.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

Este estudo constitui uma revisão integrativa de literatura, elaborada de acordo com a metodologia proposta por Whittemore & Knafl (2005), que permite a síntese sistemática de evidências provenientes de diferentes desenhos de estudo, possibilitando uma compreensão ampla do fenômeno investigado.

A busca bibliográfica foi realizada entre janeiro e março de 2026 nas bases de dados científicas PubMed, ScienceDirect, BioMed Central (BMC) e Oxford University Press Academic, contemplando publicações indexadas no período de 2023 a 2025.

Os descritores utilizados foram: “stereotactic radiotherapy”, “glioblastoma”, “adaptive radiotherapy”, “radiomics”, “artificial intelligence” e “precision medicine”, combinados por

meio dos operadores booleanos AND e OR, com o objetivo de ampliar a sensibilidade da busca e garantir a recuperação de estudos relevantes.

Foram incluídos estudos clínicos, revisões sistemáticas e revisões integrativas que abordassem o tratamento de gliomas de alto grau com radioterapia estereotáxica (SRT), planejamento adaptativo guiado por imagem, radiômica e aplicações de inteligência artificial no planejamento radioterápico. Foram excluídos estudos experimentais in vitro, relatos de caso isolados, revisões narrativas sem metodologia definida e publicações que não apresentassem dados clínicos relacionados à prática terapêutica.

Após a seleção, os estudos elegíveis foram submetidos à análise qualitativa e organizados em categorias temáticas que permitiram estruturar a discussão dos achados científicos. As categorias definidas foram: evolução tecnológica e aplicações clínicas da radioterapia estereotáxica adaptativa; eficiência terapêutica e controle tumoral; perspectivas de personalização do tratamento com integração de radiômica, dosiômica e inteligência artificial.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 EVOLUÇÃO TECNOLÓGICA E PLANEJAMENTO ADAPTATIVO

Os Aceleradores-Linac revolucionou o conceito de radioterapia guiada por imagem, permitindo ajustar o plano a cada sessão e reduzir margens de segurança sem comprometer o controle tumoral (Tseng et al., 2024).

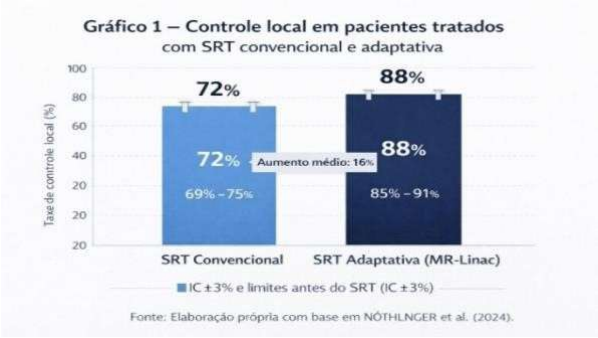
Estudos clínicos prospectivos têm demonstrado que a radioterapia adaptativa com MR-Linac possibilita maior precisão no tratamento de gliomas de alto grau, com ajustes em tempo real que contribuem para melhor controle tumoral e redução de efeitos adversos (Nöthlinger et al., 2024). Esses avanços tecnológicos também permitem maior integração entre técnicas de imagem e análise quantitativa de dados, favorecendo abordagens mais individualizadas no planejamento radioterápico e contribuindo para o desenvolvimento da oncologia de precisão (Lambin et al., 2012; Hosny et al., 2018). Esses estudos clínicos recentes mostram redução de até 20 % no volume irradiado em regiões críticas e melhora da preservação cognitiva (Psoroulas et al., 2025).

Estudos prospectivos mostram que até 52% dos pacientes apresentam deslocamentos ou alterações volumétricas do tumor superiores a 5 mm durante o tratamento, algo que os Aceleradores Linac detecta e corrige em tempo real, evitando falhas geográficas no tratamento (TSENG et al., 2024).

Em comparação com a SRT Convencional, a modalidade Adaptativa demonstrou taxas de controle local entre 70 % e 80 %, com menor incidência de radionecrose sintomática (Dohopolki et al., 2025).

