

# BIÓPSIA LÍQUIDA NO DIAGNÓSTICO ONCOLÓGICO

LIQUID BIOPSY IN ONCOLOGICAL DIAGNOSIS

Ciências da Saúde • 24/06/2026

REGISTRO DOI: [10.70773/revistatopicos/782258648](https://doi.org/10.70773/revistatopicos/782258648)

Jailine de Lima Rocha

Rafaela de Lima Nava

Vanessa Martins Nogueira

Souliane Cristina Santos Oliveira

## RESUMO

**Introdução:** O diagnóstico oncológico representa um dos pilares fundamentais para o sucesso terapêutico e o prognóstico dos pacientes com câncer. Nas últimas décadas, o avanço das técnicas biomoleculares tem permitido o desenvolvimento de métodos cada vez mais precisos e sensíveis para a detecção precoce de neoplasias, reduzindo o impacto da doença e ampliando as chances de sobrevivência. Nesse contexto, a biópsia líquida desponta como uma ferramenta promissora, capaz de detectar biomarcadores tumorais em fluidos corporais como sangue, urina e saliva, oferecendo uma alternativa menos invasiva e mais abrangente que os métodos convencionais. **Objetivo:** Analisar a aplicabilidade da biópsia líquida como ferramenta diagnóstica e de monitoramento oncológico, destacando seus fundamentos moleculares, as principais técnicas laboratoriais envolvidas e sua relevância para a atuação biomédica. **Materiais e método:** O presente estudo trata-se de uma pesquisa de revisão bibliográfica de caráter qualitativo, realizada nas bases de dados SciELO, PubMed e Google Acadêmico, abrangendo o período de 2015 a 2025. Foram utilizados os descritores “biópsia líquida”, “diagnóstico oncológico”, “ctDNA”, “biomedicina” e “técnicas laboratoriais”, considerando artigos em português e inglês que abordassem os avanços tecnológicos, o papel do biomédico e as aplicações clínicas da biópsia líquida. **Revisão de Literatura:** A literatura consultada evidencia que a biópsia líquida se baseia na análise de biomarcadores como o DNA tumoral circulante (ctDNA), as células tumorais circulantes (CTCs), microRNAs e exossomos, utilizando metodologias laboratoriais de alta sensibilidade, como PCR digital em gotas (ddPCR), sequenciamento de nova geração (NGS), citometria de fluxo e espectrometria de massas. Essas técnicas têm possibilitado a detecção de mutações genéticas e epigenéticas em estágios precoces da doença, favorecendo

diagnósticos mais rápidos, decisões terapêuticas personalizadas e o acompanhamento da resposta ao tratamento. Embora seu uso ainda seja restrito a centros especializados e à rede privada, a biópsia líquida demonstra grande potencial para futura incorporação à rotina diagnóstica do Sistema Único de Saúde (SUS). **Conclusões:** Conclui-se que a biópsia líquida representa uma inovação significativa para o diagnóstico oncológico, por combinar precisão molecular, segurança e conforto ao paciente. Além de ampliar as possibilidades de rastreamento e monitoramento tumoral, essa tecnologia reafirma o papel da Biomedicina na integração entre ciência, tecnologia e cuidado humanizado, consolidando-se como uma das mais relevantes ferramentas da medicina de precisão.

**Palavras-chave:** biomedicina; biópsia líquida; diagnóstico oncológico; medicina de precisão; neoplasias.

## **ABSTRACT**

**Introduction:** Oncological diagnosis represents one of the fundamental pillars for therapeutic success and the prognosis of cancer patients. In recent decades, advances in biomolecular techniques have enabled the development of increasingly precise and sensitive methods for the early detection of neoplasms, reducing the impact of the disease and improving survival rates. In this context, liquid biopsy has emerged as a promising tool capable of detecting tumor biomarkers in biological fluids such as blood, urine, and saliva, offering a less invasive and more comprehensive alternative to conventional methods. **Objective:** To analyze the applicability of liquid biopsy as a diagnostic and monitoring tool in oncology, highlighting its molecular foundations, the main laboratory techniques involved, and its relevance to biomedical practice. **Materials and method:** This study is a qualitative literature review carried out in the SciELO, PubMed, and Google Scholar

databases, covering the period from 2015 to 2025. The descriptors “liquid biopsy,” “oncological diagnosis,” “ctDNA,” “biomedicine,” and “laboratory techniques” were used, including Portuguese and English articles addressing technological advances, the role of biomedical professionals, and the clinical applications of liquid biopsy. **Literature Review:** The reviewed literature shows that liquid biopsy is based on the analysis of biomarkers such as circulating tumor DNA (ctDNA), circulating tumor cells (CTCs), microRNAs, and exosomes, using highly sensitive laboratory methods such as droplet digital PCR (ddPCR), next-generation sequencing (NGS), flow cytometry, and mass spectrometry. These techniques have enabled the detection of genetic and epigenetic mutations at early stages of the disease, supporting faster diagnoses, personalized therapeutic decisions, and treatment follow-up. Although its use remains restricted to specialized centers and the private sector, liquid biopsy demonstrates great potential for future incorporation into Brazil’s public healthcare system (SUS). **Conclusions:** It is concluded that liquid biopsy represents a significant innovation in oncological diagnosis by combining molecular precision, safety, and patient comfort. In addition to expanding tumor screening and monitoring possibilities, this technology reinforces the role of Biomedicine in integrating science, technology, and humanized care, consolidating itself as one of the most relevant tools in precision medicine.

