

**ABLAÇÃO TÉRMICA POR RADIOFREQUÊNCIA NO MANEJO DE
METÁSTASES ÓSSEAS DOLOROSAS: ESTRATÉGIAS INTERVENCIONISTAS E
RESULTADOS ONCOLÓGICOS**

**RADIOFREQUENCY THERMAL ABLATION IN THE MANAGEMENT OF
PAINFUL BONE METASTASES: INTERVENTIONAL STRATEGIES AND
ONCOLOGICAL OUTCOMES**

**ABLACIÓN TÉRMICA POR RADIOFRECUENCIA EN EL TRATAMIENTO DE
METÁSTASIS ÓSEAS DOLOROSAS: ESTRATEGIAS INTERVENCIONISTAS Y
RESULTADOS ONCOLÓGICOS**



10.56238/sevened2026.001-054

Victor Hugo Moreira de Lima

Doutorando em Saúde Coletiva

Instituição: Universidade Estadual do Ceará (UECE)

Endereço: Ceará, Brasil

E-mail: victor.hg.ml@hotmail.com

Lattes: <https://lattes.cnpq.br/6259720330130203>

Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-2601-768X>

Paulo Renê Faria de Almeida Oliveira

Mestre em Ciências da Reabilitação

Instituição: Centro Universitário Augusto Motta (UNISAUN)

Endereço: Rio de Janeiro, Brasil

E-mail: paulorene.farmacia@gmail.com

Lattes: <https://lattes.cnpq.br/9199078152912713>

Flávio Vinicius Rodrigues de Freitas

Graduado em Enfermagem

Instituição: Centro Universitário Planalto do Distrito Federal (UNIPLAN)

Endereço: Distrito Federal, Brasil

E-mail: rodriguesfr216@gmail.com

Lattes: <https://lattes.cnpq.br/3867296515834454>

Ronaldo Pereira da Silva

Graduado em Enfermagem

Instituição: Centro Universitário Maurício de Nassau (UNINASSAU)

Endereço: Sergipe, Brasil

E-mail: naldopsm@gmail.com

Lattes: <https://lattes.cnpq.br/2924772288208724>



Jennifer Nascimento da Silva

Doutoranda em Biociência e Saúde
Instituição: Universidade Tiradentes (UNIT)
Endereço: Sergipe, Brasil
E-mail: enf.jennifernascimento@outlook.com
Lattes: <http://lattes.cnpq.br/2471301220200705>

Kelly Cristina Alberto Oliveira

Pós-graduada em Enfermagem Obstétrica na Modalidade Residência em Enfermagem
Obstétrica
Instituição: Universidade Federal do Pará (UFPA)
Endereço: Pará, Brasil
E-mail: kellyksdalberto@gmail.com
Lattes: <https://lattes.cnpq.br/3639121144713490>
Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-2352-925X>

Caroline Santana Ullrich

Pós-Graduada em Auditoria em Enfermagem
Instituição: Faculdade Anhanguera (ANHANGUERA)
Endereço: Rio Grande do Sul, Brasil
E-mail: carolineullrich@hotmail.com

Maria Thereza Santos Bandeira Salgado

Graduada em Medicina
Instituição: Faculdade de Medicina Nova Esperança (FAMENE)
Endereço: Paraíba, Brasil
E-mail: mariatherezbandeira13@gmail.com
Lattes: <https://lattes.cnpq.br/0278722634637658>
Orcid: <https://orcid.org/0009-0001-6559-567X>

Anna Catharina da Costa

Mestre em Química Biológica
Instituição: Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ)
Endereço: Rio de Janeiro, Brasil
E-mail: anna.costa@bioqmed.ufrj.br
Lattes: <https://lattes.cnpq.br/2297338628933393>
Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-6548-3571>

Muriel Pereira dos Passos

Graduado em Enfermagem
Instituição: Pontifícia Universidade Católica de Goiás (PUCGO)
Endereço: Goiás, Brasil
E-mail: murielppasso@gmail.com
Lattes: <https://lattes.cnpq.br/3922020998672168>

RESUMO

As metástases ósseas representam complicação frequente do câncer avançado, estando associadas à dor intensa, instabilidade estrutural e comprometimento funcional significativo. A ablação térmica por radiofrequência (RFA) emerge como estratégia minimamente invasiva eficaz no manejo dessas lesões, promovendo necrose tumoral por meio de energia térmica controlada. O presente estudo teve como objetivo analisar as estratégias intervencionistas associadas à RFA no tratamento das metástases ósseas dolorosas, bem como discutir seus resultados clínicos e oncológicos à luz das evidências recentes. Trata-se de revisão integrativa da literatura, com busca em bases de dados internacionais, utilizando descritores relacionados a metástases ósseas, radiofrequência, ablação térmica, vertebroplastia e controle da dor. Foram incluídos estudos clínicos, revisões sistemáticas e metanálises publicados entre 2021 e 2026. Os resultados demonstram que a RFA proporciona alívio algóico rápido e sustentado, melhora funcional e redução do uso de opioides. Quando associada à vertebroplastia, cimentoplastia ou fixação interna, contribui também para estabilização mecânica e prevenção de fraturas patológicas. Evidências indicam ainda potencial controle tumoral local em casos selecionados. A técnica apresenta perfil de segurança favorável, com baixa taxa de complicações quando realizada sob adequada orientação por imagem. Conclui-se que a radiofrequência constitui abordagem segura, eficaz e integrada ao cuidado multidisciplinar oncológico, ampliando possibilidades terapêuticas no controle das metástases ósseas dolorosas.

Palavras-chave: Ablação por Radiofrequência. Dor Oncológica. Metástases Ósseas. Oncologia Intervencionista. Vertebroplastia.