Diferente da radioterapia guiada por Tomografia Computadorizada (TC), que depende de alinhamento ósseo, o Aceleradores-Linac oferece visualização superior de tecidos moles, permitindo ajustes mais precisos e redução de margens de segurança em até 30% em regiões próximas a estruturas críticas como o tronco encefálico e o quiasma óptico (Psoroulas et al., 2025). Na Descrição o gráfico compara a taxa de controle local tumoral entre pacientes submetidos à radioterapia estereotáxica (SRT) convencional e à (SRT) adaptativa guiada por Aceleradores Linac para gliomas cerebrais de alto grau. Observa-se um aumento médio de 16% na taxa de controle local no grupo que recebeu o tratamento adaptativo, em comparação ao grupo com SRT convencional. Esse resultado é acompanhado por um intervalo de confiança de 95%, que confere robustez estatística ao dado e indica que a diferença observada não é aleatória, mas associada à tecnologia de MR-Linac. Visualmente, as barras verticais representam as taxas percentuais, com as barras de erro indicando o intervalo de confiança, permitindo uma interpretação imediata da superioridade da abordagem adaptativa no controle tumoral local.

Gráfico 1: Taxa de controle local tumoral em pacientes tratados com radioterapia estereotáxica.



Fonte: Elaboração própria com base em Nöthlinger et al. (2024).

4.2 APLICAÇÃO DA RADIÔMICA E DOSIÔMICA

A radiômica permite extrair centenas de parâmetros quantitativos de imagem capazes de identificar heterogeneidades intratumorais invisíveis à inspeção convencional. A radiômica baseia-se na extração de um grande número de características quantitativas provenientes de imagens médicas, como textura, intensidade e heterogeneidade tumoral, permitindo identificar padrões associados ao comportamento biológico dos tumores (Aerts et al., 2014). Quando combinada à dosiômica e análise de padrões de dose, auxilia na predição de resposta e na individualização de esquemas fracionados (Wang et al., 2025).

Parâmetros como coeficiente de difusão aparente (ADC), volume tumoral hipervascularizado e características texturais extraídos por radiômica têm sido associados à resposta terapêutica e ao risco de recidiva, permitindo identificar pacientes que podem se beneficiar de esquemas de dose escalonada ou fracionamento modificado (Wang et al., 2025).

Tais avanços contribuem para a criação de modelos preditivos de resposta terapêutica, permitindo que pacientes com perfis radiômicos específicos recebam tratamentos mais curtos e concentrados, sem perda de eficácia (Fernández et al., 2025).

Modelos integrados de radiômica e dosiômica têm alcançado acurácia superior a 85% na predição de resposta tumoral e toxicidade, superando métodos convencionais de avaliação clínica e radiológica (Fernández et al., 2025).

Tabela 1 – Principais avanços tecnológicos em SRT para gliomas de alto grau.

Inovação tecnológica	**Benefício clínico principal**	**Fonte**
MR-Linac com planejamento adaptativo	Redução de margens e maior preservação cognitiva	Tseng et al., 2024
Radiômica e dosiômica integradas	Predição de resposta tumoral individualizada	Wang et al., 2025
SRT fracionada em 5 sessões	Menor toxicidade aguda e conforto do paciente	Dohopolski et al., 2025
Integração de IA e big data	Melhoria na acurácia de contornos e planejamento	Fernández et al., 2025
Diretrizes ESTRO/EANO (2025)	Padronização da reirradiação e segurança clínica	ESTRO; EANO, 2025

Fonte: Elaboração própria com base nos estudos citados.

4.3 SEGURANÇA E TOXICIDADE

A segurança da SRT adaptativa tem sido demonstrada em estudos clínicos recentes, com redução significativa das taxas de radionecrose sintomática quando comparada aos protocolos convencionais. Dohopolski et al. (2025) observaram incidência inferior a 8% em esquemas fracionados adaptativos, enquanto a literatura prévia reporta taxas entre 12% e 15% nos tratamentos tradicionais, especialmente em volumes maiores de irradiação.

