

## Teranóstico: O Novo Paradigma da Medicina de Precisão em Oncologia

### *Theranostics: The New Paradigm of Precision Medicine in Oncology*

Adelina Sanches de Melo<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>Serviço de Medicina Nuclear; Hospital Santa Izabel; Salvador, Bahia, Brasil

O teranóstico representa uma mudança estrutural no cuidado oncológico ao integrar diagnóstico molecular e terapia-alvo em uma única lógica clínica. Baseado no conceito de "veja o que você trata e trate o que você vê", a técnica utiliza radiofármacos compostos por um ligante específico e um radioisótopo, permitindo a identificação de alvos biológicos por imagem molecular (PET/CT) e a entrega seletiva de radiação às células tumorais<sup>1,2</sup>. Este artigo revisa os fundamentos do teranóstico, destacando as evidências clínicas consolidadas pelos estudos VISION (câncer de próstata) e NETTER (tumores neuroendócrinos), como parte das terapias mais comumente utilizadas neste momento, além de discutir as perspectivas futuras da área. A personalização da jornada do paciente, a redução de toxicidades e o monitoramento em tempo real consolidam o teranóstico como um pilar essencial da oncologia moderna.

**Palavras-chave:** Teranóstico; Medicina Nuclear; Imagem Molecular, Oncologia de Precisão; Radiofármacos; PSMA, DOTATATE, Lutécio.

Theranostics represents a structural shift in the oncological care model by integrating molecular diagnostics and targeted therapy into a single clinical logic. Based on the concept of "see what you treat and treat what you see," the technique uses radiopharmaceuticals composed of a specific ligand and a radioisotope, allowing the identification of biological targets through molecular imaging and the selective delivery of radiation to tumor cells<sup>1,2</sup>. This article reviews the foundations of theranostics, highlighting the clinical evidence consolidated by the VISION (prostate cancer) and NETTER (neuroendocrine tumors) trials, as well as discussing future perspectives. Personalization of the patient journey and real-time monitoring solidify theranostics as an essential pillar of modern oncology.

**Keywords:** Theranostics; Nuclear Medicine; Molecular Imaging, Precision Oncology; Radiopharmaceuticals; PSMA, DOTATATE, Luthetium.

Os sistemas de saúde globais enfrentam um aumento na carga de doenças oncológicas, impulsionado principalmente pelo envelhecimento populacional.<sup>1</sup> Nesse cenário, o teranóstico emerge não apenas como uma inovação tecnológica, mas como uma abordagem que coloca a qualidade da informação diagnóstica no centro da tomada de decisão clínica.<sup>2</sup> O termo resulta da fusão de "diagnóstico" e "terapia", descrevendo o uso de uma mesma via biológica para identificar e tratar o tumor.

**Correspondence addresses:**  
Dra. Adelina Sanches de Melo  
adelinasanches@gmail.com

**Received:** January 17, 2026

**Revised:** February 18, 2026

**Accepted:** March 12, 2026

**Published:** March 31, 2026

**Data Availability Statement:**  
All relevant data are within the paper and its Supporting Information files.

**Funding:** This work was the result of authors' initiative. There was no support of research or publication funds.

**Competing interests:** The authors have declared that no competing interests exist.

#### Copyright

© 2026 by Santa Casa de Misericórdia da Bahia. All rights reserved.  
e-ISSN: 2764-2089  
ISSN: 2526-5563

Este artigo visa fornecer um *overview* do teranóstico e discutir os principais ensaios clínicos que fundamentam seu uso atual e futuro.

## Mecanismo de Ação

Os agentes teranósticos são compostos por dois componentes principais: um ligante, desenhado para reconhecer estruturas específicas nas células cancerígenas, e um radioisótopo, que emite radiação diagnóstica ou terapêutica. O radioisótopo emite sinais capturados por PET ou SPECT (cintilografia tomográfica), permitindo visualizar a expressão do alvo. Uma vez injetado, o radioligante liga-se ao alvo e é internalizado pela célula tumoral, onde a radiação causa danos ao DNA, levando à morte celular e poupando tecidos saudáveis adjacentes.

