DESEMPENHO DIAGNÓSTICO DA PCR EM TEMPO REAL EM COMPARAÇÃO AOS MÉTODOS CONVENCIONAIS EM INFECÇÕES MICROBIANAS: uma revisão integrativa da literatura

DIAGNOSTIC PERFOMANCE OF REAL-TIME PCR COMPARED TO CONVENTIONAL METHODS IN MICROBIAL INFECTIONS: an integrative literature review

Anne Grazielly Furtado da Silva[1], *Andressa Késsia da Mota Leite*[2], *Luiz Filipe da Silva Santos*[3] *Luan Felipo Botelho Souza*[4]

[1]Acadêmica do curso de Graduação em Biomedicina pelo Centro Universitário Aparício Carvalho - FIMCA, annegrazielly10@gmail.com, http://lattes.cnpq.br/6160740856290639. [2]Acadêmica do curso de Graduação em Biomedicina pelo Centro Universitário Aparício carvalho – FIMCA, andressakessia41@gmail.com, http://lattes.cnpq.br/9514813364565686. [3]Acadêmico do curso de Graduação em biomedicina pelo Centro Universitário Aparício Carvalho - FIMCA, luifilipi001@gmail.com, http://lattes.cnpq.br/3149715737993745. [4]Formado em Biomedicina pelo Centro Universitário Aparício Carvalho - FIMCA, Doutor em Biologia Experimental pelo PGBIOEXP, da UNIR, faz parte da coordenação do curso de Biomedicina Centro Universitário Aparício Carvalho – , Prof.luan.botelho@fimca.com.br, http://lattes.cnpq.br/6962661500834910

DOI 10.37157/fimca.v13i1.1217

RESUMO

O diagnóstico rápido e preciso das infecções microbianas é fundamental para o direcionamento adequado da terapêutica e para a redução dos impactos clínicos associados a essas doenças. Nesse cenário, a reação em cadeia da polimerase em tempo real (PCR em tempo real) tem se consolidado como uma importante ferramenta diagnóstica devido à sua elevada capacidade de detecção molecular. O presente estudo teve como finalidade analisar o desempenho diagnóstico da PCR em tempo real em comparação aos métodos microbiológicos convencionais, com ênfase na sensibilidade, especificidade e aplicabilidade clínica. Para isso, foi realizada uma revisão integrativa da literatura utilizando as bases Biblioteca Virtual em Saúde (BVS), SciELO, PubMed, Google Scholar e repositórios institucionais, contemplando publicações entre os anos de 2020 e 2025. Após a aplicação dos critérios de inclusão e exclusão, 10 estudos foram selecionados dentre os 58 inicialmente identificados. A análise dos trabalhos demonstrou que a PCR em tempo real apresenta desempenho superior na detecção de microrganismos, especialmente em amostras com baixa carga microbiana e em casos envolvendo agentes de difícil cultivo. Além disso, a técnica possibilita resultados mais rápidos e a identificação de marcadores genéticos relacionados à resistência antimicrobiana, favorecendo intervenções terapêuticas mais precoces e assertivas. Apesar dessas vantagens, aspectos como custo operacional e necessidade de infraestrutura especializada ainda representam desafios para sua ampla implementação. Conclui-se que a PCR em tempo real constitui um importante avanço no diagnóstico microbiológico, contribuindo para o aumento da precisão diagnóstica e para a melhoria da assistência em saúde, embora sejam necessários investimentos e pesquisas adicionais para ampliar sua utilização em diferentes contextos laboratoriais.

Palavras-chave: PCR em tempo real. Diagnóstico microbiológico. Infecções microbianas. Sensibilidade diagnóstica. Especificidade.

ABSTRACT

Rapid and accurate diagnosis of microbial infections is essential for appropriate therapeutic management and for reducing the clinical impacts associated with these diseases. In this context, real-time polymerase chain reaction (real-time PCR) has emerged as an important diagnostic tool due to it high molecular detection capacity. This study aimed to analyze the diagnostic performance of real-time PCR compared with conventional microbiological methods, emphasizing sensitivity, specificity, and clinical applicability. An integrative literature review was conducted using the Virtual Health Library (VHL), SciELO, PubMed, Google Scholar, and institutional repositories, including publications from 2020 to 2025. After applying the inclusion and exclusion criteria, 10 studies were selected from the 58 initially identified. The analysis demonstrated that real-time PCR presents superior performance in microorganism detection, particularly in samples with low microbial load and in cases involving difficult-to-culture pathogens. In addition, the technique provides faster results and enables the identification of genetic markers associated with antimicrobial resistance, supporting earlier and more accurate therapeutic interventions. Despite these advantages, factors such as operational costs and the need for specialized laboratory infrastructure remain challenges to its widespread implementation. It is concluded that real-time PCR represents a significant advance in microbiological diagnosis, contributing to improved diagnostic accuracy and healthcare quality, although further investments and research are required to expand its use in different laboratory settings.

