



## ***O Papel Atual da Biópsia do Linfonodo Sentinela na Oncologia Cirúrgica Pediátrica: Foco em Melanoma e Sarcoma***

Luiza Sulino<sup>1</sup>, Pedro Lucas Borges Souza<sup>1</sup>, Álefe Fernandes Vaz<sup>1</sup>, João Victor da Silva<sup>1</sup>, Anna Clara Soares Menezes<sup>1</sup>, Lucas Eduardo Almeida Brito<sup>1</sup>, Matheus Vinicius Lemes<sup>1</sup>, Guilherme Susstrunk Monteiro<sup>1</sup>, Carolina Borges Venancio<sup>1</sup>, Rodrigo Daniel Andrade Gobes<sup>1</sup>, Maria Tereza Sousa Ruas<sup>1</sup>, Kelly Cristiene de Freitas Borges<sup>1</sup>



<https://doi.org/10.36557/2674-8169.2025v7n7p996-1007>

Artigo recebido em 06 de Junho e publicado em 16 de Julho de 2025

### *Revisão Bibliográfica*

#### **RESUMO**

**Introdução:** Nos últimos anos, embora a biópsia do linfonodo sentinela (BLS) esteja consolidada na oncologia adulta, sua aplicação na população pediátrica ainda suscita questionamentos, sobretudo pela raridade e peculiaridade do melanoma e sarcomas infantis. Ademais, a introdução do verde de indocianina (ICG) tem demonstrado vantagens operatórias promissoras, pois permite maior precisão e menor interferência, sem eventos adversos significativos. Por conseguinte, embora a BLS se mostre tecnicamente viável e clinicamente relevante para crianças, ressalta-se a necessidade premente de estudos prospectivos mais robustos que consolidem protocolos adaptados, minimizando riscos e aprimorando o estadiamento linfonodal nessa faixa etária tão singular.

**Objetivos:** Avaliar a segurança, eficácia e aplicabilidade da biópsia do linfonodo sentinela com verde de indocianina em oncologia pediátrica. **Metodologia:** Esta revisão narrativa analisou estudos entre 2000 e 2024 sobre a biópsia do linfonodo sentinela na oncologia pediátrica, focando em melanoma e sarcomas, abordando segurança, eficácia, técnicas e desfechos clínicos, excluindo estudos adultos e relatos de caso. **Resultados e Discussão:** O uso do verde de indocianina associado ao tecnécio-99m mostra-se seguro e eficaz para identificar linfonodo sentinela em crianças com melanoma e sarcoma, proporcionando melhor visualização e menor interferência cirúrgica. Contudo, a baixa incidência e a heterogeneidade dos casos pediátricos limitam a padronização da técnica, demandando estudos multicêntricos que confirmem sua eficácia e benefícios a longo prazo. **Conclusão:** A combinação do verde de indocianina com tecnécio-99m revela-se segura e eficaz para identificar linfonodos sentinelas em crianças, mas demanda estudos prospectivos maiores. Iniciativas multicêntricas são essenciais para padronizar a técnica e aprimorar o manejo do melanoma e sarcoma pediátricos.

**Palavras-chave:** Biópsia do linfonodo sentinela, Melanoma pediátrico, Verde de indocianina

# The Current Role of Sentinel Lymph Node Biopsy in Pediatric Surgical Oncology: Focus on Melanoma and Sarcoma

## ABSTRACT

**Introduction:** In recent years, although sentinel lymph node biopsy (SLNB) is well established in adult oncology, its application in the pediatric population still raises questions, mainly due to the rarity and uniqueness of pediatric melanoma and sarcomas. Moreover, the introduction of indocyanine green (ICG) has shown promising operative advantages, allowing greater precision and less interference, without significant adverse events. Therefore, although SLNB proves technically feasible and clinically relevant for children, there is a pressing need for more robust prospective studies to consolidate adapted protocols, minimizing risks and improving lymph node staging in this unique age group. **Objectives:** To evaluate the safety, efficacy, and applicability of sentinel lymph node biopsy using indocyanine green in pediatric oncology. **Methodology:** This narrative review analyzed studies from 2000 to 2024 on sentinel lymph node biopsy in pediatric oncology, focusing on melanoma and sarcomas, addressing safety, efficacy, techniques, and clinical outcomes, excluding adult studies and case reports. **Results and Discussion:** The use of indocyanine green combined with technetium-99m is safe and effective for identifying sentinel lymph nodes in children with melanoma and sarcoma, providing better visualization and less surgical interference. However, the low incidence and heterogeneity of pediatric cases limit the standardization of the technique, requiring multicenter studies to confirm its efficacy and long-term benefits. **Conclusion:** The combination of indocyanine green with technetium-99m proves safe and effective for identifying sentinel lymph nodes in children but requires larger prospective studies. Multicenter initiatives are essential to standardize the technique and improve the management of pediatric melanoma and sarcoma.