ABSTRACT

Bone metastases are a frequent complication of advanced cancer, associated with intense pain, structural instability, and significant functional impairment. Radiofrequency ablation (RFA) emerges as an effective minimally invasive strategy in the management of these lesions, promoting tumor necrosis through controlled thermal energy. This study aimed to analyze interventional strategies associated with RFA in the treatment of painful bone metastases, as well as to discuss their clinical and oncological results in light of recent evidence. This is an integrative literature review, with searches in international databases, using descriptors related to bone metastases, radiofrequency, thermal ablation, vertebroplasty, and pain control. Clinical studies, systematic reviews, and meta-analyses published between 2021 and 2026 were included. The results demonstrate that RFA provides rapid and sustained pain relief, functional improvement, and a reduction in opioid use. When combined with vertebroplasty, cementoplasty, or internal fixation, it also contributes to mechanical stabilization and prevention of pathological fractures. Evidence also indicates potential for local tumor control in selected cases. The technique presents a favorable safety profile, with a low complication rate when performed under adequate image guidance. It is concluded that radiofrequency ablation constitutes a safe, effective, and integrated approach to multidisciplinary oncological care, expanding therapeutic possibilities in the control of painful bone metastases.

Keywords: Radiofrequency Ablation. Cancer Pain. Bone Metastases. Interventional Oncology. Vertebroplasty.

RESUMEN

Las metástasis óseas son una complicación frecuente del cáncer avanzado, asociada a dolor intenso, inestabilidad estructural y deterioro funcional significativo. La ablación por radiofrecuencia (ARF) se perfila como una estrategia mínimamente invasiva eficaz en el manejo de estas lesiones, promoviendo la necrosis tumoral mediante energía térmica controlada. Este estudio tuvo como objetivo analizar las estrategias de intervención asociadas con la ARF en el tratamiento de las metástasis óseas dolorosas, así como discutir sus resultados clínicos y oncológicos a la luz de la evidencia reciente. Se trata de una

revisión bibliográfica integradora, con búsquedas en bases de datos internacionales, utilizando descriptores relacionados con metástasis óseas, radiofrecuencia, ablación térmica, vertebroplastia y control del dolor. Se incluyeron estudios clínicos, revisiones sistemáticas y metaanálisis publicados entre 2021 y 2026. Los resultados demuestran que la ARF proporciona un alivio rápido y sostenido del dolor, una mejoría funcional y una reducción del consumo de opioides. Combinada con vertebroplastia, cementoplastia o fijación interna, también contribuye a la estabilización mecánica y a la prevención de fracturas patológicas. La evidencia también indica potencial para el control local del tumor en casos seleccionados. La técnica presenta un perfil de seguridad favorable, con una baja tasa de complicaciones cuando se realiza con guía de imagen adecuada. Se concluye que la ablación por radiofrecuencia constituye un enfoque seguro, eficaz e integrado para la atención oncológica multidisciplinaria, ampliando las posibilidades terapéuticas en el control de las metástasis óseas dolorosas.

Palabras clave: Ablación por Radiofrecuencia. Dolor Oncológico. Metástasis Óseas. Oncología Intervencionista. Vertebroplastia.

1 INTRODUÇÃO

A doença metastática óssea constitui uma das complicações mais prevalentes e incapacitantes do câncer avançado, estando associada à dor intensa, instabilidade estrutural, fraturas patológicas e comprometimento funcional significativo. A coluna vertebral, a pelve e os ossos longos figuram entre os sítios mais acometidos, impactando diretamente a qualidade de vida e a sobrevida dos pacientes oncológicos. Nesse contexto, estratégias terapêuticas que promovam controle algico rápido, estabilização mecânica e controle local tumoral tornaram-se prioridade na oncologia intervencionista contemporânea. A ablação térmica por radiofrequência (RFA) destaca-se como modalidade minimamente invasiva capaz de induzir necrose tumoral por meio de energia térmica, configurando-se como alternativa eficaz tanto em cenário paliativo quanto em abordagens combinadas (Murali *et al.*, 2021; Scaggiante *et al.*, 2025).

A RFA atua por meio da geração de corrente alternada de alta frequência, promovendo aquecimento tecidual acima de 60 °C, culminando em necrose coagulativa tumoral. Estudos demonstram que o procedimento proporciona alívio algico rápido e sustentado, frequentemente independente de radioterapia adjuvante, com perfil de segurança favorável (Levy *et al.*, 2023). Revisões sistemáticas reforçam sua efetividade na redução da dor em metástases vertebrais, além de evidenciarem melhora funcional e redução do consumo de opioides (Murali *et al.*, 2021; Scaggiante *et al.*, 2025). Ademais, técnicas bipolares realizadas sob anestesia local mostram-se viáveis e bem toleradas, ampliando a aplicabilidade em pacientes com alto risco cirúrgico (Kastler *et al.*, 2021).

A integração da RFA com procedimentos de reforço estrutural, como vertebroplastia e cimentoplastia, representa avanço relevante no manejo das metástases osteolíticas. A combinação terapêutica promove não apenas citoredução tumoral, mas também estabilização imediata do segmento acometido, reduzindo risco de fraturas e colapso vertebral (Colonna *et al.*, 2023; Faiella *et al.*, 2024). Estudos retrospectivos demonstram que a associação entre ablação, reforço vertebral e fixação transpedicular pode oferecer controle mecânico adequado em casos selecionados de instabilidade espinal (Giammalva *et al.*, 2022). Resultados semelhantes foram observados em metástases periacetabulares, nas quais a combinação de ablação e osteoplastia contribuiu para manutenção da massa óssea e melhora funcional (Jiang *et al.*, 2023; Lan *et al.*, 2023).

