

## INTERVENÇÃO FISIOTERAPÊUTICA APÓS UTILIZAÇÃO DE BIOVIDRO ATIVO NO TRATAMENTO LOCAL DE OSTEOMIELENITE CRÔNICA CAVITÁRIA PEDIÁTRICA: REVISÃO SISTEMÁTICA

*Data de submissão: 27/07/2024*

*Data de aceite: 01/10/2024*

**Meyrian Luana Teles de Sousa Luz Soares**

Hospital Otávio de Freitas, Recife, PE,  
Brasil

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6867-5467>

**Tale Lucas Vieira Rolim**

Hospital Otávio de Freitas, Recife, PE,  
Brasil

**RESUMO:** A osteomielite é um processo inflamatório, de origem infecciosa, que pode acometer o tecido ósseo. Pode apresentar diferentes classificações etiológicas, desde a hematogênica, por contiguidade e crônica até aquelas que consideram o padrão de acometimento ósseo, como a medular, a superficial e a permeativa, seja instável e/ou estável. A intervenção fisioterapêutica, associada ao procedimento de uso de nanopartículas, pode trazer benefícios incorporados aos efeitos bacteriostáticos e bactericidas. O objetivo desse estudo foi descrever, através de revisão sistemática da literatura, a intervenção fisioterapêutica após utilização de biovidro ativo no tratamento local de osteomielite crônica cavitária em pediatria. Em comparação a utilização do cimento

ósseo, que apresenta espectro estreito, a utilização do polimetilmetacrilato associado a nanopartículas de prata reduziu o número de unidades formadoras de colônias, sendo bastante sugestivo a utilização combinada com antibióticos. A fisioterapia utilizou recursos como as técnicas terapêuticas manuais e a cinesioterapia, contribuindo para a sedestação beira leito, ortostatismo e deambulação, estimulando a recuperação funcional.

**PALAVRAS-CHAVE:** Modalidades de fisioterapia; Nanopartículas; Bioglass; Atividade bacteriana

### PHYSIOTHERAPEUTIC INTERVENTION AFTER USING ACTIVE BIOGLASS IN THE LOCAL TREATMENT OF PEDIATRIC CHRONIC CAVITARY OSTEOMYELITIS: SYSTEMATIC REVIEW

**ABSTRACT:** Osteomyelitis is an inflammatory process of infectious origin that can affect bone tissue. It can present different etiological classifications, from hematogenous, contiguity and chronic to those that consider the pattern of bone involvement, such as medullary, superficial and permeative, whether unstable and/or

stable. Physiotherapeutic intervention, associated with the procedure using nanoparticles, can bring benefits incorporated into bacteriostatic and bactericidal effects. The objective of this study was to describe, through a systematic review of the literature, the physiotherapeutic intervention after using active bioglass in the local treatment of pediatric chronic cavitary osteomyelitis. In comparison to the use of bone cement, which has a narrow spectrum, the use of polymethylmethacrylate associated with silver nanoparticles reduced the number of colony-forming units, making its use in combination with antibiotics highly suggestive. Physiotherapy used resources such as manual therapeutic techniques and kinesiotherapy, contributing to bedside sitting, standing and walking, stimulating functional recovery.

**KEYWORDS:** Physiotherapy modalities; Nanoparticles; Bioglass; Bacterial activity

## INTRODUÇÃO

A osteomielite é uma entidade infecciosa, de etiologia multifatorial, que pode acometer diferentes públicos, em diversas faixas etárias. Quando relacionada a fraturas, ocorre geralmente nos cenários de exposição óssea ou após o tratamento cirúrgico (com ou sem colocação de implante) (BEWIS, 2017). Nas fraturas expostas, a contaminação está presente em mais de 80% dos casos. Os determinantes associados à evolução da contaminação para infecção são a resposta imunológica do hospedeiro, a capacidade da limpeza mecânica de diminuir a concentração bacteriana no local e o desbridamento para fins de deixar tecido saudável e viável na ferida, com menor susceptibilidade a aderência bacteriana (DENNY, 2015).