**Keywords:** Sentinel lymph node biopsy, Pediatric melanoma, Indocyanine green

Instituição afiliada – Faculdade Morgana Potrich(FAMP) e Centro Universitário de Goiatuba(Unicerrado)

Autor correspondente: [pedroslucas@hotmail.com](mailto:pedroslucas@hotmail.com)

This work is licensed under a [Creative Commons Attribution 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).



## **INTRODUÇÃO**

Nas últimas décadas, os avanços na oncologia cirúrgica propiciaram uma evolução significativa nas técnicas de estadiamento e abordagem terapêutica dos tumores sólidos, especialmente no que diz respeito ao manejo do melanoma e de determinados sarcomas de tecidos moles. Entre essas estratégias, a biópsia do linfonodo sentinela (BLS), aliada à linfocintilografia, consolidou-se como um procedimento de referência para avaliar o comprometimento linfonodal em adultos com essas neoplasias. Contudo, quando se transita para a população pediátrica, observa-se uma lacuna substancial na literatura acerca da aplicabilidade e das implicações clínicas dessa técnica. Isso se deve, sobretudo, à menor incidência de melanoma em crianças e adolescentes, que representam apenas uma fração dos casos globais – cerca de 1,3% nos Estados Unidos –, além do fato de que poucos sarcomas pediátricos exibem comportamento metastático precoce para linfonodos regionais. Paralelamente, estudos como o International Multicenter Selective Lymphadenectomy Trial (MSLT-I) demonstraram a relevância prognóstica do linfonodo sentinela no melanoma adulto, tornando seu status o principal indicador de sobrevida em estágios iniciais da doença.

Entretanto, dados em pediatria sugerem um panorama distinto: crianças com melanoma cutâneo invasivo apresentam taxas de sobrevida superiores às de adultos jovens, mesmo em lesões de maior espessura, o que levanta questionamentos sobre a real importância do índice de Breslow nessa faixa etária. Ainda assim, considerando a maior proporção de linfonodos sentinelas positivas entre os pacientes mais jovens, a utilização da BLS não deve ser descartada, sobretudo diante da tendência metastática observada em determinados sarcomas, como o rhabdomyosarcoma de extremidade, o sarcoma epitelióide, o sarcoma de células claras e o sarcoma sinovial. Ressalta-se, contudo, que a obtenção de experiência técnica equivalente à dos centros especializados em oncologia adulta é desafiadora no contexto pediátrico, dado o menor volume de casos. À luz desse cenário, a literatura ressalta a importância de se avaliar de forma crítica e cuidadosa o papel atual da biópsia do linfonodo sentinela na oncologia cirúrgica pediátrica, especialmente no tratamento do melanoma e de certos sarcomas selecionados (Parida et al., 2012).



Apesar dos avanços tecnológicos na oncologia cirúrgica pediátrica, o estadiamento linfonodal em crianças e adolescentes ainda impõe desafios relevantes, especialmente quando se considera a heterogeneidade das neoplasias e as particularidades anatômicas da população pediátrica. Tradicionalmente, a linfocintilografia com tecnécio-99m associada à biópsia do linfonodo sentinela (BLS) tem sido a abordagem padrão para identificação dos linfonodos drenantes em casos de melanoma e sarcoma. Frequentemente, essa técnica é complementada com a utilização de corantes coloridos, como o azul de metileno ou isosulfan, para facilitar a visualização intraoperatória dos linfonodos de interesse. No entanto, tais corantes não estão isentos de limitações, uma vez que podem gerar coloração excessiva dos tecidos adjacentes e, em raras ocasiões, reações adversas significativas, como necrose local ou até anafilaxia.

Nesse cenário, a introdução do verde de indocianina (ICG) surge como uma alternativa promissora. O ICG, um corante fluorescente amplamente empregado em oncologia adulta, apresenta propriedades que incluem uma maior penetração do sinal e menor interferência no campo cirúrgico, permitindo a demarcação precisa de estruturas linfáticas sem mascarar as margens tumorais. Recentemente, estudos demonstraram que o uso do ICG em cirurgias pediátricas para melanoma e sarcoma pode oferecer vantagens operatórias substanciais, como maior taxa de detecção de linfonodos sentinelas radioativos e menor risco de falhas na identificação, quando comparado aos corantes tradicionais.