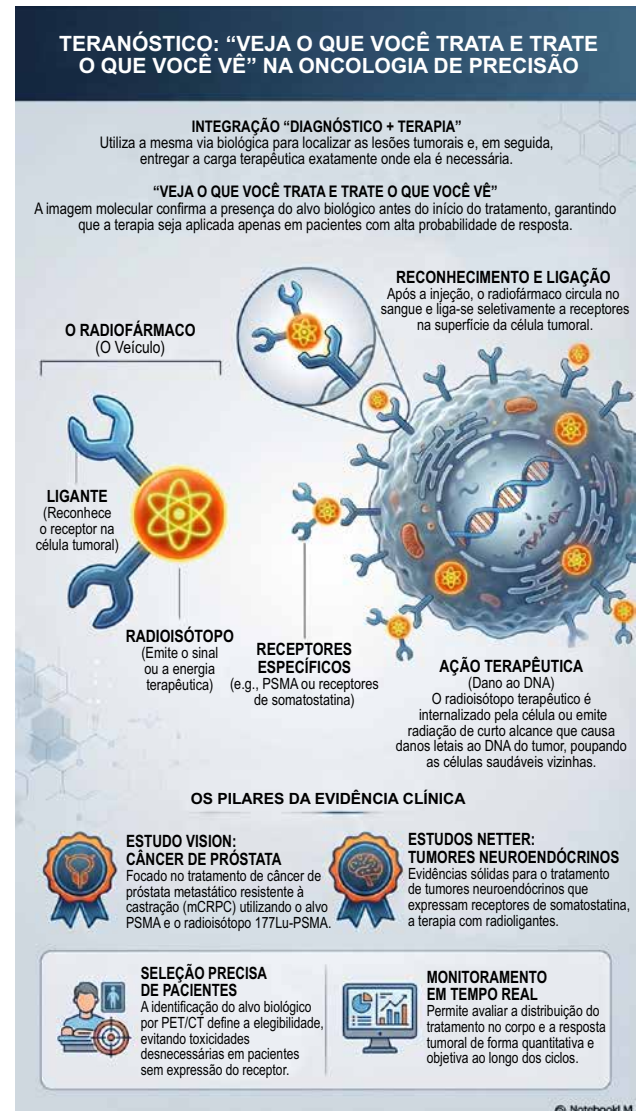
Na Figura 1, gerada por inteligência artificial, demonstramos um esquema visual do conceito "Ligante + Radioisótopo" ligando-se a um receptor na membrana da célula tumoral, com a diferenciação entre o caminho do diagnóstico (emissão de sinal para o scanner) e da terapia (dano ao DNA).

## Evidências Clínicas: Os Pilares do Teranóstico

### Câncer de Próstata e o VISION Trial

O câncer de próstata metastático resistente à castração (mCRPC) é um estágio agressivo da doença com prognóstico limitado. O teranóstico revolucionou este cenário através da identificação do Antígeno de Membrana Específico da Próstata (PSMA). O estudo VISION,<sup>3</sup> um marco na área, demonstrou o valor clínico do <sup>177</sup>Lu-PSMA-617 em pacientes com mCRPC que expressam PSMA. O VISION foi o ensaio clínico de fase III pivotal, publicado no *New England Journal of Medicine* em 2021, que estabeleceu o <sup>177</sup>Lu-PSMA-617 (vipivotide tetraxetan, Pluvicto®) como padrão de tratamento para o câncer de próstata metastático resistente à castração (mCRPC) PSMA-positivo, levando à aprovação

**Figura 1.** Demonstração esquemática do conceito teranóstico.



Fonte: Notebooklm.

pela FDA em março de 2022. Foi um ensaio internacional, randomizado, aberto, de fase III (NCT03511664), conduzido em 84 centros em 9 países (América do Norte e Europa). Foram incluídos 831 pacientes (de 1.179 rastreados) com mCRPC progressivo, PSMA-positivo por PET/CT com <sup>68</sup>Ga-PSMA-11 (captação acima do fígado, sem lesões PSMA-negativas dominantes), previamente tratados com  $\geq 1$  inibidor da via do receptor de andrógeno (ARPI) e 1–2 regimes de taxano.

### Randomização 2:1

Grupo experimental (n = 551):  $^{177}\text{Lu}$ -PSMA-617 7,4 GBq IV a cada 6 semanas (4 ciclos obrigatórios + 2 opcionais) + cuidado padrão permitido pelo protocolo.

Grupo controle (n = 280): cuidado padrão isolado. O cuidado padrão permitido incluía tratamentos hormonais aprovados, bisfosfonatos e radioterapia, mas excluía quimioterapia citotóxica, rádio-223, imunoterapia e drogas investigacionais.

### Desfechos Coprimários

Os desfechos coprimários foram sobrevida livre de progressão radiográfica (rPFS) e sobrevida global (SG). Com seguimento mediano de 20,9 meses, ambos os desfechos coprimários foram atingidos, com ganho de sobrevida global demonstrado no grupo Pluvicto® de 15,3 meses versus 11,3 meses no grupo controle ( $P < 0,001$ ).