**Keywords:** biomedicine; liquid biopsy; neoplasms; oncological diagnosis; precision medicine.

## **INTRODUÇÃO**

O diagnóstico oncológico representa uma das etapas mais determinantes para o sucesso terapêutico e para o prognóstico dos pacientes acometidos por câncer. Segundo Pinheiro et al. (2022), o

avanço das técnicas biomoleculares tem proporcionado métodos mais sensíveis e específicos para a detecção precoce de neoplasias, o que contribui para o aumento das taxas de sobrevida e para a adoção de terapias cada vez mais personalizadas. Nesse contexto, a biópsia líquida surge como uma alternativa promissora, capaz de aliar precisão diagnóstica, mínima invasividade e potencial de monitoramento contínuo da resposta tumoral.

Conforme Oliveira e Vieira (2024), “a biópsia líquida surge como um campo de possibilidades de obtenção de diagnóstico, identificação de alvos terapêuticos e como ferramenta de monitorização de tratamentos, com benefícios de menores riscos que os métodos tradicionais de estudo patológico”. Essa abordagem é sustentada por técnicas laboratoriais de alta sensibilidade, como o PCR digital em gotas (ddPCR) e o sequenciamento de nova geração (NGS), que permitem analisar, de forma dinâmica, mutações e perfis genéticos tumorais a partir de pequenas amostras de fluidos biológicos.

O DNA tumoral circulante (ctDNA) é considerado um dos principais biomarcadores dessa metodologia, pois reflete com fidelidade as alterações genéticas presentes no tumor primário. De acordo com Abreu et al. (2024), “a utilização do ctDNA como ferramenta diagnóstica e prognóstica tem ampliado a compreensão sobre a biologia tumoral, fornecendo subsídios para decisões clínicas mais assertivas e personalizadas”. Essa evolução acompanha o avanço da medicina de precisão, cuja aplicação tem se expandido no cenário nacional, impulsionando uma nova era de integração entre biologia molecular, diagnóstico e tratamento (Temporão et al., 2022).

A relevância dessa temática para a Biomedicina está diretamente ligada à prática diagnóstica e ao fortalecimento das metodologias

moleculares voltadas à oncologia. Estudos recentes têm evidenciado o papel do biomédico na validação, execução e interpretação dos testes de biópsia líquida, reforçando a importância desse profissional na interface entre o laboratório e a clínica (Neto, 2025). Assim, compreender os princípios, técnicas e aplicações da biópsia líquida é essencial para consolidar a atuação biomédica em um cenário cada vez mais orientado pela precisão diagnóstica e pela humanização do cuidado.

Diante desse panorama, este estudo tem como objetivo analisar a aplicabilidade da biópsia líquida como ferramenta diagnóstica no contexto oncológico, com ênfase em seus fundamentos moleculares, nas principais técnicas laboratoriais utilizadas e nas contribuições dessa metodologia para a medicina de precisão. Busca-se compreender como os avanços tecnológicos têm potencializado a detecção de biomarcadores tumorais circulantes, avaliar as vantagens e limitações da biópsia líquida em comparação aos métodos convencionais e discutir a importância dessa abordagem para o fortalecimento da atuação biomédica no diagnóstico e no acompanhamento do câncer.

## **MATERIAIS E MÉTODO**

Trata-se de uma pesquisa bibliográfica de natureza qualitativa, com elementos quantitativos, desenvolvida a partir da análise de publicações científicas que abordam o uso da biópsia líquida como ferramenta diagnóstica no contexto oncológico. A metodologia foi delineada para reunir, comparar e discutir as evidências disponíveis na literatura nacional e internacional sobre a aplicabilidade clínica, as técnicas laboratoriais e o potencial dessa abordagem no campo da Biomedicina.

A coleta de informações foi realizada entre agosto e novembro de 2025, por meio das bases de dados SciELO, PubMed e Google Acadêmico, utilizando os descritores combinados: “biópsia líquida”, “diagnóstico oncológico”, “DNA tumoral circulante” e “biomedicina molecular”. Foram incluídos artigos publicados entre 2015 e 2025, disponíveis na íntegra, redigidos em português ou inglês, que tratassem do uso da biópsia líquida no diagnóstico e monitoramento do câncer. Excluíram-se estudos duplicados, incompletos ou sem relação direta com o tema proposto.

A análise foi fundamentada no método de pesquisa bibliográfica, que, segundo Gil (2019, p. 27), “é desenvolvida a partir de material já elaborado, constituído principalmente de livros e artigos científicos”, permitindo o aprofundamento e a atualização crítica do conhecimento. Durante o processo, foram extraídas informações qualitativas sobre os métodos laboratoriais empregados, tipos de biomarcadores analisados e resultados clínicos relatados, além de dados quantitativos secundários, como taxas de sensibilidade e especificidade da biópsia líquida em comparação com técnicas tradicionais.

Essa abordagem permitiu uma análise crítica e comparativa dos achados científicos, integrando aspectos técnicos e clínicos. Como ressalta Minayo (2012, p. 21), “a pesquisa qualitativa trabalha com o universo dos significados, dos motivos, das aspirações, das crenças e dos valores”, sendo adequada para compreender o impacto e as perspectivas da biópsia líquida como inovação biomédica.