Além disso, a via de administração subcutânea do ICG mostrou-se segura, sem relatos de eventos adversos significativos nas coortes avaliadas, fato que reforça seu potencial para aplicação pediátrica. Esses achados sugerem que o ICG pode representar uma ferramenta complementar ou até substitutiva aos corantes convencionais na BLS em crianças, embora estudos prospectivos mais robustos sejam necessários para consolidar essa prática (Campwala *et al.*, 2024).

Nesse contexto, torna-se imperativo buscar abordagens menos invasivas e com menor potencial de morbidade para o estadiamento linfonodal, especialmente em populações pediátricas, que são mais vulneráveis às complicações da cirurgia extensiva. A biópsia do linfonodo sentinela (BLS) surge como uma alternativa tecnicamente viável e clinicamente relevante, pois permite a avaliação precisa da cadeia linfática regional



sem a necessidade de dissecções amplas e potencialmente mutilantes. O princípio fundamental da BLS baseia-se na identificação do primeiro linfonodo que recebe drenagem do tumor primário, o qual, quando livre de neoplasia, geralmente indica ausência de disseminação metastática para os demais linfonodos da cadeia. Tal estratégia reduz a probabilidade de complicações como linfedema, fístula quilosa e lesões neurovasculares, frequentemente observadas nas dissecções linfonodais convencionais. No cenário pediátrico, embora a técnica já tenha sido validada e amplamente aplicada em adultos com neoplasias como melanoma, câncer de mama e tumores genitais, sua incorporação nos protocolos de tratamento infantil ainda é recente e carece de ampla validação. Estudos iniciais envolvendo crianças e adolescentes demonstraram resultados encorajadores com o mapeamento linfático e a BLS em diversas neoplasias, sugerindo segurança e eficácia na identificação do linfonodo sentinela, inclusive em tumores sólidos pediátricos como o melanoma e o sarcoma (Neville *et al.*, 2000). Diante dessas evidências e das particularidades da população pediátrica, torna-se fundamental reavaliar o papel atual da BLS na oncologia cirúrgica infantil, com ênfase na abordagem de pacientes com melanoma e sarcoma, tema central do presente estudo.

## **METODOLOGIA**

A presente revisão narrativa foi desenvolvida com o objetivo de analisar criticamente a literatura científica sobre a aplicação da biópsia do linfonodo sentinela (BLS) na oncologia cirúrgica pediátrica, com ênfase nos casos de melanoma e sarcomas de tecidos moles. Para isso, foi realizada uma busca bibliográfica abrangendo publicações indexadas entre os anos de 2000 e 2024, totalizando um recorte temporal de 24 anos, de forma a contemplar as principais atualizações e evidências disponíveis na área. As fontes de dados utilizadas incluíram as bases PubMed, Scielo, MedLine, Embase e Google Scholar, reconhecidas pela relevância e confiabilidade no campo das ciências da saúde e da medicina. A estratégia de busca foi conduzida de maneira sistemática e organizada, empregando operadores booleanos (AND, OR) para combinar os termos de interesse, garantindo uma triagem ampla e, ao mesmo tempo, direcionada aos objetivos do estudo. Foram incluídos artigos originais, revisões sistemáticas ou narrativas

publicados em periódicos revisados por pares, redigidos nos idiomas português, inglês ou espanhol, que abordassem diretamente a biópsia do linfonodo sentinela em oncologia pediátrica, com foco específico no melanoma e nos sarcomas de tecidos moles. Também foram selecionados estudos que discutissem aspectos relacionados à segurança, eficácia, técnicas utilizadas (como corantes, fluorescência e radioisótopos), complicações, prognóstico e desfechos clínicos da BLS em crianças e adolescentes. Foram excluídos da análise relatos de caso, comentários, editoriais, cartas ao editor e publicações que não passaram por revisão por pares. Também foram desconsiderados estudos que abordassem exclusivamente a BLS em populações adultas ou que não discutissem diretamente aspectos técnicos, clínicos ou prognósticos da BLS em melanoma ou sarcoma na faixa etária pediátrica. A estratégia de busca incluiu os seguintes descritores e termos livres, combinados conforme a lógica booleana: “Sentinel Lymph Node Biopsy”, “Pediatric Oncology”, “Melanoma”, “Sarcoma”, “Lymphatic Mapping”, “Indocyanine Green” e “Soft Tissue Neoplasms”. Ao término do processo de triagem, leitura e análise crítica dos estudos selecionados, construiu-se um referencial teórico que fundamenta a presente revisão, abordando a aplicabilidade atual da BLS na oncologia cirúrgica pediátrica, bem como os avanços técnicos, as limitações e os potenciais benefícios dessa abordagem em crianças e adolescentes com melanoma e sarcomas de tecidos moles.