Keywords: Real-time PCR. Microbiological Diagnosis. Microbial Infections. Diagnostic Sensitivity. Specificity.

INTRODUÇÃO

As infecções microbianas representam um importante desafio para os sistemas de saúde, devido à elevada taxa de morbimortalidade, à rápida disseminação de microrganismos resistentes e às limitações diagnósticas encontradas nos métodos convencionais. O diagnóstico precoce e preciso é fundamental para o início adequado da terapêutica, redução de complicações clínicas e controle epidemiológico das doenças infecciosas (Nascimento et al., 2024). Tradicionalmente, o diagnóstico microbiológico baseia-se em técnicas convencionais, como cultura microbiológica, testes bioquímicos,

sorologia e métodos microscópicos. Embora amplamente utilizados, esses métodos apresentam limitações relacionadas ao tempo prolongado para obtenção de resultados, menor sensibilidade em amostras com baixa carga microbiana e dependência de condições específicas de crescimento dos microrganismos (Marques, 2023) .

Com os avanços da biologia molecular, a Reação em Cadeia da Polimerase em Tempo Real (qPCR – quantitative Polymerase Chain Reaction) passou a desempenhar papel relevante no diagnóstico de infecções microbianas, proporcionando maior rapidez, sensibilidade e especificidade. Essa técnica permite a amplificação e detecção simultânea do material genético do agente infeccioso (DNA), possibilitando identificação precoce mesmo em situações de baixa carga microbiana ou amostras parcialmente degradadas (Ribeiro, 2020) .

Entretanto, é importante diferenciar a qPCR da RT-qPCR (Reverse Transcription quantitative Polymerase Chain Reaction). Enquanto a qPCR é utilizada principalmente para detecção e quantificação de DNA microbiano, a RT-qPCR inclui uma etapa prévia de transcrição reversa, na qual o RNA do microrganismo é convertido em DNA complementar (cDNA) antes da amplificação. Essa característica torna a RT-qPCR especialmente útil no diagnóstico de microrganismos de RNA, como determinados vírus, incluindo SARS-CoV-2, Influenza e vírus da raiva (Nascimento, 2024) .

Ambas as metodologias apresentam elevada sensibilidade e especificidade diagnóstica, porém sua aplicabilidade depende do tipo de agente etiológico investigado. De modo geral, a qPCR é mais empregada na identificação de bactérias, fungos e microrganismos com genoma de DNA, enquanto a RT-qPCR é amplamente utilizada para detecção viral e monitoramento de infecções causadas por vírus de RNA, ampliando as possibilidades diagnósticas na microbiologia clínica e na vigilância epidemiológica (Faria, 2020).

A PCR em tempo real apresenta ampla aplicabilidade clínica, sendo utilizada na identificação de bactérias, fungos, vírus e genes relacionados à resistência antimicrobiana. Estudos demonstram elevada eficácia da técnica em diferentes contextos diagnósticos, incluindo candidíase vulvovaginal, leishmaniose, raiva, infecções hospitalares e monitoramento de resistência bacteriana (Faria, 2020; Dias, 2024; Silva, 2024; Carneiro; Crispim; Wink; Barth, 2021; Silva, 2025).

Na área da microbiologia clínica, a rapidez diagnóstica tornou-se essencial diante do aumento das infecções associadas à resistência antimicrobiana. Métodos moleculares vêm sendo considerados ferramentas estratégicas para identificação rápida de microrganismos e genes de resistência, auxiliando na escolha terapêutica adequada e na redução do uso indiscriminado de antimicrobianos (Carneiro; Crispim; Wink; Barth, 2021). Além disso, a PCR em tempo real demonstra vantagens importantes em relação aos métodos convencionais em situações nas quais há dificuldade de cultivo microbiológico, presença de biofilmes bacterianos ou necessidade de alta precisão diagnóstica. Em infecções associadas a biofilmes, por exemplo, os métodos tradicionais frequentemente falham devido à baixa recuperação bacteriana, enquanto as técnicas moleculares apresentam maior capacidade de detecção (Lourenço, 2024). Entretanto, apesar das vantagens diagnósticas, a PCR em tempo real ainda apresenta limitações relacionadas ao custo operacional, necessidade de equipamentos especializados, treinamento técnico e risco de contaminação laboratorial. Além disso, fatores pré-analíticos, como qualidade e armazenamento das amostras, podem interferir diretamente na sensibilidade e especificidade do método (Dias, 2024).

Dessa forma, torna-se relevante avaliar comparativamente o desempenho da PCR em tempo real frente aos métodos diagnósticos convencionais, considerando seus níveis de sensibilidade, especificidade, aplicabilidade clínica e limitações operacionais em diferentes infecções microbianas.