Além da coluna, a aplicação da RFA em metástases de ossos planos e regiões pélvicas tem apresentado desfechos promissores. Estudos recentes apontam eficácia clínica e segurança quando combinada à osteoplastia percutânea em metástases púbicas, com significativa redução da dor e baixo índice de complicações (He *et al.*, 2025). Em lesões extraspinais volumosas, o uso de sistemas steerable associados à cimentoplastia ampliou a precisão técnica e a abrangência ablativa (Pusceddu *et al.*, 2022). Relatos clínicos corroboram a viabilidade da ablação térmica percutânea no controle

paliativo de metástases pélvicas dolorosas, reforçando seu papel na abordagem interdisciplinar (Primayudha *et al.*, 2025).

A comparação com outras modalidades ablativas, como micro-ondas e crioablação, também tem sido objeto de investigação. A ablação por micro-ondas demonstra eficácia comparável em determinadas localizações vertebrais e ósseas planas (Tomasian; Jennings, 2022; Lin *et al.*, 2025). Contudo, a RFA permanece amplamente consolidada pela previsibilidade térmica e pela robustez das evidências clínicas. Meta-análises sobre crioablação indicam bons resultados em metástases espinhais, sobretudo quanto ao controle algico, embora com particularidades técnicas distintas (Fallahi *et al.*, 2025). Estudos comparativos em tumores ósseos benignos sugerem resultados semelhantes entre radiofrequência e micro-ondas, evidenciando a importância da seleção individualizada da técnica (Karluka *et al.*, 2025).

Do ponto de vista oncológico, a ablação térmica tem demonstrado potencial não apenas paliativo, mas também de controle local tumoral. Avaliações em metástases sacrais evidenciaram adequada taxa de controle tumoral associada à melhora significativa da dor (Cazzato *et al.*, 2021). Em metástases distantes de câncer de tireoide sintomáticas, a RFA mostrou-se alternativa terapêutica eficaz em pacientes não elegíveis para ressecção radical (Lee *et al.*, 2025). Ademais, investigações experimentais sugerem que a ablação pode influenciar a qualidade óssea no entorno da lesão tratada, indicando possíveis implicações biológicas adicionais (Ghomashchi *et al.*, 2021).

No âmbito ortopédico e neurocirúrgico, a associação entre ablação e técnicas de fixação interna, como haste intramedular em metástases femorais, demonstra potencial para ampliar a estabilidade e reduzir complicações mecânicas (Setsu *et al.*, 2025). Revisões narrativas recentes destacam o papel crescente das técnicas ablativas no manejo multidisciplinar das metástases ósseas da coluna, enfatizando critérios de seleção baseados em estabilidade espinhal, extensão tumoral e expectativa de vida (Pennington *et al.*, 2025; Sgalambro *et al.*, 2022).

Diante desse cenário, a ablação térmica por radiofrequência consolida-se como estratégia intervencionista eficaz no manejo das metástases ósseas dolorosas, integrando controle algico, estabilização estrutural e potencial benefício oncológico. Assim, o presente estudo tem como objetivo analisar as estratégias intervencionistas associadas à radiofrequência no tratamento das metástases ósseas dolorosas, bem como discutir seus resultados clínicos e oncológicos à luz das evidências científicas atuais.

2 METODOLOGIA

Trata-se de uma revisão integrativa da literatura, de abordagem qualitativa e caráter descritivo-analítico, destinada a sintetizar as evidências científicas acerca da ablação térmica por radiofrequência no manejo de metástases ósseas dolorosas, com ênfase nas estratégias intervencionistas associadas e

nos resultados oncológicos. A escolha pelo delineamento integrativo justifica-se por possibilitar a inclusão de diferentes tipos de estudos (ensaios clínicos, revisões sistemáticas, metanálises, estudos observacionais e séries de casos), permitindo análise abrangente da produção científica contemporânea sobre o tema.

A construção da pergunta norteadora fundamentou-se na estratégia PICO (Paciente, Intervenção, Comparação e Desfecho), sendo estruturada da seguinte forma: em pacientes com metástases ósseas dolorosas (P), a ablação térmica por radiofrequência, isolada ou associada a técnicas de estabilização (I), comparada a outras modalidades ablativas ou tratamentos convencionais (C), promove alívio da dor, controle local tumoral e melhora funcional (O)?