Dessa forma, a metodologia adotada buscou não apenas sintetizar os principais avanços técnicos, mas também discutir suas implicações clínicas, laboratoriais e éticas, possibilitando a

construção de uma visão abrangente sobre o papel da biópsia líquida no diagnóstico oncológico contemporâneo.

## REVISÃO DE LITERATURA

### Diagnóstico oncológico: panorama e métodos atuais

Conforme Vieira e Souza (2021), os métodos diagnósticos do câncer no Brasil apresentam evolução relevante, porém ainda convivem com disparidades regionais e dificuldade de acesso, sobretudo nos exames de imagem e no rastreamento precoce.

Segundo Temporão et al. (2022), a incorporação de biotecnologias ao diagnóstico oncológico como o sequenciamento genético, a digitalização de imagens e os biomarcadores circulantes está mudando o perfil dos métodos utilizados, com impactos tanto técnicos quanto na organização dos serviços de saúde.

De acordo com Araújo et al. (2025), o cenário do diagnóstico oncológico no Brasil enfrenta desafios estruturais como espera prolongada, desigualdades regionais e variabilidade no acesso aos métodos de imagem e laboratoriais, o que impacta diretamente na adoção de técnicas avançadas e emergentes nas unidades do Sistema Único de Saúde (SUS).

**Tabela 1** - Métodos atuais utilizados no diagnóstico oncológico no Brasil

<b>Método diagnóstico</b>	<b>Descrição resumida</b>	<b>Aplicação principal</b>	<b>Situação no SUS</b>
<b>Biópsia tecidual</b>	Retirada de fragmento do	Diagnóstico confirmatório	Amplamente disponível nas

	tumor para análise histopatológica.	de neoplasias sólidas.	redes públicas e hospitais oncológicos.
<b>Exames de imagem</b>	Incluem mamografia, tomografia, ressonância magnética e PET-CT.	Detecção e estadiamento de tumores.	Disponíveis em unidades de média e alta complexidade do SUS.
<b>Citologia e imuno-histoquímica</b>	Análise celular e identificação de marcadores tumorais.	Auxilia na classificação do tipo de câncer.	Rotina nos laboratórios públicos de referência.
<b>Biópsia líquida (ctDNA)</b>	Detecta DNA tumoral circulante no sangue.	Diagnóstico precoce e monitoramento de resposta terapêutica.	Em expansão; disponível em alguns centros de pesquisa e hospitais de referência.
<b>Sequenciamento genético (NGS)</b>	Identifica mutações específicas para terapias alvo.	Oncologia de precisão.	Uso limitado; presente em centros universitários e projetos piloto do SUS.
<b>Marcadores tumorais séricos</b>	Dosagem de substâncias produzidas por células tumorais (ex.: CEA, CA-125).	Acompanhamento de tratamento e recidiva.	Amplo uso laboratorial na rede pública.

**Fonte:** Adaptado. Ministério da Saúde – Instituto Nacional de Câncer (INCA), Painel-Oncologia/DATASUS,2024.

Segundo Temporão et al. (2022), o avanço do conhecimento sobre biomarcadores e biologia tumoral tem possibilitado o

desenvolvimento de novas abordagens para o diagnóstico e o acompanhamento do câncer. Entre as tecnologias emergentes que vêm transformando o panorama diagnóstico, encontram-se a biópsia líquida, a imagem molecular e o monitoramento genético, que ampliam as possibilidades de detecção precoce e avaliação da resposta terapêutica.

Tais métodos permitem uma visão mais abrangente da heterogeneidade tumoral, superando limitações da biópsia tradicional e contribuindo para o delineamento de estratégias terapêuticas mais personalizadas.

Segundo Neto (2025) no contexto da Biomedicina, compreender os avanços e desafios relacionados aos métodos diagnósticos oncológicos é essencial para aprimorar a atuação profissional e fortalecer o papel do biomédico nas práticas laboratoriais e na pesquisa translacional.

Em 2022, foram realizadas 4 239 253 mamografias em mulheres no Instituto Nacional de Câncer (INCA)/SUS, sendo 382 658 com finalidade diagnóstica e 3 856 595 de rastreamento (Instituto Nacional de Câncer 2022).

**Tabela 2** - Indicadores do diagnóstico oncológico no Brasil (SUS)

<b>Indicador</b>	<b>Valor / Situação</b>
Proporção de pacientes diagnosticados em estágio avançado ou metastático	≈ 60 % das pessoas com câncer atendidas pelo SUS começam tratamento em estadiamento avançado.
Tempo médio até confirmação do diagnóstico	Em média cerca de 50 dias até confirmação em casos SUS.

Tempo médio até início do tratamento	Em média cerca de 75 dias para início do tratamento oncológico no SUS.
Meta legal para início do tratamento	Até 60 dias após diagnóstico, conforme Lei 12.732/2012.
Tecnologias novas incorporadas ao SUS para oncologia (2023-24)	Foram incorporadas 16 novas tecnologias específicas para câncer entre 2023-24.

**Fonte:** Adaptado Ministério da Saúde / Instituto Nacional de Câncer (Painel-Oncologia, relatórios oficiais)

São esperados 704 mil casos novos de câncer por ano entre 2023 e 2025 no Brasil, segundo a publicação Instituto Nacional de Câncer (INCA) o que evidencia a magnitude da demanda pelos métodos diagnósticos oncológicos no país (Instituto Nacional de Câncer 2023).