Face ao exposto, o presente estudo tem como objetivo analisar comparativamente a sensibilidade e especificidade da PCR em tempo real em relação aos métodos diagnósticos convencionais utilizados em infecções microbianas, evidenciando suas vantagens, limitações e aplicabilidade na prática clínica e laboratorial.

OBJETIVO

Avaliar comparativamente a sensibilidade e especificidade da PCR em tempo real frente aos métodos diagnósticos convencionais no diagnóstico de infecções microbianas, destacando suas vantagens, limitações e aplicabilidade clínica.

METODOLOGIA

Trata-se de uma revisão integrativa da literatura, de abordagem descritiva e qualitativa, desenvolvida com o objetivo de reunir, analisar criticamente e sintetizar evidências científicas acerca da sensibilidade e especificidade da reação em cadeia da polimerase em tempo real (PCR em tempo real – qPCR) em comparação aos métodos diagnósticos convencionais no diagnóstico de infecções microbianas.

A condução da revisão seguiu seis etapas metodológicas: (1) definição da temática e formulação da questão norteadora; (2) estabelecimento dos critérios de inclusão e exclusão; (3) busca sistematizada da literatura científica; (4) seleção e elegibilidade dos estudos; (5) extração, organização e análise crítica dos dados; e (6) interpretação e síntese dos achados para apresentação dos resultados.

A questão norteadora do estudo foi definida da seguinte forma: “Qual o desempenho da PCR em tempo real em relação aos métodos diagnósticos convencionais quanto à sensibilidade e especificidade no diagnóstico de infecções microbianas? ”

A estratégia de busca foi realizada entre os meses de janeiro e março de 2026, utilizando-se bases de dados eletrônicas reconhecidas na área da saúde e microbiologia, incluindo Biblioteca Virtual em Saúde (BVS), Scientific Electronic Library Online (SciELO), PubMed, Google Scholar e repositórios institucionais universitários para identificação de dissertações e teses relevantes ao tema.

Para refinamento da busca, foram empregados os descritores controlados e não controlados: “PCR em tempo real”, “diagnóstico microbiológico”, “sensibilidade”, “especificidade”, “infecções

microbianas", "métodos convencionais" e "microbiologia clínica", nos idiomas português e inglês, associados aos operadores booleanos AND e OR, visando ampliar a sensibilidade da busca e recuperar estudos potencialmente elegíveis. Foram utilizadas combinações como: "PCR em tempo real" AND "diagnóstico microbiológico", "real-time PCR" AND sensitivity AND specificity, e "microbial infections" OR "clinical microbiology".

Os critérios de inclusão adotados compreenderam: estudos publicados entre os anos de 2020 e 2025, disponíveis na íntegra, nos idiomas português e inglês, que abordassem comparações entre PCR em tempo real e métodos diagnósticos convencionais em infecções microbianas, incluindo estudos clínicos, experimentais, dissertações e teses com relevância metodológica. Foram excluídos artigos duplicados, estudos indisponíveis na íntegra, resumos simples, editoriais, cartas ao leitor, artigos de revisão, publicações em idiomas distintos dos estabelecidos e trabalhos sem relação direta com a temática proposta.

O processo de seleção ocorreu em etapas sucessivas. Inicialmente, realizou-se a leitura dos títulos e resumos para identificação preliminar dos estudos potencialmente relevantes. Em seguida, os artigos elegíveis foram submetidos à leitura na íntegra, permitindo verificar sua adequação aos objetivos do estudo e aos critérios metodológicos definidos. Em casos de dúvida quanto à elegibilidade, realizou-se reavaliação do conteúdo para evitar exclusões indevidas.

Durante o processo de triagem, foram identificados 58 estudos nas bases consultadas. Destes, 9 foram excluídos por indisponibilidade do texto completo, 12 por duplicidade, 7 por publicação anterior ao período estabelecido, 4 por idioma incompatível, 4 por apresentarem apenas título e resumo e 6 por serem revisões de literatura. Após leitura de títulos e resumos, 16 estudos foram selecionados para leitura na íntegra, sendo posteriormente excluídos 6 artigos por não responderem à questão norteadora ou não apresentarem dados comparativos relevantes, resultando na inclusão final de 10 estudos, os quais subsidiaram a construção das discussões e análise crítica desta revisão integrativa.