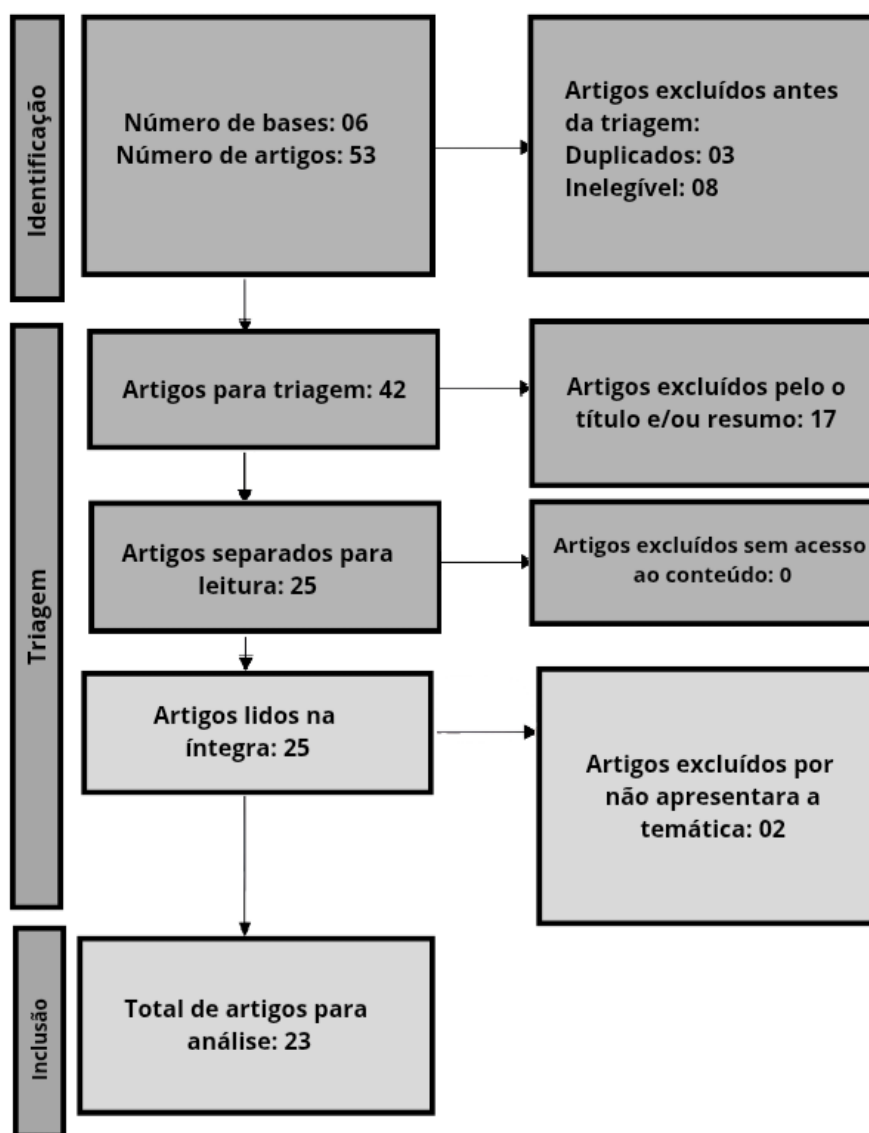
A busca bibliográfica foi realizada nas bases de dados PubMed/MEDLINE, Scopus, Web of Science, Embase e Biblioteca Virtual em Saúde (BVS), contemplando estudos publicados entre 2021 e 2026, a fim de garantir atualização e relevância científica. Foram utilizados descritores controlados do Medical Subject Headings (MeSH) e Descritores em Ciências da Saúde (DeCS), combinados por operadores booleanos AND e OR. Os principais descritores empregados foram: “Bone Metastasis”, “Spinal Metastasis”, “Radiofrequency Ablation”, “Thermal Ablation”, “Pain Management”, “Vertebroplasty”, “Cementoplasty”, “Osteoplasty”, “Microwave Ablation” e “Cryoablation”. A estratégia de busca foi adaptada conforme as especificidades de cada base de dados.

Foram estabelecidos como critérios de inclusão: (1) estudos originais, revisões sistemáticas ou metanálises que abordassem a ablação térmica por radiofrequência no tratamento de metástases ósseas; (2) pesquisas que avaliassem desfechos clínicos relacionados ao alívio da dor, controle local tumoral, estabilidade óssea ou segurança do procedimento; (3) artigos publicados em inglês, português ou espanhol; (4) estudos com texto completo disponível; e (5) investigações envolvendo população adulta.

Como critérios de exclusão, adotaram-se: (1) estudos que abordassem tumores ósseos primários sem relação com metástases; (2) pesquisas exclusivamente experimentais sem correlação clínica aplicável; (3) artigos duplicados nas bases de dados; (4) relatos sem descrição metodológica adequada; (5) resumos de congressos, cartas ao editor e opiniões de especialistas sem dados empíricos; e (6) estudos com amostras pediátricas isoladas.

O processo de seleção ocorreu em três etapas: leitura dos títulos, análise dos resumos e avaliação do texto completo, realizada de forma independente por dois revisores. Em caso de discordância, procedeu-se à discussão até consenso. Após a aplicação dos critérios de elegibilidade, os estudos selecionados foram organizados em planilha estruturada contendo: autor, ano, delineamento metodológico, amostra, tipo de intervenção, técnica associada (quando aplicável), principais desfechos clínicos e resultados oncológicos.

Figura 1 – Fluxograma de seleção dos estudos



Fonte: Autoria própria (2026)

A análise dos dados foi conduzida por meio de síntese narrativa, agrupando os achados em categorias temáticas: (1) eficácia analgésica da radiofrequência; (2) associação com técnicas de estabilização óssea; (3) comparação com outras modalidades ablativas; (4) segurança e complicações; e (5) impacto no controle tumoral e qualidade de vida. Quando disponíveis, foram considerados indicadores quantitativos como escalas de dor (VAS/NRS), taxas de controle local, incidência de complicações e sobrevida.

A sistematização metodológica adotada permitiu análise crítica e integrada das evidências científicas recentes, assegurando rigor acadêmico, transparência na seleção dos estudos e fundamentação robusta para discussão dos resultados clínicos e oncológicos relacionados à ablação térmica por radiofrequência no manejo das metástases ósseas dolorosas.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise dos estudos selecionados evidenciou que a ablação térmica por radiofrequência (RFA) apresenta elevada eficácia no controle da dor associada às metástases ósseas, especialmente em lesões vertebrais e pélvicas osteolíticas. De modo consistente, Murali *et al.* (2021), em revisão sistemática com metanálise, demonstraram redução significativa dos escores de dor já nas primeiras semanas após o procedimento, com manutenção do benefício em seguimento de médio prazo. De forma semelhante, Scaggiante *et al.* (2025) reforçaram que a RFA promove alívio algico rápido e clinicamente relevante, com impacto direto na funcionalidade e na qualidade de vida.

No contexto paliativo, destaca-se o estudo prospectivo multicêntrico de Levy *et al.* (2023), que evidenciou alívio da dor rápido e duradouro em metástases ósseas líticas, independentemente da radioterapia concomitante. Tal achado sugere que a RFA pode atuar como modalidade terapêutica autônoma em pacientes refratários ou não elegíveis à radioterapia, ampliando as possibilidades de intervenção em cenários avançados da doença oncológica. Corroborando essa perspectiva, Kastler *et al.* (2021) demonstraram a viabilidade da técnica bipolar realizada sob anestesia local, com elevada satisfação dos pacientes e redução significativa da dor, aspecto relevante em indivíduos com alto risco cirúrgico.