### **Biópsia líquida: conceito e fundamentos moleculares**

Segundo Oliveira, (2024), o conceito de biópsia líquida abrange não apenas a detecção de DNA tumoral circulante, mas também o uso de vesículas extracelulares e RNAs circulantes como marcadores, refletindo uma abordagem mais ampla e dinâmica na oncologia de precisão.

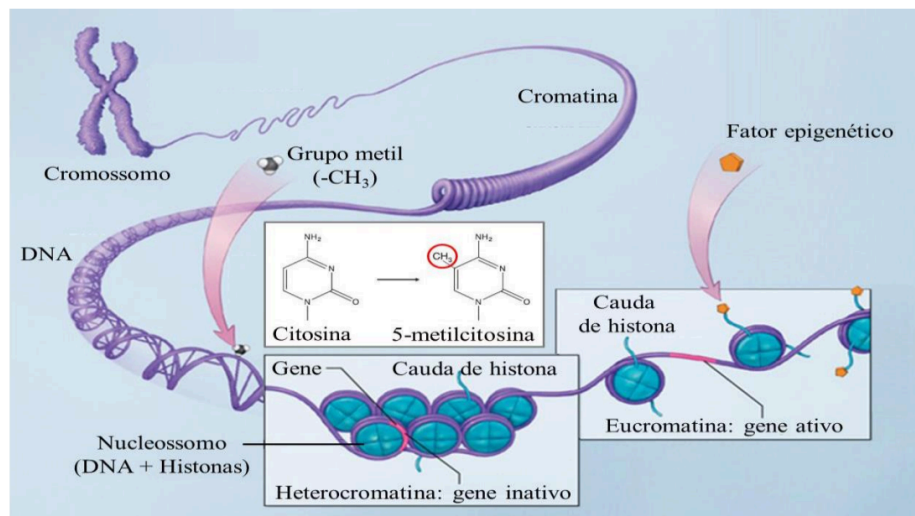
De acordo com Pinheiro et al. (2022), a biópsia líquida consiste na análise de biomarcadores tumorais presentes em fluidos biológicos, como sangue, saliva e urina, sendo aplicada tanto para o diagnóstico quanto para o estadiamento e o acompanhamento terapêutico de pacientes oncológicos. Essa metodologia fundamenta-se na detecção de células tumorais circulantes (CTCs), fragmentos de DNA livre de células (cfDNA) e exossomos, configurando-se como uma

alternativa menos invasiva e mais precisa em comparação à biópsia tecidual convencional.

De Pinheiro et al., (2022), a biópsia líquida permite detectar biomarcadores tumorais em fluidos corporais como sangue, saliva, urina e líquido cefalorraquidiano, oferecendo uma alternativa menos invasiva aos métodos tradicionais de biópsia tecidual.

Conforme Losque et al. (2021), a biópsia líquida representa uma nova geração de biomarcadores que, além de não invasivos, fornecem informações valiosas sobre o comportamento tumoral e o monitoramento da progressão da doença. Essa técnica integra princípios da genômica, transcriptômica e proteômica, permitindo compreender eventos moleculares complexos, como instabilidade cromossômica e mutações genéticas associadas à carcinogênese.

### Figura 1 - Metilação e Câncer



**Fonte:** Pinheiro et al - A importância da biópsia líquida no diagnóstico oncológico. 2022.

De acordo com Arechederra (2020), o processo de biópsia líquida inicia-se com a identificação de analitos presentes no sangue periférico, como DNA e RNA circulantes, proteínas e vesículas

extracelulares. Esses componentes refletem a heterogeneidade tumoral e podem ser utilizados na detecção de mutações somáticas, fusões gênicas, marcas de metilação e microRNAs específicos, reforçando o potencial dessa técnica na medicina de precisão.

Fernandes (2022) afirma que a biópsia líquida é uma técnica inovadora que permite detectar o DNA tumoral circulante (ctDNA) integrado ao DNA livre de células (cfDNA), possibilitando a análise molecular a partir de amostras de sangue periférico. Essa abordagem reflete o perfil genético do tumor de forma não invasiva, sendo uma ferramenta promissora na prática oncológica. A autora explica que a utilização do ctDNA por meio de tecnologias como a PCR digital (ddPCR) possibilita identificar mutações somáticas em genes como KRAS, TP53 e EGFR, sem necessidade de procedimentos invasivos.

Montoya et al. (2024) complementam que o DNA tumoral circulante consiste em fragmentos de DNA de fita dupla liberados pelos tumores, abrangendo o espectro completo das aberrações do genoma tumoral.

