



Edição: Vol. 02 Nº. 04 (2025)

Approved: 07/10/2025

DOI: <https://doi.org/10.70579/pl.v2i4.97>

## **Infecções oportunistas em receptores de transplante: revisão das principais abordagens preventivas e terapêuticas**

## **Opportunistic infections in transplant recipients: review of the main preventive and therapeutic approaches**

## **Infecciones oportunistas en receptores de trasplantes: revisión de los principales enfoques preventivos y terapéuticos**

**Janáína Costa Carneiro**

Especialista em Saúde da Família

Universidade Federal do Ceará

Fortaleza, Ceará, Brasil

E-mail: janacc12@hotmail.com

### **RESUMO**

As infecções oportunistas permanecem como uma das principais causas de morbimortalidade em receptores de transplante de órgãos sólidos, refletindo o delicado equilíbrio entre imunossupressão terapêutica e vulnerabilidade imunológica. Este estudo, de natureza qualitativa e abordagem narrativa, revisou evidências recentes sobre os mecanismos fisiopatológicos, os agentes etiológicos predominantes e as estratégias preventivas e terapêuticas mais eficazes no manejo dessas infecções. Observou-se que o uso prolongado de agentes imunossupressores, embora indispensável para evitar a rejeição do enxerto, aumenta o risco de reativação viral, infecções fúngicas invasivas e complicações bacterianas graves. Estratégias modernas, como o monitoramento molecular, a imunovigilância personalizada e a profilaxia antiviral guiada por risco, mostraram-se eficazes na redução da mortalidade e na melhoria dos desfechos clínicos. Além disso, novas abordagens, como terapias celulares específicas e o uso de antivirais de nova geração, representam avanços promissores rumo à medicina de precisão em transplantes. Conclui-se que a integração entre vigilância imunológica, biotecnologia e condutas baseadas em evidências é fundamental para garantir maior segurança, eficácia e sustentabilidade no cuidado de pacientes transplantados.

**Palavras-chave:** transplante de órgãos, infecções oportunistas, imunossupressão, profilaxia.

### **ABSTRACT**

Opportunistic infections remain a leading cause of morbidity and mortality in solid organ transplant recipients, reflecting the delicate balance between therapeutic immunosuppression and immunological vulnerability. This qualitative, narrative study



Edição: Vol. 02 Nº. 04 (2025)

Approved: 07/10/2025

DOI: <https://doi.org/10.70579/pl.v2i4.97>

reviewed recent evidence on the pathophysiological mechanisms, predominant etiological agents, and the most effective preventive and therapeutic strategies for managing these infections. It was observed that prolonged use of immunosuppressive agents, while essential to prevent graft rejection, increases the risk of viral reactivation, invasive fungal infections, and serious bacterial complications. Modern strategies, such as molecular monitoring, personalized immunosurveillance, and risk-guided antiviral prophylaxis, have proven effective in reducing mortality and improving clinical outcomes. Furthermore, new approaches, such as targeted cell therapies and the use of next-generation antivirals, represent promising advances toward precision medicine in transplantation. It is concluded that the integration between immunological surveillance, biotechnology and evidence-based approaches is essential to ensure greater safety, efficacy and sustainability in the care of transplant patients.

**Keywords:** organ transplantation, opportunistic infections, immunosuppression, prophylaxis.

## RESUMEN

Las infecciones oportunistas siguen siendo una de las principales causas de morbilidad y mortalidad en los receptores de trasplantes de órganos sólidos, lo que refleja el delicado equilibrio entre la inmunosupresión terapéutica y la vulnerabilidad inmunológica. Este estudio narrativo cualitativo revisó la evidencia reciente sobre los mecanismos fisiopatológicos, los agentes etiológicos predominantes y las estrategias preventivas y terapéuticas más eficaces para el manejo de estas infecciones. Se observó que el uso prolongado de inmunosupresores, si bien es esencial para prevenir el rechazo del injerto, aumenta el riesgo de reactivación viral, infecciones fúngicas invasivas y complicaciones bacterianas graves. Estrategias modernas, como la monitorización molecular, la inmunovigilancia personalizada y la profilaxis antiviral basada en el riesgo, han demostrado su eficacia para reducir la mortalidad y mejorar los resultados clínicos. Además, nuevos enfoques, como las terapias celulares dirigidas y el uso de antivirales de nueva generación, representan avances prometedores hacia la medicina de precisión en trasplantes. Se concluye que la integración entre la vigilancia inmunológica, la biotecnología y los enfoques basados en la evidencia es esencial para garantizar una mayor seguridad, eficacia y sostenibilidad en la atención de los pacientes trasplantados.