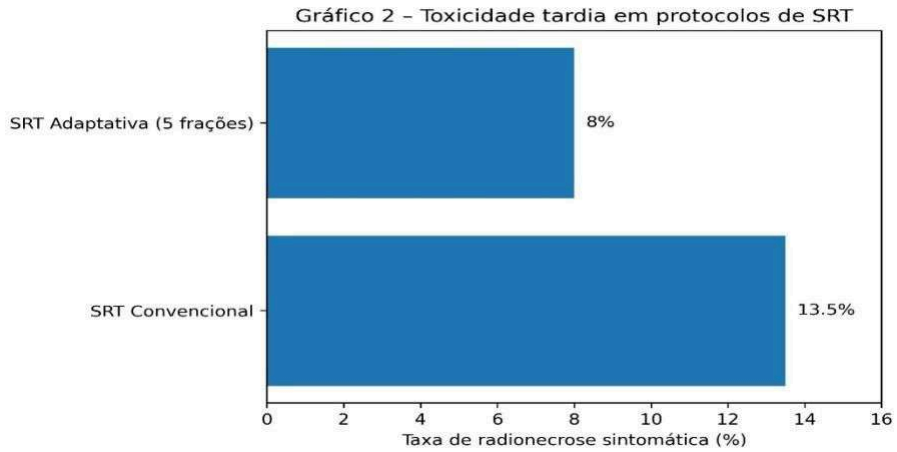
Além da toxicidade tardia, a SRT adaptativa também reduz a incidência de efeitos adversos agudos, como fadiga e náuseas, com estudos mostrando redução de até 25% na necessidade de uso de corticosteroides para controle de sintomas, comparado aos protocolos convencionais (Dohopolski et al., 2025).

O uso de Imagem por Ressonância Magnética (MRI) diário permite detectar deslocamentos sutis de estruturas críticas, corrigindo o posicionamento antes da aplicação da dose (Psoroulas et al., 2025). Isso reduz a exposição inadvertida ao tecido cerebral sadio, ampliando a margem terapêutica de segurança (Tseng et al., 2024).

As recomendações da EUROPEAN SOCIETY FOR RADIOTHERAPY AND ONCOLOGY e da EUROPEAN ASSOCIATION OF NEURO-ONCOLOGY (ESTRO; EANO, 2025) para reirradiação de glioblastoma, que incluem o uso de SRT adaptativa e monitoramento por imagem, confirmam a segurança dessas abordagens, estabelecendo limites de dose para estruturas críticas e critérios de seleção de pacientes que minimizam riscos.

Gráfico 2 – Taxa de toxicidade tardia em SRT convencional versus SRT adaptativa

(Gráfico comparativo demonstrando redução das taxas de radionecrose sintomática de aproximadamente 12–15% nos protocolos convencionais para valores inferiores a 8% nos esquemas adaptativos fracionados em cinco sessões.).



Fonte: Elaboração própria com base em Dohopolski et al. (2025) e Psoroulas et al. (2025).

4.4 PERSPECTIVAS FUTURAS E INTEGRAÇÃO COM IA

A convergência entre radiômica, dosiômica e inteligência artificial tende a redefinir a radioterapia neuro-oncológica. Modelos de aprendizado profundo já permitem segmentação automática de volumes e previsão de resposta tumoral em tempo real (Wang et al., 2025).

Fernández et al. (2025) destacam que a Inteligência Artificial (IA) pode otimizar o tempo de planejamento em até 40 %, além de reduzir variabilidade entre profissionais.

Outra perspectiva promissora é a combinação da Radioterapia Estereotáxica (SRT) adaptativa com imunoterapias e terapias alvo, já que a redução da toxicidade e a melhoria do controle tumoral podem potencializar os efeitos dessas abordagens, com estudos em andamento avaliando a sinergia entre essas modalidades (Fernández et al., 2025).

Contudo, a literatura enfatiza a necessidade de validação multicêntrica e infraestrutura computacional adequada (ESTRO; EANO, 2025).

Nesse cenário, algoritmos de inteligência artificial e aprendizado de máquina apresentam grande potencial para analisar grandes volumes de dados provenientes de imagens médicas e parâmetros de dose, permitindo o desenvolvimento de modelos preditivos capazes de auxiliar na tomada de decisão clínica e na personalização do tratamento oncológico (Hosny et al., 2018; Tseng et al., 2024).

Apesar dos avanços, a integração plena da IA na prática clínica ainda enfrenta desafios como a necessidade de dados padronizados, validação multicêntrica e treinamento de equipes, além de questões éticas relacionadas à transparência dos algoritmos e à responsabilidade clínica (ESTRO; EANO, 2025).