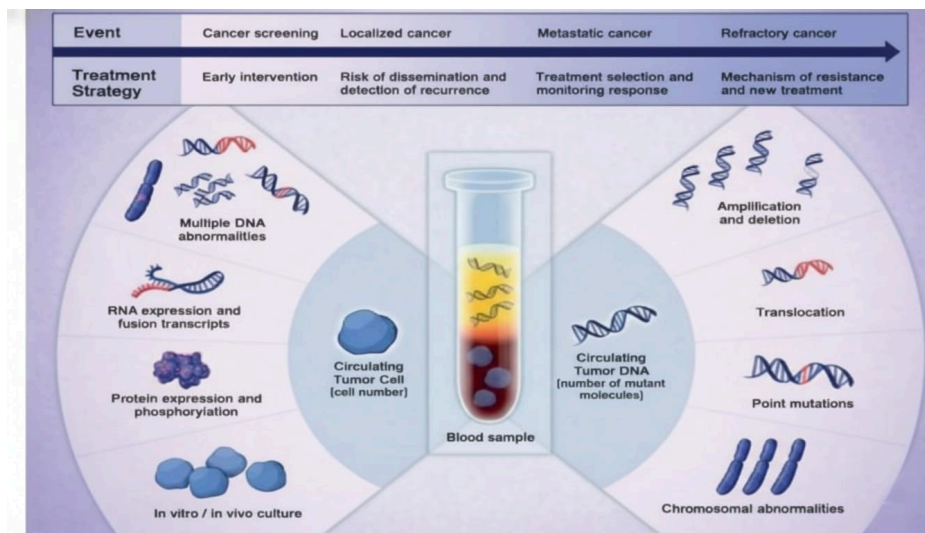
As Células Tumorais Circulantes (CTCs) também são biomarcadores fundamentais para compreender a progressão da doença. Segundo Pinheiro et al. (2022), as CTCs são células carcinogênicas íntegras que se desprendem do tumor primário e passam a circular pela corrente sanguínea. Sua importância está diretamente relacionada ao processo metastático, pois “as células tumorais circulantes (CTCs) são células que se desprendem de tumores sólidos e se espalham pelo sistema circulatório para locais distantes, dando origem às metástases” (Silva, 2020).

Além do DNA e das células íntegras, vesículas extracelulares e ácidos nucleicos menores também são analisados. “Os exossomos são vesículas extracelulares de 30–150 nm de tamanho que são liberadas tanto por células neoplásicas quanto por células normais” (Losque et al., 2021).

Essas vesículas transportam moléculas genéticas, como os microRNAs (miRNAs), que “são pequenas moléculas de RNA não codificantes, de aproximadamente 22 nucleotídeos, capazes de modular a atividade de RNA mensageiros (mRNA) específicos, participando da regulação de diversos processos celulares” (Montoya et al., 2024).

Fernandes (2022) ainda destaca que a aplicabilidade da biópsia líquida demonstra grande potencial para o monitoramento dinâmico da doença e o acompanhamento terapêutico em tempo real, representando um avanço na Biomedicina molecular.

**Figura 2** - Acompanhamento da evolução do câncer por meio da biópsia líquida



**Fonte:** Pinheiro et al - A importância da biópsia líquida no diagnóstico oncológico. 2022.

Conforme Miguez (2018), a biópsia líquida baseia-se na caracterização de alterações genéticas específicas do tumor, cuja detecção em fluidos corporais como sangue e urina permite o monitoramento da resposta à terapia e a identificação precoce de recidivas. A autora ressalta que o uso combinado de urina e plasma na detecção do DNA tumoral livre (ftDNA) amplia a sensibilidade diagnóstica e reduz a necessidade de procedimentos invasivos. Além disso, o emprego de técnicas como o sequenciamento de nova geração (NGS) e a PCR digital (ddPCR) tem impulsionado o desenvolvimento da medicina personalizada, favorecendo a detecção de mutações com alta precisão e permitindo o rastreamento molecular não invasivo de pacientes oncológicos.

Lacerda e Gomes (2025) destacam que, entre os métodos não invasivos, a biópsia líquida se sobressai por possibilitar a detecção de biomarcadores genéticos e epigenéticos circulantes, contribuindo para o diagnóstico precoce e para o monitoramento terapêutico. As autoras enfatizam que a análise de cfDNA e microRNAs circulantes amplia o potencial da medicina personalizada, permitindo identificar alterações moleculares com rapidez e precisão.

Bernardes et al. (2025) reforçam que a principal vantagem da biópsia líquida está na sua especificidade e sensibilidade, permitindo o acompanhamento contínuo da evolução tumoral e a avaliação da resposta aos tratamentos oncológicos em tempo real. Essa metodologia reflete o perfil genético do tumor de forma dinâmica e global, proporcionando uma visão mais precisa do comportamento biológico da doença e favorecendo condutas terapêuticas personalizadas.

Segundo Temporão et al. (2022), o avanço do conhecimento sobre biologia tumoral e biomarcadores tem fortalecido a adoção da biópsia líquida como ferramenta essencial da medicina de precisão. Os autores observam que o uso de tecnologias moleculares como a biópsia líquida e o monitoramento genético aprimora o manejo clínico e o acesso ao diagnóstico, favorecendo o desenvolvimento de terapias direcionadas e a personalização do tratamento oncológico no Brasil.

A biópsia líquida representa um marco na Biomedicina moderna ao aliar inovação tecnológica, precisão molecular e humanização no cuidado ao paciente. Sua aplicação tem ampliado as possibilidades da medicina personalizada, oferecendo maior conforto, agilidade e segurança no acompanhamento clínico e promovendo avanços significativos no diagnóstico e tratamento oncológico.