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Diante dos resultados obtidos, observa-se que a utilização do verde de indocianina (ICG) associado ao nanocoloide de tecnécio-99m desponta como uma alternativa segura e eficaz para a identificação do linfonodo sentinela (LSN) em pacientes pediátricos com melanoma e sarcoma, corroborando tendências já consolidadas na oncologia cirúrgica adulta. A fluorescência emitida pelo ICG possibilitou uma visualização mais precisa das estruturas linfáticas, sem comprometer a definição das margens do tumor primário, fator de extrema relevância no contexto cirúrgico, sobretudo em crianças, em que a preservação tecidual é priorizada. Não obstante, foi constatado que o ICG, ao contrário dos corantes azuis tradicionais, apresentou menor propensão a mascarar estruturas adjacentes, o que facilita a dissecação seletiva e, potencialmente, reduz o tempo operatório e a necessidade de drenagem pós-cirúrgica.



Ainda que o estudo tenha sido desenhado para avaliar a viabilidade e não a superioridade do método, os dados sugerem que o ICG-TC pode otimizar a detecção de LSNs, inclusive em regiões anatômicas de difícil acesso, como a inguinal e a região cervicofacial, onde o tecido adiposo e a proximidade do tumor frequentemente dificultam a captação adequada do traçador radioativo isolado.

Além disso, cumpre destacar que a fluorescência com ICG não acarretou eventos adversos significativos nas coortes avaliadas, o que sustenta sua aplicabilidade em pediatria, especialmente quando comparada às complicações potenciais dos corantes azuis, como anafilaxia, necrose tecidual e interferência com dispositivos de oximetria. De maneira similar aos achados de Campwala *et al.* (2024) e Jeremiase *et al.* (2023), a taxa de detecção de LSNs com o ICG em combinação com tecnécio-99m foi superior à observada com corantes azuis, fato que levanta a hipótese de um benefício clínico relevante na adoção desse método híbrido. Embora o ICG isolado possa migrar rapidamente para linfonodos não sentinelas se usado sem controle rigoroso do tempo de detecção, sua associação com o radiotraçador parece mitigar essa limitação, permitindo uma identificação mais precisa dos LSNs mesmo em bacias linfonodais complexas ou com possível obstrução tumoral. Ressalta-se, contudo, a necessidade de estudos adicionais, com amostras mais robustas e delineamento prospectivo, para avaliar o impacto do ICG sobre desfechos como taxas de falso-negativos, complicações a longo prazo e custo-efetividade, além de explorar o potencial de sua utilização isolada em instituições sem acesso a traçadores radioativos.

Não obstante os avanços observados, é pertinente ressaltar que a abordagem do melanoma e dos sarcomas na população pediátrica ainda enfrenta barreiras consideráveis, sobretudo no que concerne à padronização do estadiamento linfonodal por meio da biópsia do linfonodo sentinela (BLS). Conforme demonstrado em estudos cooperativos de base nacional, como o conduzido pelo grupo italiano TREP, o manejo do melanoma infantil frequentemente ocorre fora dos centros especializados em oncologia pediátrica, sendo realizado majoritariamente por dermatologistas e cirurgiões habituados ao protocolo de adultos (Ferrari *et al.*, 2014). Tal fato reflete uma limitação estrutural que dificulta a ampla implementação da BLS em crianças, visto que o baixo número de casos tratados em serviços pediátricos especializados restringe a consolidação de protocolos próprios e adaptados à faixa etária. Outrossim, o



comportamento clínico peculiar do melanoma infantil, caracterizado por apresentações atípicas e sobreposição de características com lesões benignas, impõe desafios adicionais ao diagnóstico precoce, repercutindo diretamente na definição do tratamento cirúrgico e na indicação da BLS. Embora o estudo italiano tenha demonstrado que as variáveis prognósticas clássicas – como a espessura do tumor e o status linfonodal – permanecem relevantes também em pediatria, a escassez de dados prospectivos específicos limita a extrapolação segura dessas práticas.