### Tumores Neuroendócrinos e os Estudos NETTER

O uso de teranóstico em tumores neuroendócrinos (NETs) consolidou-se com os estudos da linha NETTER.<sup>4,5</sup>

#### NETTER-1

O NETTER-1 foi um ensaio clínico de fase III, aberto, randomizado, multicêntrico (41 centros em 8 países), que incluiu 229 pacientes com tumores neuroendócrinos de intestino médio (midgut) bem diferenciados, grau 1–2, com receptores de somatostatina positivos e progressão documentada durante terapia com análogo de somatostatina. Os pacientes foram randomizados (1:1) para receber  $^{177}\text{Lu}$ -DOTATATE 7,4 GBq a cada 8 semanas (4 ciclos) + octreotida LAR 30 mg, ou octreotida LAR 60 mg a cada 4 semanas. Como desfecho primário, a taxa estimada de sobrevida livre de progressão (SLP) em 20 meses foi de 65,2% no grupo  $^{177}\text{Lu}$ -DOTATATE versus 10,8% no

grupo controle (HR 0,18; IC 95% 0,11–0,29;  $p < 0,0001$ ). A taxa de resposta objetiva (TRO) foi de 18% versus 3% ( $p < 0,001$ ). A análise final de sobrevida global (SG), com seguimento mediano de 76,3 meses, a mediana de SG foi de 48,0 meses no grupo  $^{177}\text{Lu}$ -DOTATATE versus 36,3 meses no controle (HR 0,84; IC 95% 0,60–1,17;  $p = 0,30$ ) — diferença clinicamente relevante de 11,7 meses, porém sem significância estatística, provavelmente influenciada pelo *crossover* de 36% dos pacientes do grupo controle para PRRT.

#### NETTER-2

O NETTER-2 foi um ensaio clínico de fase III, aberto, randomizado, conduzido em 45 centros de 9 países, que incluiu 226 pacientes com GEP-NETs bem diferenciados, recém-diagnosticados, avançados, de grau 2 alto ( $\text{Ki-67} \geq 10\%$  e  $\leq 20\%$ ) ou grau 3 ( $\text{Ki-67} > 20\%$  e  $\leq 55\%$ ), com receptores de somatostatina positivos. Os pacientes foram randomizados (2:1) para  $^{177}\text{Lu}$ -DOTATATE (4 ciclos) + octreotida LAR 30 mg, ou octreotida LAR 60 mg a cada 4 semanas. Como desfecho primário, a mediana foi de 22,8 meses no grupo  $^{177}\text{Lu}$ -DOTATATE versus 8,5 meses no controle (HR 0,276; IC 95% 0,182–0,418;  $p < 0,0001$ ), representando uma redução de ~72% no risco de progressão ou morte. A taxa de resposta objetiva (TRO) foi de 43% versus 9,3%, com duração mediana de resposta de 23,3 meses — uma das maiores TROs reportadas na literatura para GEP-NETs. Em relação à segurança, eventos adversos de qualquer grau ocorreram em 93% ( $^{177}\text{Lu}$ -DOTATATE) versus 95% (controle), sendo a linfopenia grau 3/4 o evento hematológico mais comum (38,1% vs. 2,7%). Um caso de síndrome mielodisplásica foi observado. Não houve mortes relacionadas ao tratamento. O significado clínico do NETTER-2 foi de ser o primeiro ensaio randomizado a avaliar terapia com radioligante em primeira linha em qualquer tumor sólido metastático, estabelecendo o  $^{177}\text{Lu}$ -DOTATATE como novo padrão de tratamento para GEP-NETs de grau 2–3 com  $\text{Ki-67} \geq 10\%$ .

A Figura 2 apresenta imagens de um caso clínico realizado em nossa instituição de paciente com câncer de próstata resistente à castração, submetido a tratamento com Pluvicto® (177-Lutecio- PSMA617).

### Monitoramento e Sustentabilidade

O teranóstico permite o monitoramento da resposta terapêutica em tempo real através de avaliações objetivas e quantitativas da evolução da doença. Isso apoia decisões individualizadas, como ajustes de dose ou combinações terapêuticas. No Brasil, embora o acesso ainda seja desigual regionalmente, o amadurecimento do mercado e a expansão de serviços de medicina nuclear sinalizam um caminho para a sustentabilidade do cuidado oncológico.