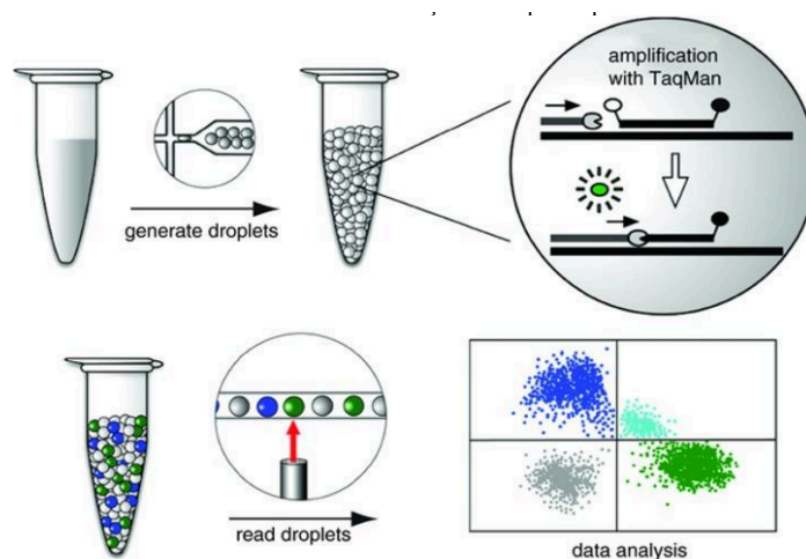
### **Técnicas laboratoriais aplicadas à biópsia líquida**

A evolução das técnicas laboratoriais para a biópsia líquida tem sido fundamental para consolidar essa metodologia como alternativa viável no diagnóstico e no monitoramento oncológico. De acordo com Abreu et al. (2024), a crescente utilização do DNA tumoral circulante (ctDNA) vem demonstrando sua aplicabilidade clínica em tumores sólidos, sobretudo em cenários em que a amostra tecidual é insuficiente ou de difícil acesso. Tecnologias de alta sensibilidade, como a reação em cadeia da polimerase digital em gotas (ddPCR) e o sequenciamento de nova geração (NGS), permitem a detecção de mutações em frações mínimas do material tumoral, ampliando a precisão das análises moleculares.

De acordo com Silva (2020), as técnicas laboratoriais aplicadas à biópsia líquida englobam métodos de isolamento e enriquecimento celular, como centrifugação em gradiente de densidade e imunomagnetismo, além de ferramentas moleculares como o PCR digital em gotas (ddPCR) e o sequenciamento de nova geração (NGS), que permitem alta sensibilidade na detecção de mutações tumorais. A técnica de sequenciamento de nova geração (NGS) é usada para diagnósticos de materiais já determinados e também de novos biomarcadores, sendo capaz de analisar vários genes em uma única amostra (Pinheiro et al., 2022).

Segundo Nôvo (2024), a extração de DNA tumoral no líquido cefalorraquidiano requer técnicas de alta precisão, como o uso de PCR convencional e sequenciamento genético, que permitem a identificação de mutações associadas a gliomas de alto grau.

**Figura 3** - Droplet digital PCR - ddPCR. Técnica que apresenta melhor sensibilidade e permite a detecção de eventos raros e realização de biópsia líquida.



Fonte: <https://www.bio-rad.com/pt-br/category/digital-pcr>

As principais técnicas que demonstram total sensibilidade, a serem utilizadas para o diagnóstico de mutações genéticas e epigenéticas,

são: PCR convencional, PCR quantitativo (PCRq), PCR digital (ddPCR), RT-PCR e NGS (Next Generation Sequencing) (Pinheiro et al., 2022).

A reação em cadeia da polimerase (PCR) em tempo real consiste na duplicação do DNA em média de 30 a 40 ciclos, utilizando moléculas-alvo e marcadores fluorescentes para detectar o biomarcador desejado (Pinheiro et al., 2022).

O ddPCR apresenta melhor sensibilidade e permite a detecção de eventos raros e a realização de biópsia líquida. A técnica de sequenciamento de nova geração (NGS) é usada para diagnósticos de materiais já determinados e também de novos biomarcadores, sendo capaz de analisar vários genes em uma única amostra (Pinheiro et al., 2022).

De acordo com Pinheiro et al. (2022), as principais técnicas laboratoriais utilizadas na biópsia líquida incluem a reação em cadeia da polimerase em tempo real (PCR), o PCR quantitativo e suas variações digitais (ddPCR), além do sequenciamento de nova geração (NGS), que permitem a identificação de mutações genéticas e epigenéticas com alta sensibilidade. Essas metodologias possibilitam a análise simultânea de múltiplos genes a partir de pequenas amostras de fluidos biológicos, ampliando o potencial diagnóstico e prognóstico dessa ferramenta.

De acordo com Fernandes (2022), a biópsia líquida se apoia em técnicas laboratoriais de alta sensibilidade, como o sequenciamento de Sanger e o PCR digital (ddPCR), que permitem detectar e quantificar mutações somáticas específicas no DNA tumoral circulante. Essas metodologias tornam possível o monitoramento do

câncer de forma minimamente invasiva, representando um avanço importante para a prática clínica oncológica.

Conforme Losque et al. (2021), a biópsia líquida emprega ferramentas laboratoriais que integram genômica, transcriptômica e proteômica, possibilitando compreender a instabilidade cromossômica e identificar biomarcadores tumorais, como ctDNA, miRNAs e exossomos, por meio de técnicas como PCR, sequenciamento genético e ultracentrifugação.

Segundo Sousa e Avelino (2025), técnicas proteômicas como a espectrometria de massas (MS), a cromatografia líquida acoplada (LC-MS/MS) e o ensaio de extensão de proximidade (PEA) vêm sendo aplicadas à biópsia líquida para detecção e quantificação de biomarcadores tumorais em fluidos corporais. Essas abordagens têm demonstrado elevado potencial para diagnóstico precoce e personalização terapêutica.