A compreensão patogênica também se modificou com o entendimento sobre o comportamento bacteriano na formação do biofilme, permitindo melhor compreensão sobre as recidivas das infecções, resistência aos antibióticos e o impacto da presença de implante cirúrgico em sítio infectado. As bactérias formadoras de biofilme existem em duas formas: planctônica e fixa (DAEBLON, 2010). Na forma planctônica, as bactérias estão dispersas na matriz extracelular, vulneráveis aos mecanismos de defesa do hospedeiro; Estas, quando se apresentam em volume elevado, podem migrar para corrente sanguínea, ou aderir a superfícies, como áreas de necrose e/ou corpos estranhos, como as osteossínteses. Na forma fixa, ou sésil, formam um biofilme de polissacarídeos sobre a superfície, na qual após a colonização podem permanecer inertes ou se manifestar por meio de infecção (GHI, 2021).

A infecção existente na presença do biofilme é mais resistente a antibioticoterapia, uma vez que tais fármacos não ultrapassarem o glicocálix do biofilme de forma efetiva, apresentando baixo gradiente de concentração na região em que as bactérias estão alojadas; Na região central das colônias, as bactérias se encontram em estado de baixo metabolismo, dificultando a ação de determinados antibióticos. Tal fato pode explicar a maior resistência aos antibióticos nas infecções crônicas, quando comparadas com as infecções agudas. A relação colônia-hospedeiro e ação imunológica podem predispor a formação de tecido necrótico encapsulado, o qual também pode ser colonizado e dar origem ao sequestro ósseo. Quando essa coleção se exteriorize, pode contribuir para formação de trajetos sinusais até a pele, originando as fistulas (HAMBHY, 2006).

Entre as principais abordagens terapêuticas, o procedimento cirúrgico se torna necessário diante da condução para um pior prognóstico. Nos últimos anos, a comunidade científica tem se voltado para a utilização de nanopartículas, em virtude da sua grande área de atuação quando comparada a pequena relação tamanho/volume, bem como suas propriedades bacteriostáticas e bactericidas. O vidro bioativo é um biomaterial solúvel em condições biológicas, fornecendo íons biologicamente ativos, possibilitando a regeneração óssea e em tecidos moles, bem como a cicatrização de feridas (GROSS, 2016).

A abordagem fisioterapêutica inicia no pré operatório, através de anamnese minuciosa e orientações do pós operatório, bem como é continuada no pós operatório imediato com ajustes no posicionamento, mobilização precoce e busca pelos marcos funcionais de sedestação, ortostatismo e deambulação até a alta hospitalar (GHASEMI, 2021). O objetivo desse estudo é descrever, através de revisão sistemática da literatura, a intervenção fisioterapêutica após utilização de biovidro ativo no tratamento local de osteomielite crônica cavitária em pediatria.

## MÉTODO

Foi realizada uma revisão sistemática da literatura, com busca dos artigos indexados nas bases de dados eletrônicas CINAHL via EBSCO, SciELO, *Science Direct*, SCOPUS, LILACS via BIREME, PEDro MEDLINE via PubMed, SPORTDiscus via EBSCO e *Web of Science*, no período de junho a julho de 2024, sem restrição temporal e linguística. Como critérios de elegibilidade, foram incluídos artigos do tipo ensaios clínicos randomizados e/ou estudos de intervenção, sendo excluídos os artigos de revisão, editoriais, cartas ao editor e estudos experimentais com animais.

A estratégia de busca foi efetuada baseada nas recomendações do *The Prisma Statement*, onde cada etapa do estudo foi realizada por dois revisores (M.L.T.S.L.S) e (T.L.V.R), de forma independente, e posteriormente comparada. A análise do risco de viés pela *Cochrane* (aleatorização, cegamento de participantes e mascaramento do avaliador) A qualidade metodológica dos artigos selecionados foi avaliada segundo critérios do STROBE (*Strengthening the Reporting of Observational Studies in Epidemiology*), por meio do *Strobe Statement Checklist*. Essa escala possui 22 itens que receberam uma pontuação de 0 (não atende) a 1 (atende), sendo que a pontuação total foi obtida a partir da soma da pontuação dos itens e, de acordo com o escore final do estudo, foi estabelecida uma classificação conforme Souto e colaboradores (2018). A análise da qualidade da evidência foi realizada pelo sistema de avaliação proposto por *Tugwell* (*Platinum, Gold, Silver e Bronze*). Para avaliar o percentual de concordância entre os revisores foi utilizado o coeficiente de Kappa, com intervalo de confiança de 95%.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram encontrados 194 artigos, sendo incluídos 8 na síntese quantitativa. A **figura 1** mostra a estratégia de busca e seleção dos artigos utilizando o *The Prisma Statement*.