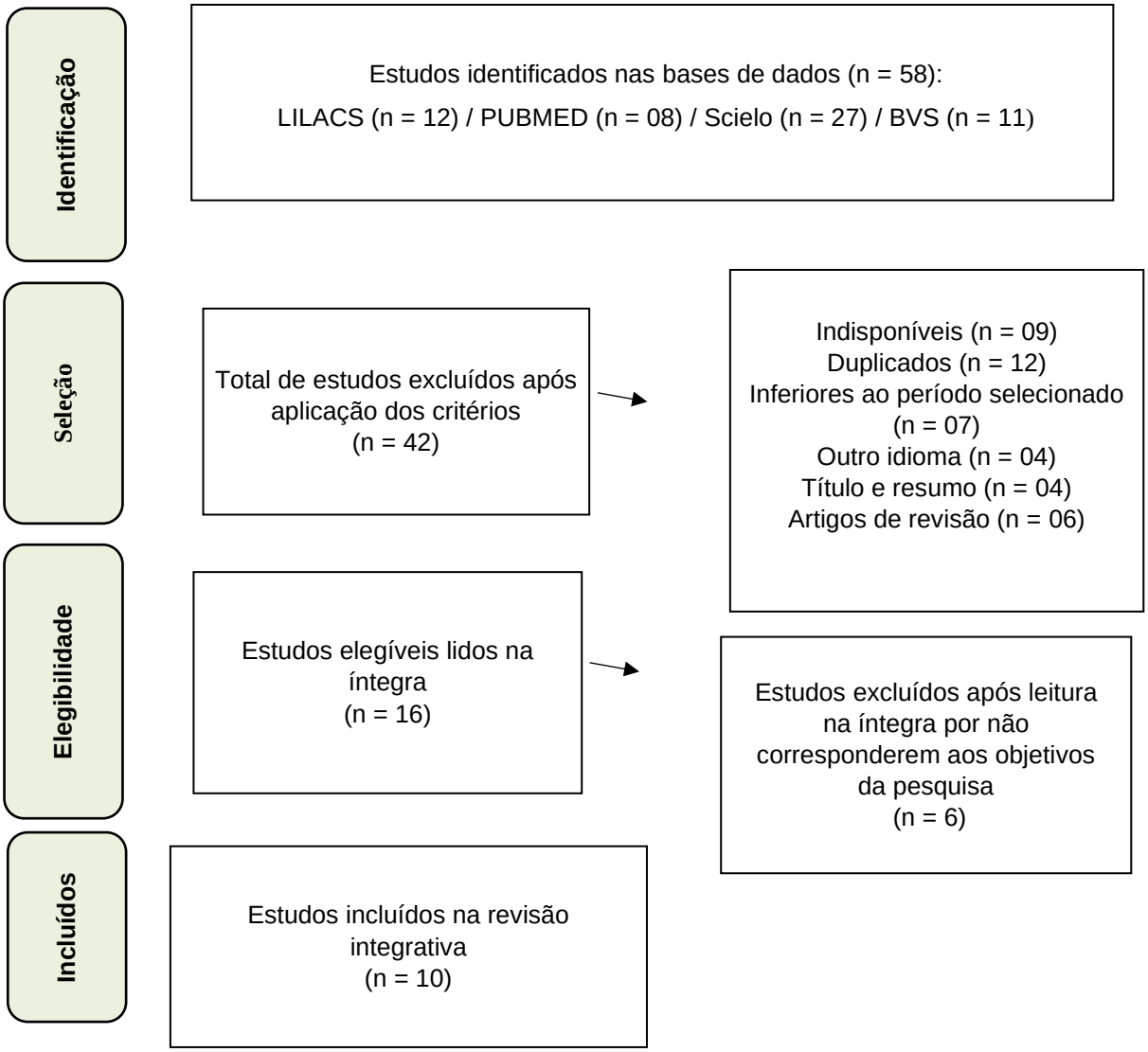
Para extração dos dados, elaborou-se um instrumento de organização contendo variáveis previamente definidas, incluindo: autor e ano de publicação, objetivo do estudo, tipo de infecção ou microrganismo investigado, método diagnóstico utilizado, valores de sensibilidade e especificidade, principais resultados, vantagens, limitações e aplicabilidade clínica da PCR em tempo real. As informações foram organizadas em quadro-síntese, permitindo comparação entre os estudos incluídos.

A análise crítica dos estudos foi realizada de forma descritiva e interpretativa, considerando aspectos metodológicos, qualidade das evidências, coerência dos resultados e contribuições para a prática clínica e microbiológica. Buscou-se identificar convergências e divergências entre os achados, especialmente no que se refere ao desempenho diagnóstico da PCR em tempo real frente aos métodos convencionais, destacando potencialidades, limitações e desafios relacionados à implementação da técnica nos diferentes cenários de assistência à saúde.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Foram encontrados 58 artigos nas bases de dados, dos quais, em um primeiro momento, foram excluídos 9 estudos por estarem indisponíveis, 12 por estarem duplicados, 7 por estarem inferiores ao período previamente selecionado, 4 por estarem em outro idioma, 4 por apresentarem somente título e resumo e 6 por serem artigos de revisão. Após a leitura de título e resumo, 16 artigos foram selecionados para leitura na íntegra, e 6 foram excluídos por não corresponderem ao propósito da pesquisa, o que possibilitou, ao final, a inclusão de 10 artigos para serem analisados a fim de subsidiar a discussão da revisão de literatura **(Figura 1).**

Figura 1 – Fluxograma das etapas para a seleção dos artigos desta revisão integrativa, 2026.