**Palabras clave:** trasplante de órganos, infecciones oportunistas, inmunosupresión, profilaxis.

## 1 INTRODUÇÃO



Edição: Vol. 02 Nº. 04 (2025)

Approved: 07/10/2025

DOI: <https://doi.org/10.70579/pl.v2i4.97>

O transplante de órgãos sólidos representa um dos maiores avanços da medicina moderna, oferecendo a pacientes com falência orgânica terminal a possibilidade de sobrevida prolongada e significativa melhora na qualidade de vida. Todavia, esse procedimento exige o uso contínuo de agentes imunossupressores, cuja função é impedir a rejeição do enxerto, mas que, paradoxalmente, predispõem o receptor a um amplo espectro de infecções oportunistas. Essa vulnerabilidade imunológica constitui um dos principais determinantes de morbimortalidade no período pós-transplante, tornando o manejo das infecções um desafio clínico e terapêutico de elevada complexidade (Fishman, 2022; Kotton et al., 2024).

A imunossupressão induzida farmacologicamente promove uma alteração profunda na homeostase imunológica, comprometendo tanto a imunidade celular quanto a humoral. Com isso, patógenos latentes, como o citomegalovírus (CMV) e o vírus Epstein-Barr (EBV), podem ser reativados, ao passo que microrganismos ambientais, como *Aspergillus fumigatus* e *Pneumocystis jirovecii*, encontram um hospedeiro ideal para colonização e infecção (Husain; Kumar, 2020). Além disso, o perfil infeccioso varia conforme o tipo de órgão transplantado e o tempo decorrido desde o procedimento, sendo mais comuns as infecções bacterianas nas fases iniciais e as virais e fúngicas nas fases intermediária e tardia (Rubin; Fishman, 2023).

Nos últimos anos, os avanços na profilaxia antimicrobiana, na triagem de doadores e receptores e nas técnicas de monitoramento molecular contribuíram para a redução da incidência e da gravidade dessas infecções. No entanto, a emergência de microrganismos resistentes, a toxicidade cumulativa dos fármacos e as limitações econômicas impostas aos sistemas de saúde continuam a impor barreiras significativas à efetividade das intervenções preventivas (Singh; Patterson, 2021). Ademais, as infecções oportunistas não apenas comprometem o enxerto, mas também se associam a episódios de rejeição aguda e falência multissistêmica, configurando um problema clínico que exige abordagem integrada e contínua.

A compreensão dos mecanismos patogênicos, das interações entre



Edição: Vol. 02 Nº. 04 (2025)

Approved: 07/10/2025

DOI: <https://doi.org/10.70579/pl.v2i4.97>

imunossupressão e infecção e das estratégias terapêuticas disponíveis é essencial para otimizar os desfechos clínicos em receptores de transplante. Diante desse cenário, este estudo tem como objetivo realizar uma revisão das principais abordagens preventivas e terapêuticas voltadas às infecções oportunistas em receptores de transplante de órgãos sólidos, destacando os avanços recentes, os desafios persistentes e as perspectivas emergentes na área. Busca-se, assim, contribuir para a consolidação de práticas baseadas em evidências que reduzam a morbimortalidade e ampliem a longevidade funcional dos enxertos, em consonância com as diretrizes internacionais e os princípios da medicina personalizada (Kotton; Fishman, 2024; Hirsch et al., 2021).