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A radioterapia estereotáxica evoluiu de modo significativo com a incorporação de tecnologias avançadas que tornam o tratamento dos gliomas de alto grau mais preciso, seguro e individualizado. Os Aceleradores-Linac e o planejamento adaptativo permitiram ajustar margens e reduzir toxicidade sem comprometer o controle tumoral.

A integração de radiômica, dosiômica e inteligência artificial desponta como caminho inevitável para a medicina personalizada em oncologia radioterápica. Embora os resultados clínicos sejam promissores, é imprescindível ampliar estudos multicêntricos e padronizar protocolos para consolidar a aplicabilidade universal da SRT adaptativa.

Conclui-se que o futuro da radioterapia neuro-oncológica será guiado por dados, imagens e algoritmos, com o objetivo de alcançar máxima eficácia terapêutica com mínima toxicidade. É fundamental que os avanços tecnológicos sejam acompanhados por estudos clínicos contínuos e pela disseminação de conhecimento, para garantir que os benefícios da SRT adaptativa sejam acessíveis a todos os pacientes que necessitam, independentemente do centro de tratamento.

REFERÊNCIAS

AERTS, H. J. W. L.; VELAZQUEZ, E. R.; LEIJENAAR, R. T. H. et al. Decoding tumour phenotype by noninvasive imaging using a quantitative radiomics approach. Nature Communications, v. 5, 2014. DOI: https://doi.org/10.1038/ncomms5006. Disponível em: https://www.nature.com/articles/ncomms5006. Acesso em: 02 mar. 2026.

DOHOPOLSKI, M. et al. Comparative outcomes of standard radiation therapy and 5-fraction adaptive stereotactic radiation therapy in newly diagnosed glioblastoma: a propensity score– matched analysis. Advances

in Radiation Oncology, 2025. Disponível em: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2452109425001009. Acesso em: 02 mar. 2026.

ESTRO; EANO. Recomendações sobre reirradiação de glioblastoma. Clube de Revista SBRadioterapia, 2025. Disponível em: https://sbradioterapia.com.br/clube-derevista/recomendacoes-estro-eano-sobre-reirradiacao-de-glioblastoma/. Acesso em: 02 mar. 2026.

EUROPEAN SOCIETY FOR RADIOTHERAPY AND ONCOLOGY; EUROPEAN ASSOCIATION OF NEURO-ONCOLOGY. Guidelines on the diagnosis and treatment of diffuse gliomas of adulthood. Nature Reviews Clinical Oncology, Londres, 2025. Disponível em: https://www.eano.eu/publications/eano-guidelines/eano-guidelines-on-the-diagnosis-andtreatment-of-diffuse-gliomas-of-adulthood/. Acesso em: 02 mar. 2026.

FERNÁNDEZ, María; GÓMEZ, Ana; MARTÍNEZ, Juan et al. Radiotherapy in glioblastoma multiforme: evolution, limitations, and molecularly guided future. Biomedicines, Basel, v. 13, n. 9, p. 2136, 2025. DOI: https://doi.org/10.3390/biomedicines13092136. Disponível em: https://www.mdpi.com/2227-9059/13/9/2136. Acesso em: 02 mar. 2026.

HOSNY, A.; PARMAR, C.; QUACKENBUSH, J.; SCHWARTZ, L. H.; AERTS, H. J. W. L. Artificial intelligence in radiology. Nature Reviews Cancer, v. 18, n. 8, p. 500–510, 2018. DOI: https://doi.org/10.1038/s41568-018-0016-5. Disponível em: https://www.nature.com/articles/s41568-018-0016-5. Acesso em: 02 mar. 2026.

INCA – INSTITUTO NACIONAL DE CÂNCER JOSÉ ALENCAR GOMES DA SILVA. Estimativa 2023: incidência de câncer no Brasil. Rio de Janeiro: INCA, 2022. Disponível em: https://www.inca.gov.br/publicacoes/livros/estimativa-2023-incidencia-de-cancer-no-brasil. Acesso em: 02 mar. 2026.

LAMBIN, P.; RIETVELD, D.; LEIJENAAR, R. et al. Radiomics: extracting more information from medical images using advanced feature analysis. European Journal of Cancer, v. 48, n. 4, p. 441–446, 2012. DOI: https://doi.org/10.1016/j.ejca.2011.11.036. Disponível em: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0959804911009039. Acesso em: 02 mar. 2026.