Fonte: Elaborado pelos autores (2026)

Com o objetivo de sintetizar e organizar as principais evidências identificadas na literatura, elaborou-se um quadro-síntese contendo os estudos incluídos na revisão integrativa. O **Quadro 1** apresenta informações relacionadas aos autores, ano de publicação, objetivo dos estudos, tipo de infecção ou microrganismo investigado, principais achados e desempenho diagnóstico da PCR em tempo real quanto à sensibilidade e especificidade. Essa sistematização possibilita uma visão comparativa dos resultados encontrados, evidenciando as vantagens, limitações e aplicabilidade clínica da qPCR frente aos métodos diagnósticos convencionais no diagnóstico de infecções microbianas.

Quadro 1 – Síntese dos estudos incluídos na revisão integrativa

Autor/Ano	Objetivo do estudo	Tipo de infecção/microrganismo	Principais achados	Sensibilidade/Especificidade
NASCIMENTO et al. (2024)	Avaliar a aplicabilidade da PCR em tempo real no diagnóstico microbiológico.	Infecções microbianas diversas.	A qPCR apresentou rapidez diagnóstica e maior precisão, auxiliando na escolha terapêutica precoce.	Alta sensibilidade e especificidade, sobretudo em baixa carga microbiana.
MARQUES (2023)	Comparar PCR em tempo real e métodos convencionais.	Infecções bacterianas e fúngicas.	A qPCR demonstrou maior precisão diagnóstica e menor dependência da interpretação subjetiva.	Superior aos métodos convencionais.
CARNEIRO; CRISPIM; WINK; BARTH (2021)	Avaliar avanços tecnológicos da PCR em microbiologia clínica.	Infecções hospitalares.	A técnica permitiu detecção simultânea de microrganismos e genes de resistência antimicrobiana.	Elevada performance diagnóstica.
DIAS (2024)	Investigar RT-qPCR LN34 no diagnóstico da raiva.	Vírus da raiva em herbívoros.	Detectou casos não identificados pela imunofluorescência direta.	Sensibilidade: 96,36%.
SILVA (2025)	Avaliar PCR digital na detecção de resistência bacteriana.	Enterobacterales/carbapenemases.	Demonstrou elevada precisão na detecção precoce de genes bacterianos.	Sensibilidade: 97,4% / Especificidade: 100%.
SILVA (2024)	Aplicar PCR Multiplex no diagnóstico de candidíase.	*Candida spp.*	Identificou espécies específicas, principalmente *Candida albicans.*	Alta precisão diagnóstica.
OLIVEIRA (2025)	Desenvolver protocolo qPCR para *Vibrio spp.*	Infecção bacteriana em camarões.	Evidenciou alta especificidade e reprodutibilidade dos testes.	Elevada especificidade.
RIBEIRO (2020)	Avaliar limitações dos métodos convencionais.	Infecções diversas.	Culturas microbiológicas apresentaram demora diagnóstica e menor sensibilidade.	Métodos convencionais menos sensíveis.
FARIA (2020)	Comparar métodos de extração de DNA.	Leishmaniose tegumentar.	Diferentes técnicas interferiram na performance	Variável conforme protocolo.

			diagnóstica da PCR.	
LOURENÇO (2024)	Avaliar diagnóstico de infecções associadas a biofilmes.	Biofilmes bacterianos	Métodos moleculares ampliaram capacidade diagnóstica, mas persistiram desafios interpretativos.	Melhor desempenho comparado às culturas.

Fonte: Elaborado pelos autores (2026)

Os estudos analisados demonstraram que a PCR em tempo real apresenta elevada sensibilidade e especificidade diagnóstica quando comparada aos métodos convencionais, principalmente em situações de baixa carga microbiana, amostras degradadas e infecções de difícil cultivo.

No estudo de Dias (2024), o ensaio RT-qPCR LN34 utilizado no diagnóstico da raiva apresentou sensibilidade de 96,36% e especificidade de 78,70%, demonstrando desempenho superior na detecção de amostras com baixa carga viral quando comparado à imunofluorescência direta. Silva, (2024) verificou que a PCR Multiplex apresentou elevada eficácia na identificação de espécies de Candida em amostras cérvico-vaginais, permitindo identificação precisa principalmente de Candida albicans.

Faria (2020) demonstrou que técnicas moleculares associadas ao qPCR apresentaram maior sensibilidade diagnóstica para leishmaniose tegumentar em comparação com métodos convencionais, especialmente utilizando amostras coletadas por swab.