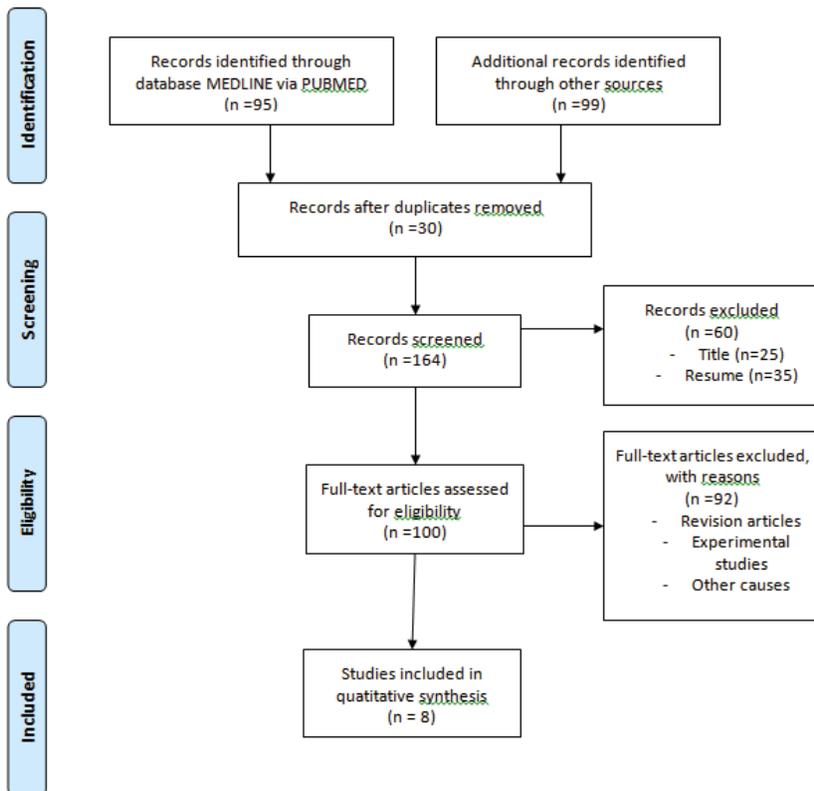


Figura 1. Estratégia de busca e seleção dos artigos

Fonte: SOARES; ROLIM (2024)

A **tabela 1** exibe os artigos incluídos na síntese quantitativa final. Os artigos foram expostos de acordo com autor/ano, tipo de estudo, amostra, objetivo, protocolo de intervenção e resultados encontrados.