Além do controle algico, os resultados apontam benefício na estabilização mecânica quando a RFA é associada à vertebroplastia ou cimentoplastia. Colonna *et al.* (2023) enfatizaram a importância da avaliação prévia da estabilidade espinhal, ressaltando que a combinação de ablação e reforço cimentado reduz o risco de colapso vertebral e melhora a segurança estrutural. Complementarmente, Faiella *et al.* (2024) destacaram que a associação entre ablação térmica (radiofrequência ou micro-ondas) e vertebroplastia promove não apenas citoredução tumoral, mas também estabilização imediata, com impacto positivo na dor e na funcionalidade.

No âmbito cirúrgico-intervencionista, Giammalva *et al.* (2022) relataram, em série retrospectiva, que a integração entre RFA, reforço vertebral e fixação transpedicular proporcionou controle mecânico satisfatório em pacientes com metástases espinhais instáveis. De maneira semelhante, Setsu *et al.* (2025) demonstraram que a combinação entre RFA e haste intramedular em metástases femorais reduziu complicações mecânicas e favoreceu recuperação funcional. Tais evidências sustentam a relevância da abordagem multidisciplinar, integrando radiologia intervencionista e cirurgia ortopédica ou neurocirúrgica.

Em lesões periacetabulares e pélvicas, a literatura também aponta resultados consistentes. Jiang *et al.* (2023) observaram manutenção da massa óssea após combinação de RFA, osteoplastia e fixação interna em metástases osteolíticas, indicando possível benefício estrutural além do controle tumoral local. Na mesma linha, Lan *et al.* (2023) demonstraram que a técnica combinada “tripod” associada à radiofrequência e cimento ósseo promoveu melhora significativa da dor e da mobilidade em metástases

periacetabulares. Em metástases púbicas, He *et al.* (2025) evidenciaram eficácia clínica e segurança da RFA associada à osteoplastia percutânea, com baixa taxa de complicações.

No que concerne ao controle tumoral local, Cazzato *et al.* (2021) demonstraram que a ablação percutânea de metástases sacrais resultou em adequado controle tumoral associado à melhora significativa da dor. De forma semelhante, Lee *et al.* (2025) ressaltaram o papel da RFA em metástases distantes de câncer de tireoide sintomáticas, particularmente em pacientes não candidatos à ressecção radical. Esses achados sugerem que, além do caráter paliativo, a radiofrequência pode exercer papel citoreduzidor relevante em casos selecionados.

Estudos experimentais também ampliam a compreensão dos efeitos biológicos da técnica. Ghomashchi *et al.* (2021), em modelo murino de metástases ósseas, investigaram o impacto da RFA na qualidade óssea, sugerindo alterações estruturais locais que podem influenciar a resistência mecânica do osso tratado. Embora tais dados careçam de validação clínica ampla, apontam possíveis implicações adicionais da terapia ablativa na microarquitetura óssea.

A comparação com outras modalidades ablativas foi explorada em diferentes investigações. Fallahi *et al.* (2025), em metanálise sobre crioablação, identificaram eficácia significativa no controle algico de metástases espinhais, destacando perfil de segurança comparável. Contudo, a RFA permanece amplamente consolidada, especialmente pela previsibilidade térmica e disponibilidade tecnológica. Tomasian e Jennings (2022) demonstraram segurança e eficácia da ablação por micro-ondas em metástases vertebrais, enquanto Lin *et al.* (2025) reforçaram resultados positivos em ossos planos. Em tumores ósseos benignos, Karluka *et al.* (2025) identificaram resultados semelhantes entre radiofrequência e micro-ondas, indicando que a escolha da técnica deve considerar características anatômicas, extensão tumoral e expertise institucional.

No contexto de lesões volumosas extraspinais, Pusceddu *et al.* (2022) evidenciaram a viabilidade do uso de radiofrequência steerable combinada à cimentoplastia, ampliando a precisão técnica e a abrangência ablativa. Relato clínico apresentado por Primayudha *et al.* (2025) corroborou a aplicabilidade da ablação térmica combinada ao cimento ósseo no manejo paliativo de metástases pélvicas dolorosas, reforçando o potencial da técnica em cenários complexos.

A partir da síntese dos estudos, observa-se que os principais desfechos clínicos podem ser organizados conforme o Quadro 1.

Quadro 1 – Síntese dos principais estudos sobre radiofrequência em metástases ósseas

Autor (Ano)	Localização da Metástase	Intervenção	Principais Desfechos	Contribuição Clínica
Murali <i>et al.</i> (2021)	Coluna vertebral	RFA isolada	Redução significativa da dor (VAS), melhora funcional	Evidência robusta de eficácia analgésica em metástases espinhais
Levy <i>et al.</i> (2023)	Metástases ósseas líticas	RFA isolada (OsteoCool)	Alívio rápido e duradouro da dor, independente de radioterapia	Consolidação da RFA como alternativa paliativa eficaz
Kastler <i>et al.</i> (2021)	Metástases vertebrais dolorosas	RFA bipolar sob anestesia local	Alta tolerabilidade e redução significativa da dor	Viabilidade em pacientes de alto risco cirúrgico
Colonna <i>et al.</i> (2023)	Corpo vertebral	RFA ± vertebroplastia	Controle da dor e melhora da estabilidade	Ênfase na avaliação prévia da estabilidade espinhal
Faiella <i>et al.</i> (2024)	Coluna e ossos longos	RFA ou micro-ondas + vertebroplastia	Controle algico e reforço estrutural	Benefício combinado analgésico e mecânico
Giammalva <i>et al.</i> (2022)	Coluna vertebral	RFA + reforço vertebral + fixação transpedicular	Estabilização adequada e melhora clínica	Abordagem multidisciplinar em instabilidade espinhal
Jiang <i>et al.</i> (2023)	Região periacetabular	RFA + osteoplastia + fixação interna	Manutenção da massa óssea e melhora funcional	Impacto estrutural além do controle tumoral
He <i>et al.</i> (2025)	Metástases púbicas	RFA + osteoplastia percutânea	Redução da dor com baixa taxa de complicações	Segurança em ossos planos pélvicos
Cazzato <i>et al.</i> (2021)	Metástases sacrais	RFA percutânea	Alívio da dor e controle tumoral local	Potencial citoreductor associado ao efeito analgésico
Lee <i>et al.</i> (2025)	Metástases ósseas de câncer de tireoide	RFA isolada	Controle sintomático e local em pacientes não operáveis	Alternativa terapêutica minimamente invasiva