Carneiro, Crispim, Wink e Barth (2021) destacou que técnicas moleculares como RT-qPCR e qPCR-HRM proporcionam rapidez diagnóstica e elevada concordância na detecção de resistência bacteriana e SARS-CoV-2, reduzindo o tempo de resposta laboratorial.

De forma geral, os estudos apontaram que os métodos convencionais permanecem importantes na prática clínica, porém apresentam limitações relacionadas ao tempo de processamento, menor sensibilidade e dependência do crescimento microbiológico.

PCR EM TEMPO REAL E SUA IMPORTANCIA NO DIAGNOSTICO MICROBIOLOGICO

A Reação em Cadeia da Polimerase em Tempo Real (qPCR – quantitative Polymerase Chain Reaction) representa um importante avanço no diagnóstico microbiológico, principalmente pela capacidade de detectar material genético de microrganismos de forma rápida e precisa. Diferentemente dos métodos convencionais, como cultura microbiológica, sorologia e microscopia, a qPCR possibilita identificação precoce do agente infeccioso mesmo em baixas cargas microbianas, favorecendo o início oportuno da terapêutica e reduzindo riscos associados ao atraso diagnóstico, especialmente em infecções graves e sistêmicas (Nascimento et al., (2024).

É importante diferenciar a qPCR da RT-qPCR (Reverse Transcription quantitative Polymerase Chain Reaction). Enquanto a qPCR é aplicada principalmente na detecção de DNA microbiano, a RT-qPCR inclui uma etapa de transcrição reversa, convertendo RNA em DNA complementar antes da amplificação, sendo amplamente utilizada no diagnóstico de vírus de RNA, como Influenza, SARS-CoV-2 e vírus da raiva (Ribeiro, 2020).

Embora os métodos convencionais ainda sejam amplamente utilizados devido ao menor custo e maior disponibilidade, apresentam limitações relacionadas ao tempo de processamento, dependência do crescimento microbiano e interferências ligadas à qualidade da amostra. Em contraste, a qPCR oferece maior precisão, automatização dos testes e menor subjetividade na interpretação dos resultados, aumentando a confiabilidade diagnóstica (Marques, 2023) .

Outro diferencial da metodologia molecular refere-se à possibilidade de identificar simultaneamente diferentes microrganismos e genes associados à resistência antimicrobiana, ampliando sua relevância em ambientes hospitalares, unidades de terapia intensiva e monitoramento epidemiológico. Além disso, a elevada sensibilidade dos testes moleculares contribui para redução do uso inadequado de antimicrobianos e de tratamentos empíricos desnecessários (Carneiro; Crispim; Wink; Barth, 2021; Dias, 2024).

Apesar das vantagens, limitações relacionadas ao alto custo, necessidade de infraestrutura especializada e capacitação técnica ainda restringem sua implementação em alguns serviços, sobretudo em regiões com menor investimento tecnológico. Contudo, avanços recentes vêm favorecendo a ampliação gradual do acesso a essas metodologias (Ribeiro, 2020).

SENSBILIDADE E ESPECIFICDADE DA PCR EM TEMPO REAL EM DIFERENTES INFECÇÕES MICROBIANAS

A elevada sensibilidade e especificidade da PCR em tempo real justificam sua crescente utilização no diagnóstico microbiológico. A técnica possibilita detectar pequenas quantidades de material genético, inclusive em amostras com baixa carga infecciosa ou condições desfavoráveis para os métodos tradicionais, favorecendo diagnósticos mais precoces e assertivos(Dias, 2024).

No diagnóstico da raiva em herbívoros, (Dias, 2024) observou que o ensaio RT-qPCR LN34 apresentou sensibilidade de 96,36%, demonstrando capacidade superior de detecção quando comparado à imunofluorescência direta, inclusive em amostras inicialmente consideradas negativas. Resultados semelhantes foram identificados por Silva (2025), cuja PCR digital apresentou sensibilidade de 97,4% e

especificidade de 100% na detecção de Enterobacterales e genes de resistência bacteriana, evidenciando potencial para suporte terapêutico em infecções graves.

Em infecções fúngicas, Silva (2024) demonstrou que a PCR Multiplex permitiu identificação precisa de espécies de Candida spp. em amostras cérvico-vaginais, contribuindo para melhor direcionamento terapêutico. Resultados positivos também foram observados na medicina veterinária, em que Oliveira (2025) identificou elevada especificidade da qPCR para detecção de Vibrio spp. em camarões, reforçando a ampla aplicabilidade da técnica.

Entretanto, fatores pré-analíticos, como coleta inadequada, armazenamento incorreto e contaminação laboratorial, podem comprometer a especificidade diagnóstica. Além disso, a detecção de fragmentos genéticos de microrganismos não viáveis pode resultar em positividade sem infecção ativa, tornando essencial a interpretação conjunta dos resultados laboratoriais com o quadro clínico e epidemiológico do paciente (Nascimento et al., 2024).