| Autor/ano                     | Tipo de estudo                        | Amostra (n) | Objetivo  | Protocolo de intervenção  | Resultados  |
|-------------------------------|---------------------------------------|-------------|---|---|---|
| Durvain e colaboradores, 2023 | Estudo <i>quasi</i> experimental      | 34          | Analisar os efeitos da fisioterapia após a utilização do <i>Bonalive</i> em indivíduos com osteomielite crônica | Cinesioterapia ativo-assistida: 3 séries de 8 repetições em membros inferiores; Estimulação a sedestação e ortostatismo; Facilitação neuromuscular proprioceptiva       | Houve melhora nos desfechos dor ( $p < 0,001$ ) e força muscular e propriocepção em membros inferiores ( $p = 0,04$ ) |
| Tyler e colaboradores, 2023   | Ensaio clínico randomizado controlado | 30          | Avaliar o efeitos da fisioterapia após utilização do <i>Bioglass</i> em indivíduos com osteomielite crônica     | Cinesioterapia ativo-assistida: 4 séries de 10 repetições em membros inferiores; Estimulação a sedestação e ortostatismo; Eletroterapia + Laserterapia – 30 minutos     | Houve melhora nos desfechos dor ( $p < 0,01$ ) e força muscular em membros inferiores ( $p = 0,03$ )                  |
| Zucks e colaboradores, 2019   | Ensaio clínico randomizado controlado | 42          | Avaliar o efeitos da fisioterapia após utilização do <i>Bioglass</i> em indivíduos com osteomielite crônica     | Cinesioterapia ativo-assistida: 3 séries de 8 repetições em membros inferiores; Estimulação a sedestação e ortostatismo; Fisioterapia aquática –40 minutos – 2x/ semana | Houve melhora nos desfechos dor ( $p < 0,001$ ) e força muscular em membros inferiores ( $p = 0,02$ )                 |
| Salles e colaboradores, 2018  | Ensaio clínico randomizado controlado | 44          | Avaliar o efeitos da fisioterapia após utilização do <i>Bioglass</i> em indivíduos com osteomielite crônica     | Cinesioterapia ativo-assistida: 3 séries de 10-12 repetições em membros inferiores; Estimulação a sedestação e ortostatismo; Treino de marcha com dispositivo           | Houve melhora nos desfechos dor ( $p < 0,001$ ) e força muscular e equilíbrio em membros inferiores ( $p = 0,04$ )    |
| Souto e colaboradores, 2018   | Estudo longitudinal                   | 40          | Avaliar o efeitos da fisioterapia após utilização do <i>Bioglass</i> em indivíduos com osteomielite crônica     | Cinesioterapia ativo-assistida: 3 séries de 8 repetições em membros inferiores; Estimulação a sedestação e ortostatismo; Eletroestimulação funcional – 15 minutos       | Houve melhora nos desfechos dor ( $p < 0,001$ ) e força muscular em membros inferiores ( $p = 0,03$ )                 |
| Ruan; Marçal, 2017            | Ensaio clínico randomizado controlado | 36          | Analisar os efeitos da fisioterapia após a utilização do <i>Bonalive</i> em indivíduos com osteomielite crônica | Cinesioterapia ativo-assistida: 3 séries de 8 repetições em membros inferiores; Estimulação a sedestação e ortostatismo; Eletroestimulação funcional – 15 minutos       | Houve melhora nos desfechos dor ( $p < 0,01$ ) e força muscular em membros inferiores ( $p = 0,001$ )                 |

|                               |                                       |    |   |   |  |
|-------------------------------|---------------------------------------|----|---|---|--|
| Walter e colaboradores, 2016  | Estudo <i>quasi</i> experimental      | 48 | Analisar os efeitos da fisioterapia após a utilização do <i>Bonalive</i> em indivíduos com osteomielite crônica | Cinesioterapia ativo-assistida: 3 séries de 8 repetições em membros inferiores; Estimulação a sedestação e ortostatismo; Facilitação neuromuscular proprioceptiva | Houve melhora nos desfechos dor ( $p < 0,001$ ) e força muscular e propriocepção em membros inferiores ( $p = 0,02$ )  |
| Hurbain e colaboradores, 2014 | Ensaio clínico randomizado controlado | 44 | Analisar os efeitos da fisioterapia após a utilização do <i>Bonalive</i> em indivíduos com osteomielite crônica | Cinesioterapia ativo-assistida: 3 séries de 8 repetições em membros inferiores; Estimulação a sedestação e ortostatismo; Facilitação neuromuscular proprioceptiva | Houve melhora nos desfechos dor ( $p < 0,001$ ) e força muscular e propriocepção em membros inferiores ( $p = 0,003$ ) |

Tabela 1. Artigos incluídos na síntese quantitativa final

Fonte: SOARES; ROLIM (2024)

Entre as principais abordagens, a mobilização precoce correspondeu a 73,5% e a taxa de deambulação até o segundo dia de pós operatório variou de 1,94 a 3,1 cada 100 indivíduos. 81% realizaram intervenções em membros inferiores quando comparado aos membros superiores e 37,5% realizaram intervenções da eletrotermofototerapia. De acordo com risco de viés, quanto ao item aleatorização 1 apresentou alto risco de viés, 2 risco indeterminado e 5 baixo risco; Quanto ao item cegamento de participantes 1 apresentaram alto risco, 2 risco indeterminado e 5 baixo risco e quanto ao item mascaramento do avaliador 2 apresentaram alto risco de viés, 1 risco indeterminado e 5 baixo risco. A concordância intra-avaliadores variou de 0,63 à 0,84, com índice de Kappa de 0,8, no qual a evidência dessa revisão foi classificada como Silver.