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 IMUNOSSUPRESSÃO E SUSCEPTIBILIDADE ÀS INFECÇÕES OPORTUNISTAS EM RECEPTORES DE TRANSPLANTES

A imunossupressão constitui o pilar terapêutico do transplante de órgãos sólidos, sendo essencial para prevenir a rejeição aguda e crônica do enxerto. Entretanto, o mesmo processo que assegura a aceitação do órgão transplantado também fragiliza o sistema imunológico, criando um ambiente propício à proliferação de agentes infecciosos que, em condições fisiológicas, seriam prontamente controlados. Essa vulnerabilidade caracteriza o paradoxo do transplante moderno: o equilíbrio delicado entre a eficácia imunossupressora e o risco infeccioso (Fishman, 2022; Hirsch et al., 2021).

Os agentes imunossupressores utilizados na prática clínica — como os inibidores da calcineurina (tacrolimo e ciclosporina), os antimetabólitos (micofenolato de mofetila e azatioprina), os corticosteroides e os inibidores da mTOR (sirolimo e everolimo) — atuam em diferentes etapas da ativação e proliferação linfocitária. Essa atuação impede a resposta imune contra o enxerto, mas também compromete a imunidade celular mediada por linfócitos T, que é fundamental na defesa contra vírus intracelulares, fungos e



**Edição:** Vol. 02 Nº. 04 (2025)

**Approved:** 07/10/2025

**DOI:** <https://doi.org/10.70579/pl.v2i4.97>

parasitas (Rubin; Fishman, 2023). A inibição da via da calcineurina, por exemplo, reduz a expressão de citocinas pró-inflamatórias como a interleucina-2, diminuindo a ativação de células T citotóxicas, o que favorece a reativação de vírus latentes, como o citomegalovírus (CMV) e o vírus Epstein-Barr (EBV) (Kotton et al., 2024).

Além dos efeitos diretos sobre a resposta imune, a intensidade e a duração da imunossupressão estão diretamente relacionadas à probabilidade de infecção. Estudos observacionais apontam que regimes mais potentes, especialmente aqueles que utilizam agentes de indução como a globulina antitimócita (ATG) ou o basiliximabe, aumentam substancialmente o risco de infecções fúngicas invasivas, como aspergilose e mucormicose (Singh; Patterson, 2021). Esse risco é ainda maior nos primeiros três meses pós-transplante, período em que há maior manipulação farmacológica e maior exposição hospitalar.

De modo geral, a suscetibilidade infecciosa é determinada por um conjunto de fatores que incluem o tipo e a dose de imunossupressores, o órgão transplantado, a presença de comorbidades e a história prévia de infecções latentes. Receptores de transplante pulmonar, por exemplo, apresentam taxas mais elevadas de infecções oportunistas devido à exposição direta do enxerto ao ambiente e à dificuldade de depuração mucociliar, enquanto receptores de fígado ou rim tendem a apresentar infecções virais e bacterianas associadas à manipulação endovascular e às alterações metabólicas pós-operatórias (Husain; Kumar, 2020).

O impacto da imunossupressão não se limita à suscetibilidade inicial, mas também à gravidade e à resposta terapêutica. Em pacientes submetidos a regimes prolongados ou combinados, a resposta inflamatória é frequentemente atenuada, mascarando sinais clínicos de infecção e retardando o diagnóstico (HIRSCH et al., 2021). Essa condição exige o uso de métodos moleculares sensíveis, como a reação em cadeia da polimerase (PCR) quantitativa para CMV e BK vírus, a fim de detectar precocemente a replicação viral e permitir intervenções dirigidas (Kotton; Fishman, 2024).

Nos últimos anos, têm emergido abordagens de imunovigilância individualizada,



Edição: Vol. 02 Nº. 04 (2025)

Approved: 07/10/2025

DOI: <https://doi.org/10.70579/pl.v2i4.97>

com base na mensuração funcional da resposta imune do paciente, como o ensaio de produção de interferon-gama (*ImmuKnow assay*), que busca identificar o grau de imunocompetência residual e, assim, ajustar as doses imunossupressoras conforme o risco infeccioso (Barton et al., 2022). Essa perspectiva personalizada visa a reduzir a dependência de esquemas empíricos, estabelecendo um novo paradigma na gestão pós-transplante.