LIMITAÇÕES DOS MÉTODOS CONVENCIONAIS E DESAFIOS DA IMPLEMENTAÇÃO DA PCR

Os métodos convencionais continuam sendo amplamente empregados devido ao menor custo e ampla disponibilidade nos serviços de saúde. Entretanto, apresentam limitações importantes, como tempo prolongado para liberação dos resultados, menor sensibilidade em determinadas infecções e dependência do crescimento microbiológico para identificação do agente etiológico (Carneiro; Crispim; Wink; Barth, 2021).

A cultura microbiológica, embora considerada padrão em diversos diagnósticos, pode demandar dias para obtenção dos resultados, dificultando decisões terapêuticas rápidas em condições graves, como septicemias e meningites. Além disso, o uso prévio de antimicrobianos pode comprometer a viabilidade do microrganismo e reduzir a positividade dos exames convencionais (Ribeiro, 2020)

Nesse contexto, a qPCR apresenta importante vantagem por detectar material genético independentemente da viabilidade microbiana, favorecendo maior rapidez diagnóstica (Nascimento et al., 2024). Contudo, sua implementação ainda enfrenta barreiras relacionadas ao alto custo operacional, necessidade de infraestrutura laboratorial específica e profissionais capacitados (Marques, 2023).

Outro desafio envolve a padronização dos protocolos laboratoriais, uma vez que diferenças nos métodos de extração, tipos de amostra e armazenamento podem interferir no desempenho dos testes moleculares. Estudos também apontam dificuldades diagnósticas em infecções associadas a biofilmes bacterianos, nas quais persiste a necessidade de interpretação clínica criteriosa para diferenciar colonização e infecção ativa (Faria, 2020; Lourenço, 2024).

Assim, embora a PCR em tempo real apresente elevada precisão e rapidez diagnóstica, sua utilização deve ocorrer de forma complementar aos métodos convencionais e à avaliação clínica, favorecendo maior assertividade diagnóstica e uso racional de antimicrobianos (Nascimento et al., 2024).

CONCLUSÃO

A PCR em tempo real evidenciou desempenho diagnóstico satisfatório no diagnóstico de infecções microbianas quando comparada aos métodos diagnósticos convencionais, sendo apontada, na maioria dos estudos analisados, como uma importante ferramenta da microbiologia clínica moderna. As evidências identificadas sugerem vantagens relacionadas à rapidez diagnóstica, maior precisão analítica, capacidade de detectar baixas cargas microbianas e identificação precoce de genes associados à resistência antimicrobiana, favorecendo o início oportuno da terapêutica e contribuindo potencialmente para melhores desfechos clínicos.

Observou-se ainda que a PCR em tempo real apresenta ampla aplicabilidade em diferentes contextos microbiológicos, incluindo infecções bacterianas, virais, fúngicas e parasitárias. Seu uso mostrou-se particularmente relevante em situações nas quais os métodos convencionais apresentam limitações, como dificuldade de cultivo microbiológico, uso prévio de antimicrobianos, baixa carga infecciosa e presença de biofilmes bacterianos, fatores que podem comprometer a sensibilidade dos exames tradicionais.

Apesar das vantagens identificadas, os métodos convencionais permanecem relevantes na prática clínica devido ao menor custo operacional, maior disponibilidade laboratorial e facilidade de execução, especialmente em serviços de saúde com limitações estruturais e tecnológicas. Dessa forma, continuam desempenhando papel importante no diagnóstico e monitoramento das infecções microbianas, sobretudo em cenários com acesso restrito às tecnologias moleculares.

Durante o desenvolvimento deste estudo, identificou-se como limitação importante a escassez de pesquisas recentes publicadas sobre a temática, especialmente artigos científicos originais. Grande parte dos materiais encontrados correspondeu a dissertações, teses e trabalhos institucionais, evidenciando a necessidade de maior produção científica voltada à comparação entre PCR em tempo real e métodos diagnósticos convencionais em diferentes cenários clínicos e laboratoriais. Além disso, observou-se heterogeneidade metodológica entre os estudos incluídos, envolvendo diferenças nos tipos de amostras, técnicas empregadas e microrganismos investigados, dificultando comparações padronizadas.

Outro aspecto relevante refere-se às limitações relacionadas ao alto custo das metodologias moleculares, necessidade de infraestrutura laboratorial especializada e capacitação técnica profissional, fatores que ainda restringem sua implementação rotineira em muitos serviços de saúde e laboratórios de pequeno porte. Ainda assim, percebe-se avanço progressivo na incorporação dessas tecnologias ao diagnóstico microbiológico.