Segundo Henriques (2024), a citometria de fluxo é uma técnica promissora no contexto da biópsia líquida, pois permite isolar e analisar Células Tumorais Circulantes (CTCs) utilizando marcadores moleculares como EpCAM e aptâmeros específicos. Essa metodologia possibilita avaliar características genéticas, como ploidias e alterações cromossômicas, contribuindo para o diagnóstico e prognóstico oncológico.

Dessa forma, a aplicação dessas técnicas laboratoriais reforça o papel da biópsia líquida como uma ferramenta integrada de análise molecular, permitindo uma compreensão mais ampla da heterogeneidade tumoral e de suas implicações clínicas. Essa integração entre tecnologia, biologia molecular e diagnóstico clínico

sustenta os avanços observados na prática biomédica e cria novas perspectivas para o monitoramento e a personalização do tratamento oncológico.

## **CONCLUSÕES**

A biópsia líquida representa um marco na evolução do diagnóstico oncológico, reunindo avanços científicos e tecnológicos que refletem uma nova forma de compreender o câncer e de cuidar das pessoas que convivem com a doença. Ao longo deste trabalho, foi possível constatar que essa metodologia, por meio da análise de biomarcadores circulantes em fluidos corporais, oferece uma alternativa menos invasiva e mais precisa aos métodos convencionais, permitindo uma abordagem diagnóstica que alia eficiência, conforto e sensibilidade.

O estudo evidenciou que a biópsia líquida se fundamenta em técnicas laboratoriais robustas como o PCR digital em gotas (ddPCR), o sequenciamento de nova geração (NGS) e a citometria de fluxo que possibilitam identificar alterações genéticas e epigenéticas com alto grau de confiabilidade. Esses métodos, além de ampliarem a capacidade de detecção de mutações em amostras mínimas, contribuem para o monitoramento contínuo do tratamento e a personalização terapêutica, aproximando a Biomedicina dos princípios da medicina de precisão.

Do ponto de vista biomédico, a biópsia líquida reafirma o papel essencial do profissional de laboratório na promoção da saúde e na integração entre ciência e prática clínica. O biomédico, ao atuar nesse contexto, assume não apenas a função técnica de execução, mas também a responsabilidade ética e científica de interpretar

resultados que podem redefinir condutas médicas e melhorar o prognóstico de pacientes oncológicos.

No entanto, é importante destacar que, no contexto brasileiro, o Sistema Único de Saúde (SUS) ainda não oferece a biópsia líquida de forma rotineira, uma vez que a tecnologia permanece em fase de consolidação e seu uso é restrito, estando disponível principalmente na rede privada. Atualmente, o SUS assegura o acesso à biópsia tecidual tradicional para pacientes com suspeita de câncer, com prazo máximo de até trinta dias para realização do exame. Essa realidade reforça a necessidade de ampliar investimentos públicos, infraestrutura e capacitação profissional, de modo que os avanços científicos possam, futuramente, ser incorporados de forma equitativa e acessível à população.

Conclui-se, assim, que a biópsia líquida não é apenas uma inovação técnica, mas um símbolo de transformação na forma de diagnosticar e acompanhar o câncer. Sua aplicabilidade clínica, sustentada por fundamentos moleculares e laboratoriais sólidos, reforça o compromisso da Biomedicina com a construção de um cuidado mais sensível, individualizado e alinhado aos valores humanos que devem nortear a ciência e a prática da saúde.

## **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

ABREU, G. S. M. de; BRITO, M. A.; RAMOS, A. P. S. **Utilização de DNA tumoral circulante na análise de prognóstico de pacientes com tumores malignos sólidos do trato gastrointestinal: revisão sistemática.** Revista Brasileira de Cancerologia, v. 70, n. 4, e-194873, 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.32635/2176-9745.RBC.2024v70n4.4873>.

ALVES, G.; DELMONICO, L. **O presente e o futuro dos marcadores circulantes de câncer.** Revista HUPE, Rio de Janeiro, 14 (Supl. 1), p. 66-72, 2015. Disponível em: <https://www.e-publicacoes.uerj.br/revistahupe/article/download/17929/13461/60238>.

ARAÚJO, G. D. et al. **Do diagnóstico até o início do tratamento oncológico: tempo de espera dos pacientes e fatores associados nos Estados do Sul do Brasil.** Revista Brasileira de Cancerologia, v. 71, n. 3, e-245200, 2025. Disponível em: <https://doi.org/10.32635/2176-9745.RBC.2025v71n3.5200>.

ARECHEDERRA, M. **Liquid biopsy: molecular foundations and clinical applications.** Oncology Reports, v. 43, n. 2, p. 1–10, 2020.

BERNARDES, A. C. T. et al. **Análise das vantagens e limitações da biópsia líquida: uma revisão da literatura.** Brazilian Journal of Health Review, v. 8, n. 1, p. 1–14, jan./fev. 2025. Disponível em: <https://doi.org/10.34119/bjhrv8n1-123>.

BORGES, R. T. et al. **Qual é o nível de concordância entre biópsia líquida e biópsia tecidual como fonte de material biológico para a detecção de mutações no gene EGFR em pacientes com câncer de pulmão?** Revista de Medicina e Saúde de Brasília, Brasília, v. 8, n. 3, p. 349-358, 2019.