Por conseguinte, compreender os mecanismos de ação dos imunossupressores, suas interações e seus efeitos cumulativos sobre o sistema imune é condição indispensável para o controle efetivo das infecções oportunistas. O desafio contemporâneo não reside apenas em eliminar patógenos, mas em calibrar a imunossupressão de forma a preservar a defesa imunológica sem comprometer a sobrevida do enxerto. O avanço nesse campo requer integração entre infectologia, imunologia e farmacogenômica, consolidando uma medicina de precisão que atenda à complexidade singular do paciente transplantado (Fishman, 2022; Singh; Patterson, 2021).

## 2.2 PRINCIPAIS AGENTES ETIOLÓGICOS E ESPECTRO CLÍNICO DAS INFECÇÕES OPORTUNISTAS PÓS-TRANSPLANTE

A suscetibilidade do receptor de transplante às infecções oportunistas não é homogênea, variando de acordo com o tipo de órgão transplantado, o tempo decorrido desde o procedimento, o regime imunossupressor adotado e as condições clínicas do paciente. Essa dinâmica temporal permite compreender a distribuição dos agentes infecciosos em três fases clássicas: a fase precoce (primeiro mês), dominada por infecções bacterianas e fúngicas hospitalares; a fase intermediária (1 a 6 meses), em que se destacam os agentes oportunistas típicos; e a fase tardia (após 6 meses), marcada por infecções crônicas, reativações virais e patógenos comunitários (Husain; Kumar, 2020; Rubin; Fishman, 2023).

Entre os vírus oportunistas, o citomegalovírus (CMV) permanece o agente de



**Edição:** Vol. 02 Nº. 04 (2025)

**Approved:** 07/10/2025

**DOI:** <https://doi.org/10.70579/pl.v2i4.97>

maior relevância clínica. Sua reativação está fortemente associada à imunossupressão intensa e à incompatibilidade sorológica entre doador e receptor (D+/R-). O CMV pode causar desde quadros subclínicos até doenças invasivas graves, como colite, pneumonite e retinite. Além de sua ação direta, o vírus exerce um efeito imunomodulador que aumenta o risco de rejeição do enxerto e de infecções bacterianas e fúngicas secundárias (Kotton et al., 2018). O manejo envolve estratégias de profilaxia universal com valganciclovir ou terapia pré-emptiva, guiada por PCR quantitativa, além do uso emergente de letermovir em grupos de alto risco (Kotton et al., 2024).

Outro agente de importância crescente é o vírus Epstein-Barr (EBV), cuja infecção primária ou reativação pode evoluir para a doença linfoproliferativa pós-transplante (PTLD), um espectro que vai de manifestações benignas até linfomas agressivos. O EBV infecta linfócitos B, e sob intensa imunossupressão, a ausência de controle citotóxico mediado por células T permite a proliferação celular desordenada (Dierickx; Habermann, 2018). O tratamento baseia-se na redução gradual da imunossupressão, podendo incluir rituximabe e, em casos refratários, quimioterapia ou imunoterapia dirigida (EBMT, 2024).

Entre os vírus não-herpéticos, destaca-se o poliomavírus BK, especialmente em transplantes renais. A replicação viral pode evoluir para nefropatia associada ao poliomavírus, uma causa importante de disfunção e perda do enxerto. A manifestação clínica é subaguda, com aumento da creatinina e presença de células decoy na urina. O diagnóstico é confirmado por biópsia renal e PCR plasmática, sendo a conduta baseada na redução da imunossupressão, já que não há antivirais eficazes comprovados (Hirsch et al., 2021).