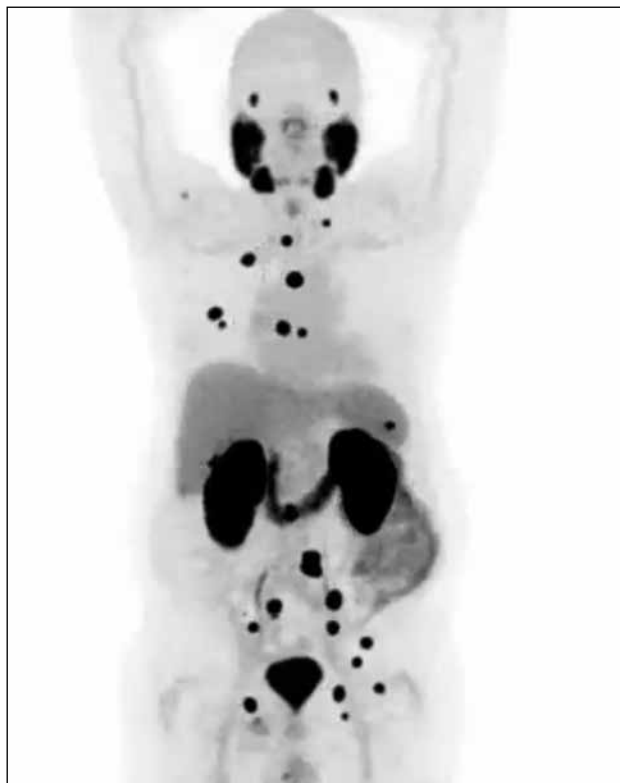
### Perspectivas Futuras

O futuro do teranóstico aponta para o desenvolvimento de novas moléculas com alvos específicos para diversas doenças, além da integração com a inteligência artificial, que pode otimizar fluxos e análises complexas, desde que baseada em imagens de alta precisão e reprodutibilidade. Os novos alvos biológicos estão sendo explorados para expandir a técnica para outros tipos de tumores, consolidando a visão de uma oncologia verdadeiramente personalizada e orientada por dados.

### Conclusão

O teranóstico representa uma das promessas mais concretas da medicina moderna, conectando

**Figura 2.** Imagens de PET/CT com 68-Ga-PSMA pré (esquerda) e após 6 ciclos (direita) de tratamento com Pluvicto®, em paciente com câncer de próstata resistente à castração.



As imagens pré tratamento demonstram múltiplos sítios de metástases ávidas a PSMA, com expressiva resposta/ redução de doença nas imagens pós tratamento. Houve queda dos níveis de PSA de 56 para 0,3 ng/dL ao final do tratamento.

precisão diagnóstica e eficácia terapêutica. Ao permitir "tratar o que se vê", a técnica não apenas melhora desfechos clínicos, mas também garante maior qualidade de vida aos pacientes durante a jornada assistencial.

## Agradecimentos

À equipe de Medicina Nuclear do Hospital Santa Izabel pelo apoio contínuo na implementação destas tecnologias.

## Referências

1. Sanches A. Precisão e personalização: o papel do teranóstico na oncologia. *Medicina S/A*. 2026.
2. Viana AF, Cannarozzo E. Theranostics explained: a personalized approach to cancer care. *J Nucl Med*. 2026;67(4):494-495. doi:10.2967/jnumed.125.270098.
3. Sartor O, de Bono J, Chi KN, Fizazi K, Herrmann K, Rahbar K, Tagawa ST, Nordquist LT, Vaishampayan N, El-Haddad G, Park CH, Beer TM, Armour A, Pérez-Gracia JL, Morris MJ, Krause BJ, Pienta KJ, Choyke PL, Morris MJ; VISION Trial Investigators. Lutetium-177-PSMA-617 for metastatic castration-resistant prostate cancer. *N Engl J Med*. 2021 Jun 23;385(12):1091-1103. doi:10.1056/NEJMoa2107322.
4. Strosberg J, El-Haddad G, Wolin E, Hendifar A, Yao J, Chasen B, Mittra E, Kunz PL, Kulke MH, Jacene H, Bushnell D, O'Dorisio TM, Baum RP, Kulkarni HR, Caplin M, Lebtahi R, Hobday TJ, Delpassand E, Van Cutsem E, Benson A, Srirajaskanthan R, Pavel M, Mora J, Berlin J, Ramirez RA, Kulke MH; NETTER-1 Trial Investigators. Phase 3 trial of 177Lu-Dotatate for midgut neuroendocrine tumors. *N Engl J Med*. 2017 Jan 12;376(2):125-135. doi:10.1056/NEJMoa1607427.
5. Singh S, Halperin D, Myrehaug S, Herrmann K, Pavel M, Kunz PL, Chasen B, Tafuto S, Lastoria S, Capdevila J, García-Burillo A, Oh DY, Yoo C, Halfdanarson TR, Falk S, Folitar I, Zhang Y, Aimone P, de Herder WW, Ferone D; NETTER-2 Trial Investigators. [177Lu] Lu-DOTA-TATE plus long-acting octreotide versus high-dose long-acting octreotide for the treatment of newly diagnosed, advanced grade 2-3, well-differentiated gastroenteropancreatic neuroendocrine tumours (NETTER-2): an open-label, randomised, phase 3 study. *Lancet*. 2024 Jun 29;403(10446):2807-2817. doi:10.1016/S0140-6736(24)00701-3.