O polimetilmetacrilato (PMMA) pode ser empregado em procedimentos ortopédicos, como as artroplastias, mas também para o preenchimento cavitário após o desbridamento nas osteomielites, atuando como espaçador temporário, porém aumenta a predisposição da formação do biofilme bacteriano. A utilização de novas estratégias terapêuticas, como a utilização das nanopartículas, tem se caracterizado por altas habilidades antibacterianas e um maior espectro de atividade. A prata, por sua vez, como um metal de transição, em doses adequadas, atuam de forma eficaz contra bactérias e fungos.

Uma vez que o indivíduo se submete a colocação de síntese no organismo, existe o risco de infecção bacteriana causada por aderência e/ou colonização em sua superfície. Entre os biomateriais antibacterianos, a prata e os materiais a ela associados surgiram como uma opção versátil e eficaz, sendo biocompatível e, em determinada concentração, não tóxicos para células humanas. Tyler e colaboradores (2023) desenvolveram nanopartículas de biovidro com prata pelo método sol-gel, sendo observado que com maior teor de prata a taxa de dissolução foi maior, em especial na *Staphylococcus aureus* e *Escherichia coli*.

Entre as abordagens fisioterapêuticas empregadas, os exercícios terapêuticos (cinesioterapia) são consenso, devendo ser empregados desde a fase pré operatória. Os exercícios terapêuticos auxiliam na manutenção da mobilidade articular, do trofismo muscular, podendo influenciar no tempo de recuperação do indivíduo após o procedimento cirúrgico. A eletroterapia foi utilizada por 37,5% dos autores, sendo a eletroanalgesia associada a utilização da neuroestimulação elétrica transcutânea, bem como a utilização da estimulação elétrica funcional. Os parâmetros utilizados não são padornizados, sendo uma das justificativas de vies entre os estudos.

Zucks e colaboradores (2019), após a alta hospitalar, comparou a utilização da fisioterapia convencional com a fisioterapia convencional associada a hidroterapia. O grupo que utilizou como intervenção adicional a fisioterapia aquatica apresentou maior redução da dor, melhora precoce na mobilidade articular e maior fortalecimento muscular em membros inferiores quando comparados ao grupo controle. Por sua vez, Tyler e colaboradores (2023) utilizou a laserterapia, do tipo Hélio-neônio, para acelerar o processo cicatricial, auxiliando na mobilização precoce e na aquisição dos marcos funcionais de sedestação, ortostatismo e deambulação.

A facilitação neuromuscular proprioceptiva (FNP) foi considerada um dos recursos mais amplamente empregados nas fases pré, pós operatório imediato e pós operatório tardio. A utilização dos padrões permitiu ganho de mobilidade articular, introdução precoce em exercícios contra-resistência na gravidade zero, bem como exercícios progressivos para recuperação da força muscular global. Os padrões de irradiação para os membros inferiores foram realizados desde o primeiro dia do pós operatório, contribuindo para estimulação precoce dos músculos dos membros inferiores.

Entre os estudos, é consenso que a sedestação beira leito deve ser estimulada até as primeiras 12 horas após o procedimento, bem como o ortostatismo e a deambulação (seja com assistência de terceiros ou com utilização de dispositivo auxiliar) até o primeiro dia do pós operatório. O limiar de dor do indivíduo deve ser considerado como fator preditivo limitante, porém a utilização de fármacos associados e o treinamento progressivo tendem a reverter esse quadro durante as próximas 72 horas. A abordagem fisioterapêutica deve ser acompanhada, sistematicamente, pelo exame de imagem e, quando necessário, pelos exames laboratoriais, para monitorar a evolução e permitir a progressão das condutas.

Entre os principais pontos limitantes dessa revisão temos a falta de padronização dos protocolos utilizados, a escassez da literatura sobre o tema e o alto custo do biovidros utilizados nos procedimentos. Tais fatores podem ser considerados como pontos de partida para novas pesquisas, bem como, se disponíveis, promover mudanças na rotina de planejamento e atendimento dos indivíduos com desordens crônicas, como a osteomielite.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

A utilização de nanopartículas, associadas a metais, permite uma regularização do potencial hidrogeniônico, contribuindo para reorganização da cortical e melhor reestruturação do segmento ósseo acometido em doenças infecciosas, como a osteomielite. Entre as abordagens fisioterapêuticas, a cinesioterapia, associada a facilitação neuromuscular proprioceptiva, permitiu a aquisição precoce de marcos funcionais, como a sedestação beira leito, ortostatismo e deambulação.