Fonte: Autoria própria (2026)

De modo geral, os resultados convergem para três eixos centrais: (1) alívio algico rápido e sustentado; (2) melhora funcional com redução do consumo de analgésicos opioides; e (3) potencial controle local tumoral quando adequadamente indicada. Entretanto, a literatura também destaca a necessidade de avaliação criteriosa da estabilidade espinhal e do risco de fraturas patológicas antes da intervenção.

Colonna *et al.* (2023) enfatizam que a avaliação da estabilidade é determinante na decisão terapêutica, recomendando integração com escores específicos de instabilidade vertebral. Nesse sentido, Pennington *et al.* (2025) reforçam que a escolha entre técnica ablativa isolada ou combinada deve considerar expectativa de vida, carga tumoral e presença de comprometimento neurológico. Além

disso, Sgalambro *et al.* (2022) destacam que a radiologia intervencionista ocupa posição estratégica no manejo multidisciplinar das metástases ósseas, especialmente quando integrada a protocolos oncológicos sistêmicos.

Do ponto de vista de segurança, a maioria dos estudos reporta baixa incidência de complicações maiores. As complicações mais frequentes incluem dor transitória pós-procedimento, extravasamento de cimento e, raramente, lesão neurológica. A adequada orientação por imagem, geralmente por tomografia computadorizada, é apontada como fator determinante para redução de riscos.

A discussão dos achados permite inferir que a RFA não deve ser compreendida isoladamente como técnica paliativa, mas como componente de estratégia intervencionista integrada. Quando combinada a procedimentos de reforço estrutural, pode oferecer estabilidade imediata e permitir mobilização precoce do paciente, reduzindo tempo de hospitalização e melhorando qualidade de vida.

Adicionalmente, os resultados sugerem que a radiofrequência pode contribuir para controle tumoral local em lesões selecionadas, embora ainda não substitua terapias sistêmicas ou cirúrgicas radicais em casos com indicação formal. A heterogeneidade metodológica dos estudos, entretanto, limita comparações diretas entre técnicas ablativas, reforçando a necessidade de ensaios clínicos randomizados de maior robustez.

Quadro 2 – Comparação entre radiofrequência, micro-ondas e crioablação

Modalidade	Mecanismo de Ação	Vantagens	Limitações	Principais Indicações
Radiofrequência (RFA)	Corrente alternada de alta frequência que gera calor (>60°C) e necrose coagulativa	Ampla evidência clínica; previsibilidade térmica; possibilidade de associação com cimentoplastia	Risco de lesão térmica em estruturas adjacentes; dependência de adequada orientação por imagem	Metástases vertebrais e pélvicas dolorosas; lesões osteolíticas com necessidade de estabilização
Micro-ondas	Agitação molecular por campo eletromagnético, gerando aquecimento rápido e homogêneo	Maior volume ablativo; menor dependência da impedância tecidual	Experiência clínica ainda inferior à RFA em algumas localizações	Lesões volumosas vertebrais ou em ossos planos
Crioablação	Congelamento rápido com formação de cristais de gelo e necrose celular	Visualização do “ice-ball” por imagem; menor dor intraprocedimento	Tempo de procedimento mais prolongado; custo elevado	Metástases espinhais próximas a estruturas neurais sensíveis
RFA + Cimentoplastia	Necrose tumoral associada a reforço mecânico imediato com cimento ósseo	Controle algico e estabilização estrutural simultânea	Risco de extravasamento de cimento	Metástases osteolíticas com risco de fratura ou instabilidade
RFA + Fixação Interna	Ablação tumoral combinada à estabilização cirúrgica (hastes/parafusos)	Maior controle mecânico em ossos longos e coluna instável	Procedimento mais invasivo	Metástases femorais ou vertebrais com instabilidade significativa

Fonte: Autoria própria (2026)

Em síntese, os resultados analisados demonstram que a ablação térmica por radiofrequência constitui estratégia eficaz, segura e versátil no manejo das metástases ósseas dolorosas. A ênfase dos autores converge para a importância da seleção criteriosa dos pacientes, da avaliação da estabilidade óssea e da integração com técnicas de reforço estrutural. A consolidação da radiofrequência no cenário oncológico intervencionista reflete não apenas seu impacto analgésico, mas também sua capacidade de integrar-se a abordagens multidisciplinares, contribuindo para o cuidado centrado no paciente oncológico em fase avançada da doença.

4 CONCLUSÃO

A ablação térmica por radiofrequência consolida-se como estratégia intervencionista eficaz no manejo das metástases ósseas dolorosas, especialmente em lesões vertebrais, pélvicas e de ossos longos osteolíticos. As evidências analisadas demonstram que o procedimento promove alívio algico rápido e sustentado, com impacto positivo na funcionalidade e na qualidade de vida dos pacientes oncológicos. Além do controle sintomático, observa-se potencial contribuição para o controle tumoral local em casos selecionados, sobretudo quando a técnica é adequadamente indicada e guiada por critérios clínicos e radiológicos bem estabelecidos.