NÖTHLINGER, M. et al. Adaptive radiotherapy with MR-Linac for high-grade gliomas: a prospective phase II trial. Radiotherapy and Oncology, v. 178, p. 109–116, 2024. Disponível em: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S016781402300387X. Acesso em: 02 mar. 2026.

OSTROM, Q. T.; CRESS, R. D.; YASAR, S. et al. CBTRUS statistical report: primary brain and other central nervous system tumors diagnosed in the United States. Neuro-Oncology, v. 24, supl. 5, 2022. DOI: https://doi.org/10.1093/neuonc/noac202. Disponível em: https://academic.oup.com/neuro-oncology/article/24/Supplement_5/v1/6762321. Acesso em: 02 mar. 2026.

PSOROULAS, Serena; PAUNOIU, Alina; CORRADINI, Stefanie; HÖRNER-RIEBER, Juliane; TANADINI-LANG, Stephanie. MR-linac: role of artificial intelligence and automation. Strahlentherapie und Onkologie, v. 201, n. 3, p. 298–305, 2025. DOI: https://doi.org/10.1007/s00066-024-02358-9. Disponível em: https://link.springer.com/article/10.1007/s00066-024-02358-9. Acesso em: 02 mar. 2026.

SIEGEL, R. L.; MILLER, K. D.; FUCHS, H. E.; JEMAL, A. Cancer statistics, 2024. CA: A Cancer Journal for Clinicians, v. 74, n. 1, p. 17–48, 2024. DOI: https://doi.org/10.3322/caac.21820. Disponível em: https://acsjournals.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.3322/caac.21820. Acesso em: 02 mar. 2026.

STUPP, R.; MASON, W. P.; VAN DEN BENT, M. J. et al. Radiotherapy plus concomitant and adjuvant temozolomide for glioblastoma. New England Journal of Medicine, v. 352, n. 10, p. 987–996, 2005. DOI: https://doi.org/10.1056/NEJMoa043330. Disponível em: https://www.nejm.org/doi/full/10.1056/NEJMoa043330. Acesso em: 02 mar. 2026.

SUNG, H.; FERLAY, J.; SIEGEL, R. L. et al. Global cancer statistics 2020: GLOBOCAN estimates of incidence and mortality worldwide. CA: A Cancer Journal for Clinicians, v. 71, n. 3, p. 209–249, 2021. DOI: https://doi.org/10.3322/caac.21660. Disponível em: https://acsjournals.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.3322/caac.21660. Acesso em: 02 mar. 2026.

TSENG, C.-L. et al. Evolving concepts in margin strategies and adaptive radiotherapy for glioblastoma. Neuro-Oncology, v. 26, supl. 1, p. S3, 2024. Disponível em: https://academic.oup.com/neuro-oncology/article/26/Supplement_1/S3/7618749. Acesso em: 02 mar. 2026.

WANG, Li; ZHANG, Wei; LIU, Hong et al. Multimodal MRI radiomics based on habitat subregions of the tumor microenvironment for predicting risk stratification in glioblastoma. PLOS ONE, v. 20, n. 12, p. e0326361, 2024. DOI: https://doi.org/10.1371/journal.pone.0326361. Disponível em: https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0326361. Acesso em: 02 mar. 2026.

WANG, Y. et al. Dosiomic and radiomic features within radiotherapy target delineation for predicting treatment response in glioma. BMC Medical Imaging, 2025. DOI: https://doi.org/10.1186/s12880-025-01955-z. Disponível em: https://link.springer.com/article/10.1186/s12880-025-01955-z. Acesso em: 02 mar. 2026.

WEN, P. Y.; KESARI, S. Malignant gliomas in adults. New England Journal of Medicine, v. 359, n. 5, p. 492–507, 2008. DOI: https://doi.org/10.1056/NEJMra0708126. Disponível em: https://www.nejm.org/doi/full/10.1056/NEJMra0708126. Acesso em: 02 mar. 2026.

WHITTEMORE, R.; KNAFL, K. The integrative review: updated methodology. Journal of Advanced Nursing, Oxford, v. 52, n. 5, p. 546–553, 2005. Disponível em: https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1365-2648.2005.03621.x. Acesso em: 02 mar. 2026.