Ademais, cumpre destacar que o presente panorama não permite conclusões definitivas acerca da superioridade ou universalização da BLS na oncologia cirúrgica pediátrica, principalmente devido à rarefação dos casos e à heterogeneidade das apresentações clínicas. Soma-se a isso a carência de ensaios clínicos prospectivos adaptados ao público pediátrico, o que obriga a replicação, com as devidas ressalvas, dos protocolos desenvolvidos para adultos. Embora os resultados preliminares, tanto para melanoma quanto para sarcomas, apontem para a segurança e viabilidade técnica da BLS com o auxílio do verde de indocianina e do tecnécio-99m, permanece a necessidade de investigações mais robustas que elucidem a taxa de falso-negativos, os impactos a longo prazo e os reais benefícios dessa abordagem na prática clínica pediátrica. Por conseguinte, a limitação central deste estudo reside na escassez de dados multicêntricos com grande representatividade, o que restringe a generalização dos achados e impõe cautela na adoção irrestrita da BLS como rotina em oncologia infantil. Não obstante, iniciativas como a do grupo TREP e o recém-criado Grupo Europeu para Tumores Raros Pediátricos sinalizam um movimento promissor no sentido de construir diretrizes diagnósticas e terapêuticas mais homogêneas, direcionadas às especificidades do público pediátrico, o que poderá, em breve, consolidar o papel da BLS nesse contexto.

## **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Com base nos achados apresentados, conclui-se que a combinação do verde de indocianina (ICG) com o nanocoloide de tecnécio-99m configura-se como uma estratégia promissora, segura e eficaz para a identificação do linfonodo sentinela em pacientes pediátricos com melanoma e sarcoma. Ademais, a fluorescência proporcionada pelo ICG favorece uma melhor visualização anatômica sem comprometer



a definição das margens tumorais, aspecto crucial para a preservação tecidual em crianças, enquanto minimiza os riscos inerentes aos corantes azuis tradicionais. Contudo, embora tais resultados indiquem potencial para aprimorar o estadiamento cirúrgico, é imprescindível destacar que a adoção dessa técnica requer ainda validação por meio de estudos prospectivos de maior porte, que possam esclarecer suas implicações sobre desfechos clínicos relevantes e sua viabilidade econômica.

Outrossim, reconhece-se que o panorama atual da oncologia cirúrgica pediátrica, sobretudo no que tange ao melanoma e sarcoma, ainda é marcado por limitações estruturais e pela escassez de dados específicos, o que dificulta a padronização e a universalização da biópsia do linfonodo sentinela. Nesse sentido, ressalta-se a importância das iniciativas multicêntricas e colaborativas, tais como as promovidas pelo grupo TREP e pelo Grupo Europeu para Tumores Raros Pediátricos, as quais são fundamentais para a construção de diretrizes clínicas adaptadas à população pediátrica. Dessa forma, espera-se que, futuramente, a integração dessas estratégias contribua para a melhoria do diagnóstico, do tratamento e do prognóstico dessas neoplasias em crianças e adolescentes.

## REFERÊNCIAS

Campwala I, Vignali PDA, Seynnaeve BK, Davit AJ 3rd, Weiss K, Malek MM. Utility of Indocyanine Green for Sentinel Lymph Node Biopsy in Pediatric Sarcoma and Melanoma. *J Pediatr Surg.* 2024 Jul;59(7):1326-1333. doi: 10.1016/j.jpedsurg.2024.03.013. Epub 2024 Mar 14. PMID: 38575445.

Ferrari A, Bisogno G, Cecchetto G, Santinami M, Maurichi A, Bono A, Vajna De Pava M, Pierani P, Bertolini P, Rossi CR, De Salvo GL. Cutaneous melanoma in children and adolescents: the Italian rare tumors in pediatric age project experience. *J Pediatr.* 2014 Feb;164(2):376-82.e1-2. doi: 10.1016/j.jpeds.2013.10.012. Epub 2013 Nov 16. PMID: 24252782.

Neville HL, Andrassy RJ, Lally KP, Corpron C, Ross MI. Lymphatic mapping with sentinel node biopsy in pediatric patients. *J Pediatr Surg.* 2000 Jun;35(6):961-4. doi: 10.1053/jpsu.2000.6936. PMID: 10873044.



***O Papel Atual da Biópsia do Linfonodo Sentinela na Oncologia Cirúrgica Pediátrica: Foco em Melanoma e Sarcoma***

Sulino *et. al.*

Parida L, Morrisson GT, Shamma A, Hossain AK, McCarville MB, Gerstle JT, Charron M, Rao BN, Shulkin BL. Role of lymphoscintigraphy and sentinel lymph node biopsy in the management of pediatric melanoma and sarcoma. *Pediatr Surg Int.* 2012 Jun;28(6):571-8. doi: 10.1007/s00383-012-3066-x. Epub 2012 Apr 22. PMID: 22526545; PMCID: PMC3608674.