A associação da radiofrequência com procedimentos de reforço estrutural, como vertebroplastia, cimentoplastia e fixação interna, amplia significativamente seu alcance terapêutico, ao integrar citoredução tumoral e estabilização mecânica em uma mesma abordagem. Tal integração revela-se particularmente relevante em pacientes com risco de fraturas patológicas ou instabilidade espinhal, favorecendo mobilização precoce e redução do tempo de hospitalização. Dessa forma, a radiofrequência não deve ser compreendida apenas como técnica paliativa isolada, mas como componente estratégico dentro de um modelo multidisciplinar de cuidado oncológico.

A comparação com outras modalidades ablativas, como micro-ondas e crioablação, evidencia que, embora existam alternativas eficazes, a radiofrequência permanece amplamente consolidada em razão da previsibilidade térmica, disponibilidade tecnológica e robustez das evidências clínicas. Entretanto, a heterogeneidade metodológica dos estudos, a predominância de desenhos observacionais e a variabilidade nos critérios de avaliação da dor e estabilidade óssea indicam a necessidade de maior padronização científica.

Sob a perspectiva assistencial, destaca-se a importância da avaliação criteriosa da estabilidade óssea, da extensão tumoral e da expectativa de vida na tomada de decisão terapêutica. A seleção adequada dos pacientes, aliada ao uso de técnicas combinadas quando indicadas, constitui elemento determinante para otimização dos resultados clínicos e redução de complicações. Nesse cenário, a radiologia intervencionista assume papel central na articulação entre oncologia clínica, ortopedia e neurocirurgia, contribuindo para um cuidado centrado no paciente e baseado em evidências.

Como sugestão para futuras investigações, recomenda-se a realização de ensaios clínicos randomizados multicêntricos que comparem diretamente radiofrequência isolada versus radiofrequência associada à cimentoplastia ou fixação interna, com avaliação padronizada de dor, estabilidade mecânica, qualidade de vida e controle tumoral em longo prazo. Estudos que integrem biomarcadores de resposta tumoral e análise de remodelação óssea pós-ablação também poderão ampliar a compreensão dos efeitos biológicos da técnica, fortalecendo sua consolidação como ferramenta terapêutica no contexto da oncologia intervencionista.

REFERÊNCIAS

- CAZZATO, Roberto; DE MARINI, Pierre; LEONARD-LORANT, Isabelle; DALILI, Daniel; KOCH, Gilles; AUTRUSSEAU, Pauline; MAYER, Thomas; WEISS, Jacques; AULOGE, Pierre; GARNON, Julien; GANGI, Afshin. Percutaneous thermal ablation of sacral metastases: assessment of pain relief and local tumor control. *Diagnostic and Interventional Imaging*, 2021.
- COLONNA, Stefano; BIANCONI, Andrea; COFANO, Filippo; PRIOR, Andrea; DI PERNA, Giuseppe; PALMIERI, Giuseppe; ZONA, Giovanni; GARBOSSA, Diego; FIASCHI, Paolo. Radiofrequency ablation in vertebral body metastasis with and without percutaneous cement augmentation: a systematic review addressing the need for spine stability evaluation. *Diagnostics*, v. 13, 2023.
- FAIELLA, Emanuele; VACCARINO, Francesca; PACELLA, Giuseppe; SANTUCCI, Daniele; VERGANTINO, Emanuele; BRUNO, Andrea; RAGONE, Roberto; ZOBEL, Barbara; GRASSO, Roberto. Exploring the efficacy of combining radiofrequency thermal ablation or microwave ablation with vertebroplasty for pain control and disease management in metastatic bone disease — a systematic review. *Current Oncology*, v. 31, p. 5422-5438, 2024.
- FALLAHI, Mohammad; MAROUFI, Samira; MAROUFI, Parisa; KHORASANIZADEH, Mohsen; DE MACÊDO FILHO, Luiz; MARGETIS, Konstantinos; GUHA, Daipayan; TATSUI, Claudio; MANSOURI, Alireza. Percutaneous cryoablation in the management of spinal metastases: a comprehensive systematic review and meta-analysis. *Journal of Neuro-Oncology*, v. 174, p. 303-314, 2025.
- GIAMMALVA, Giuseppe; COSTANZO, Rosario; PAOLINI, Francesco; BENIGNO, Umberto; PORZIO, Marco; BRUNASSO, Lorenzo; BASILE, Luigi; GULÌ, Carlo; PINO, Marco; GERARDI, Daniela; MESSINA, Daniele; UMANA, Giuseppe; PALMISCIANO, Paolo; SCALIA, Giuseppe; GRAZIANO, Francesco; VISOCCHI, Marco; IACOPINO, Domenico; MAUGERI, Rosario. Management of spinal bone metastases with radiofrequency ablation, vertebral reinforcement and transpedicular fixation: a retrospective single-center case series. *Frontiers in Oncology*, v. 11, 2022.
- GHOMASHCHI, Sara; WHYNE, Cari; CHINNERY, Timothy; HABACH, Farah; AKENS, Margot. Impact of radiofrequency ablation on bone quality in a murine model of bone metastases. *PLoS ONE*, v. 16, 2021.
- HE, Yifan; ZHU, Xiaolong; WU, Cheng; WANG, Tao; YAN, Bin; WANG, Jian. Clinical effectiveness and safety of radiofrequency ablation combined with percutaneous osteoplasty in the management of pubic skeletal metastases. *Journal of Vascular and Interventional Radiology*, 2025.
- JIANG, Wei; CARUANA, Daniel; DUSSIK, Christopher; CONWAY, David; LATICH, Ian; CHAPIRO, Jordan; LINDSKOG, David; FRIEDLAENDER, Gary; LEE, Felix. Bone mass changes following percutaneous radiofrequency ablation, osteoplasty, reinforcement, and internal fixation of periacetabular osteolytic metastases. *Journal of Clinical Medicine*, v. 12, 2023.
- KARLUKA, Ibrahim; MAZICAN, Mehmet; ANDIC, Can; BOLGEN, Cihan; BEYAZ, Serkan; TURGUT, Nihat; ÖZGÖZEN, Ahmet; ÖLKE, Hasan. Radiofrequency versus microwave ablation in osteoid osteoma: comparative outcomes and prognostic factors. *Journal of Clinical Medicine*, v. 14, 2025.
- KASTLER, Alexandre; BARBÉ, Didier; ALEMANN, Gilles; HADJIDEKOV, Georgi; CORNELIS, François; KASTLER, Bruno. Bipolar radiofrequency ablation of painful spinal bone metastases

performed under local anesthesia: feasibility regarding patient's experience and pain outcome. *Medicina*, v. 57, 2021.