FERNANDES, B. G. **Avaliação de alterações moleculares em pacientes com câncer colorretal e aplicabilidade na técnica de biópsia líquida.** 2022. Dissertação (Mestrado em Medicina Molecular) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2022. Disponível em: <https://repositorio.ufmg.br/handle/1843/48127>.

FREITAS, I. L. de. **Avanços em marcadores tumorais no câncer de mama: CTCs e ctDNA como alternativas promissoras.** Brazilian Journal of Innovation in Health Sciences, v. 6, n. 5, p. 2278-2295, 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.36557/2674-8169.2024v6n5p2278-2295>.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social.** 7. ed. São Paulo: Atlas, 2019. Disponível em: <https://www.atlassolucoes.com.br/produto/metodos-e-tecnicas-de-pesquisa-social-7-edicao>.

HENRIQUES, L. M. **Identificação por biópsia líquida de ploidias no DNA de células tumorais circulantes de pacientes com câncer de próstata.** 2024. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Biomedicina) – Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2024.

LACERDA, H. D.; GOMES, A. B. B. **Biomarcadores para diagnóstico precoce de câncer de mama.** Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Biomedicina) – Pontifícia Universidade Católica de Goiás, Goiânia, 2025.

LOSQUE, T. C.; SÁ, L. F. R.; BARRETO, J. G. **Biópsia líquida: novas metodologias de diagnóstico, tratamento e acompanhamento da progressão tumoral.** Revista Transformar, Itaperuna, v. 15, n. 2, p. 264–270, 2021. Disponível em: <https://www.fsj.edu.br/transformar/index.php/transformar/article/view/647>.

MACHADO, R. A. B. **Avanços recentes no diagnóstico e tratamento do câncer de pulmão: uma revisão das tecnologias, abordagens clínicas e intervenções cirúrgicas.** Brazilian Journal of Health

Review, v. 11, n. 20, e72515, 2024.

Disponível

em:

<https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BJHR/article/view/72515>.

MIGUEZ, A. C. K. **Uso de urina como biópsia líquida para detecção de DNA tumoral livre em paciente com tumor de Wilms.** Dissertação (Mestrado em Ciências – Oncologia) – Fundação Antônio Prudente, São Paulo, 2018.

MINAYO, M. C. de S. **O desafio do conhecimento: pesquisa qualitativa em saúde.** 14. ed. São Paulo: Hucitec, 2012. Disponível em:

[https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/5813648/mod\\_resource/content/2/Minayo%20-%20O%20desafio%20do%20conhecimento.pdf](https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/5813648/mod_resource/content/2/Minayo%20-%20O%20desafio%20do%20conhecimento.pdf).

MONTOYA, M. M. M. et al. **Biópsia líquida: avanços no diagnóstico do câncer de mama.** Brazilian Journal of Implantology and Health Sciences, v. 6, n. 4, p. 280–290, 2024.

NETO, R. G. E. **Biópsia líquida no diagnóstico oncológico.** Trabalho de Conclusão de Curso (Biomedicina) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2025. Disponível em: [https://acervodigital.ufpr.br/xmlui/bitstream/handle/1884/95492/R\\_G\\_ELIAS\\_NUNES\\_MONTEIRO\\_NETO.pdf](https://acervodigital.ufpr.br/xmlui/bitstream/handle/1884/95492/R_G_ELIAS_NUNES_MONTEIRO_NETO.pdf).

NÔVO, P. C. **Realização de biópsia líquida para extração de DNA tumoral no líquido cefalorraquidiano (LCR) em pacientes com tumor cerebral.** 2024. Dissertação (Mestrado em Imunologia) – Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2024.

OLIVEIRA, D. de; VIEIRA, T. **Biópsia Líquida: atualização de tema.** Revista Científica Hospital Santa Izabel, v. 8, n. 1, p. 19–24, 2024. Disponível em: <https://revistacientifica.hospitalsantaizabel.org.br/index.php/RCHSI/article/view/510>.

PINHEIRO, P. A.; MENDONÇA, E. G.; ROSA, E. C. C. C. **A importância da biópsia líquida no diagnóstico oncológico.** Brazilian Journal of Development, Curitiba, v. 8, n. 7, p. 52988–53003, jul. 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.34117/bjdv8n7-288>.

SILVA, F. H. F. **Biópsia líquida como ferramenta de diagnóstico do câncer: uma revisão da literatura.** 2020. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Biomedicina) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2020.

SOUSA, M. L. C.; AVELINO, B. S. S. **Análise do proteoma de fluidos corporais para detecção de câncer através da biópsia líquida.** Revista Foco, v. 18, n. 6, p. 1–19, 2025. Disponível em: <https://revistafocoadmin.com/index.php/foco/article/view/1854>.

TEMPORÃO, J. G. et al. **Desafios atuais e futuros do uso da medicina de precisão no acesso ao diagnóstico e tratamento de câncer no Brasil.** Cadernos de Saúde Pública, v. 38, n. 10, e00006122, 2022. Disponível em: <https://www.scielosp.org/article/csp/2022.v38n10/e00006122/>.

VIEIRA, E. de S.; SOUZA, M. E. de. **Panorama brasileiro do diagnóstico e do tratamento do câncer de mama.** Research, Society and Development, v. 11, n. 15, e140111536308, 2021. Disponível em: <https://rsdjournal.org/rsd/article/download/36308/30861/407540>.