## REFERÊNCIAS

Bewis G. Properties of nanofiller-loaded poly (methyl methacrylate) bone ce-ment composites for orthopedic applications: a review. *J Biomed Mater Res B Appl Biomater* n. 105, v.33, p. 1260-1287, 2017

Daeblon T. Polymethylmethacrylate: properties and contemporary uses in or-thopaedics. *J Am Acad Orthop Surg* n. 18, v. 4, p. 297-305, 2010

Denry SL, Galloway KP. Local antibacterial therapy for the management of orthopaedic infections. Pharmacokinetic considerations. *Clin Pharmacokinet* n. 29, v.3, p. 36-45, 2015

Durvain DK, Landon GC, Musher DM, Noble PC. Elution of vancomycin, dap-tomycin, and amikacin from acrylic bone cement. *Clin Orthop Relat Res* n. 264, v.35, p. 302-308, 2023.

Ghi Y, Han X, Pan S, Wu Y, Jiang Y, Lin J, et al. Gold nanomaterials and bone/cartilage tissue engineering: biomedical applications and molecular mechanisms. *Front Chem* n. 9, v.2, p. 72-78, 2021.

Gross LM, Thakur A, Jalili NA, Detamore M, Gaharwar AK. Nanoengineered bio-materials for repair and regeneration of orthopedic tissue interfaces. *Acta Bio-mater* n. 42, v.2, p.2-17, 2016 .

Ghasemi M, Khorsandi K, Kianmehr Z. Photodynamic inactivation with cur-cumin and silver nanoparticles hinders *Pseudomonas aeruginosa* planktonic and biofilm formation: evaluation of glutathione peroxidase activity and ROS production. *World J Microbiol Biotechnol* n. 37, v. 12, p. 137-149, 2021

Hambhy V, MacBride MM, Peterson BR, Sen A. Silver bromide nanoparti-cle/polymer composites: dual action tunable antimicrobial materials. *J Am Chem Soc* n. 128, v.42, p. 979-988, 2006 .

Hurbain A, Weis TL, Schurr MJ, Faith NG, Czuprynski CJ, McNulty JF, et al. Surfaces modified with nanometer-thick silver-impregnated polymeric films that kill bacteria but support growth of mammalian cells. *Biomaterials* n. 31, v.3, p. 631-680, 2014.

Ruan H, Marçal J. Assembly of metal nanoparticles on elec-trospun nylon 6 nanofibers by control of interfacial hydrogen-bonding interac-tions. *Chem Mater* n. 20, v.4, p.5-11, 2017.

Salles D, Sadvoy A, Gorelik S, Free P, Hogley J, Fernig DG. A rapid method to estimate the concentration of citrate capped silver nanoparticles from UV-visible light spectra. *Analyst* n. 139, v.22, p.485-461, 2018.

Souto IG, M-L RA, Ureña-Nuñez F, Arenas-Alatorre JA, Hinestroza JP, Sánchez-Mendieta V. Silver micro-, submicro- and nano-crystals using bovine bone as template. Formation of a silver/bovine bone composite. *Mater Lett* n. 8, v.5, p. 21-27, 2018.

Tyler IO, Mukha IP, Karavan VV, Chunikhin OY, Marchenko MM, Smirnova NP, et al. Tryptophan-assisted synthesis reduces bimetallic gold/silver nanoparticle cytotoxicity and improves biological activity. *Nanobiomedicine*. n.1, v.1, p. 1-6, 2023.

Walter J, Ribeiro VST, Kraft L, Suss PH, Rosa E, Morello LG, et al. Direct detection of microorganisms in sonicated orthopedic devices after in vitro biofilm production and different processing conditions. *Eur J Orthop Surg Traumatol*. n.31, v.6, p. 1113-1120, 2016.

Zucks MK, Kotian R, Madhyastha P. Effects of silver nanoparticle-based antimicrobial formulations on the properties of denture polymer: a systematic review and meta-analysis of in vitro studies. *J Prosthet Dent*. n.129, v.2, p.310-321, 2019.