KOO, Jaehyuk; CHUNG, Seung. The efficacy of radiofrequency ablation for bone tumors unsuitable for radical excision. *Clinics in Orthopedic Surgery*, v. 13, p. 278-285, 2021.

LAN, Ying; LI, Rui; JIANG, Liang; ZHOU, Ning; HE, Ming; FANG, Bin; YI, Cheng. Clinical efficacy analysis of percutaneous "tripod" combined with radiofrequency ablation and bone cement filling in the treatment of periacetabular metastases. *Journal of Orthopaedic Surgery and Research*, v. 18, 2023.

LEE, Jae; CHUNG, Sung; BAEK, Joon; SONG, Dong; KIM, Woo; KIM, Tae; SUNG, Tae; CHUNG, Kyung; LEE, Jae. Role of radiofrequency ablation in the treatment of symptomatic distant metastasis of thyroid cancer. *Skeletal Radiology*, v. 54, p. 1673-1680, 2025.

LEVY, Joshua; DAVID, Evan; HOPKINS, Thomas; MORRIS, Jonathan; TRAN, Nam; FARID, Hamed; MASSARI, Filippo; O'CONNELL, William; VOGEL, Andreas; GANGI, Afshin; SUNENSHINE, Paul; DIXON, Robert; VON DER HÖH, Norbert; BAGLA, Sandeep. Radiofrequency ablation provides rapid and durable pain relief for the palliative treatment of lytic bone metastases independent of radiation therapy: final results from the OsteoCool tumor ablation post-market study. *Cardiovascular and Interventional Radiology*, v. 46, p. 600-609, 2023.

LIN, Zhi; ZOU, Xin; HUANG, Dong; CHEN, Yu; LIN, Jie; LI, Xiang; ZHANG, Jian. Efficacy and safety of C-arm computed tomography-guided microwave ablation with percutaneous osteoplasty for flat bone metastases. *World Journal of Clinical Oncology*, 2025.

MURALI, Nikhil; TURMEZEI, Tamas; BHATTI, Shah; PATEL, Parth; MARSHALL, Thomas; SMITH, Timothy. What is the effectiveness of radiofrequency ablation in the management of patients with spinal metastases? A systematic review and meta-analysis. *Journal of Orthopaedic Surgery and Research*, v. 16, 2021.

PENNINGTON, Zachary; MORRIS, Joshua; ELSAMADICY, Ahmed; LO, Simon; SCHWAB, Joseph; SCIUBBA, Daniel. Ablative techniques for the management of osseous spine metastases: a narrative review. *Journal of Clinical Medicine*, v. 14, 2025.

PRIMAYUDHA, Bima; IRAWAN, Muhammad; AZMI, Rizky; SETIAWANTO, Teguh. Palliative management of painful pelvic bone metastasis using percutaneous thermal ablation and cement-augmented osteoplasty: a case report. *International Journal of Surgery Case Reports*, v. 129, 2025.

PUSCEDDU, Carlo; DE FRANCESCO, Daniela; BALLICU, Nicola; SANTUCCI, Daniele; MARSICO, Stefano; VENTURINI, Massimo; FIOR, Davide; MORAMARCO, Lorenzo; FAIELLA, Emanuele. Safety and feasibility of steerable radiofrequency ablation in combination with cementoplasty for the treatment of large extraspinal bone metastases. *Current Oncology*, v. 29, p. 5891-5900, 2022.

SCAGGIANTE, Jessica; MARSICO, Stefano; ALEXANDRE, Antonio; GAUDINO, Silvia; FERRANTE, Marco; CARONNA, Roberto; SQUILLACI, Ernesto; VALENTE, Ilaria; GARIGNANO, Giovanni; D'ARGENTO, Francesca; DE LEACY, Reade; PEDICELLI, Alessandro. Radiofrequency ablation of painful spinal metastasis: a systematic review. *Current Oncology*, v. 32, 2025.

SETSU, Naoya; FUKUSHIMA, Shun; YOKOYAMA, Naoki; SHINOZAKI, Kenta; JINNOUCHI, Masato; FUJISHITA, Takashi; NIO, Akira; FURUBAYASHI, Nobuhiro; SUGIMOTO, Ryo.

Combination of radiofrequency ablation and intramedullary nailing for the treatment of femoral metastases: single-center, retrospective observational study. *World Journal of Surgical Oncology*, v. 23, 2025.

SGALAMBRO, Francesco; ZUGARO, Lorenzo; BRUNO, Francesco; PALUMBO, Pierpaolo; SALDUCCA, Nicola; ZOCCALI, Claudio; BARILE, Antonio; MASCIOCCHI, Carlo; ARRIGONI, Francesco. Interventional radiology in the management of metastases and bone tumors. *Journal of Clinical Medicine*, v. 11, 2022.

TOMASIAN, Arash; JENNINGS, John. Spine microwave ablation: safety and efficacy for treatment of vertebral metastases. *American Journal of Neuroradiology*, v. 43, p. E9-E10, 2022.