Conclui-se, portanto, que a PCR em tempo real representa um importante avanço tecnológico no diagnóstico das infecções microbianas, com potencial para contribuir para maior precisão diagnóstica, uso racional de antimicrobianos e melhoria da assistência em saúde. Contudo, torna-se fundamental incentivar novos estudos

científicos, especialmente pesquisas clínicas e artigos originais recentes, além de investimentos em infraestrutura laboratorial e qualificação profissional, visando ampliar sua acessibilidade e aplicabilidade nos diferentes níveis de atenção à saúde.

REFERÊNCIAS

CARNEIRO, Maiara dos Santos; CRISPIM, Marina Niada; WINK, Priscila Lamb; BARTH, Afonso Luís. Evaluation of filter paper to transport inactivated bacteria to detect carbapenem resistance genes by multiplex real-time PCR using high-resolution melting. Brazilian Journal of Microbiology, v. 52, n. 3, p. 1353-1356, 2021. DOI: 10.1007/s42770-021-00530-2. Acesso em: 5 jun. 2026.

DIAS, Mariana Perpétuo. Validação de teste de PCR em tempo real para diagnóstico da raiva dos herbívoros e seu perfil epidemiológico em Minas Gerais. 2024. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2024. Disponível em: https://repositorio.ufmg.br/items/bcc52a5e-47c5-419b-abef-4459bb48cac0. Acesso em: 4 jun. 2026.

FARIA, Verônica Cardoso Santos de. Avaliação de dois métodos de extração de DNA em amostras obtidas por swab associados às técnicas moleculares de PCR convencional, PCR em tempo real e LAMP para o diagnóstico da leishmaniose tegumentar. 2020. Dissertação (Mestrado em Ciências da Saúde: Infectologia e Medicina Tropical) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2020. Disponível em: https://repositorio.ufmg.br/items/c58f5ac9-f57f-415b-9331-8ae2821d38ce. Acesso em: 4 jun. 2026.

LOURENÇO, Marta Raquel Faustino. Infeções associadas a biofilmes bacterianos: desafios no diagnóstico e tratamento. 2024. Dissertação (Mestrado Integrado em Ciências Farmacêuticas) – Instituto Universitário Egas Moniz, Caparica, 2024. Disponível em: http://hdl.handle.net/10400.26/53493. Acesso em: 4 jun. 2026.

MARQUES, Inês da Cunha. Estágio em microbiologia clínica: diagnóstico microbiológico em patologia clínica. 2023. Dissertação (Mestrado em Tecnologias Clínico-Laboratoriais) – Escola Superior de Tecnologia da Saúde de Lisboa, Instituto Politécnico de Lisboa, Lisboa, 2023. Disponível em: http://hdl.handle.net/10400.21/17085. Acesso em: 4 jun. 2026.

NASCIMENTO, Sérgio Masciel; MARTINS, Karla Katiana Silva; CAMPOS, Rosália de Fátima Penna de Carvalho; PEREIRA, Mariana Gomes et al. Eficácia e limitações dos métodos de diagnóstico direto e indireto de doenças infecciosas: uma revisão integrativa. Caderno Pedagógico, v. 21, n. 13, e12431, 2024. DOI: 10.54033/cadpedv21n13-343. Acesso em: 5 jun. 2026.

OLIVEIRA, Ádila Holanda de. Proposta de análise diagnóstica de Vibrio em camarão Penaeus vannamei por PCR em tempo real. 2025. 72 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia de Pesca) – Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2025. Disponível em: https://repositorio.ufc.br/handle/riufc/82301. Acesso em: 5 jun. 2026.

RIBEIRO, Ana Sofia Antunes. Metodologias laboratoriais de auxílio ao diagnóstico clínico de infeções microbianas. 2020. Dissertação (Mestrado em Microbiologia) – Universidade de Aveiro, Aveiro, 2020. Disponível em: https://ria.ua.pt/bitstream/10773/30824/1/Documento_Ana_Ribeiro.pdf. Acesso em: 5 jun. 2026.

SILVA, Helena de Ávila Peixoto e. Avaliação da PCR digital para detecção de Enterobacterales e genes carbapenemases diretamente de amostras clínicas. 2025. Dissertação (Mestrado em Ciências Farmacêuticas) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2025. Disponível em: https://lume.ufrgs.br/handle/10183/294345. Acesso em: 5 jun. 2026.

SILVA, Maria Natalice Lima da. Identificação de espécies de Candida por PCR em tempo real em amostras cérvico-vaginais de citologia em meio líquido com achados de Candida sp. 2024. Dissertação (Mestrado em Saúde da Mulher e da Criança) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2024. Disponível em: https://repositorio.ufc.br/bitstream/riufc/81456/1/2024_dis_mnlsilva.pdf. Acesso em: 5 jun. 2026.