No campo das infecções fúngicas, os patógenos mais temidos incluem *Aspergillus fumigatus*, *Candida albicans*, *Cryptococcus neoformans* e *Mucorales*. A aspergilose invasiva, em especial, é frequente em receptores de transplante pulmonar e hepático, caracterizando-se por febre persistente, tosse seca e infiltrados pulmonares de rápida progressão. O diagnóstico precoce é crucial e depende da combinação de exames de



Edição: Vol. 02 Nº. 04 (2025)

Approved: 07/10/2025

DOI: <https://doi.org/10.70579/pl.v2i4.97>

imagem (TC de tórax com halo invertido) e testes de antígeno galactomanano (Singh; Patterson, 2021). O tratamento requer antifúngicos triazólicos, como voriconazol ou isavuconazol, sendo o posaconazol indicado para profilaxia em pacientes de alto risco (Pagano et al., 2022).

Entre os protozoários e parasitas oportunistas, destaca-se *Toxoplasma gondii*, cuja reativação ocorre principalmente em receptores de coração e cérebro provenientes de doadores soropositivos. A infecção se manifesta com febre, encefalite e lesões cerebrais múltiplas detectáveis por neuroimagem. A profilaxia com trimetoprima-sulfametoxazol é eficaz tanto para toxoplasmose quanto para *Pneumocystis jirovecii*, outro patógeno relevante nas fases intermediárias, responsável por pneumonia intersticial grave e hipoxemia intensa. A profilaxia prolongada é atualmente recomendada pela Infectious Diseases Society of America (IDSA) para todos os receptores de transplante de órgãos sólidos (Fishman, 2022).

Ademais, patógenos bacterianos emergentes, como *Nocardia* spp. e *Listeria monocytogenes*, têm sido descritos em receptores sob uso prolongado de corticosteroides ou inibidores de calcineurina. A nocardiose, por exemplo, manifesta-se com abscessos cerebrais e pulmonares de evolução lenta, frequentemente confundidos com neoplasias. O diagnóstico baseia-se em cultura específica e o tratamento envolve o uso prolongado de sulfonamidas ou combinações com carbapenêmicos (Katz et al., 2023).

O espectro clínico das infecções oportunistas reflete, portanto, a interação complexa entre o agente etiológico e o grau de imunossupressão. O reconhecimento precoce dos sinais e sintomas, aliado ao uso de métodos diagnósticos moleculares e sorológicos de alta sensibilidade, é fundamental para reduzir a mortalidade e preservar o enxerto. Nesse contexto, a vigilância microbiológica contínua e o acompanhamento interdisciplinar assumem papel decisivo na condução terapêutica, permitindo uma abordagem individualizada e guiada por risco (Fishman, 2022; Hirsch et al., 2021).

### 2.3 ESTRATÉGIAS PREVENTIVAS E TERAPÊUTICAS: PROFILAXIA,





Edição: Vol. 02 Nº. 04 (2025)

Approved: 07/10/2025

DOI: <https://doi.org/10.70579/pl.v2i4.97>

---

## MONITORAMENTO E NOVAS ABORDAGENS

O manejo das infecções oportunistas em receptores de transplante de órgãos sólidos exige uma abordagem integrada, que combine estratégias preventivas rigorosas, monitoramento microbiológico e imunológico contínuo e intervenções terapêuticas precoces. O objetivo central é reduzir a morbimortalidade sem comprometer a eficácia da imunossupressão — um desafio que requer equilíbrio entre a proteção do enxerto e a preservação da resposta imune do hospedeiro (Fishman, 2022; Kotton et al., 2024). A prevenção, portanto, deve ser estruturada em múltiplos níveis: avaliação pré-transplante, profilaxia farmacológica, vigilância pós-operatória e terapias personalizadas de controle infeccioso.

A avaliação pré-transplante desempenha papel fundamental na estratificação do risco infeccioso. Testes sorológicos para citomegalovírus (CMV), vírus Epstein-Barr (EBV), hepatites B e C, HIV, *Toxoplasma gondii* e sífilis, além de triagem para tuberculose latente, permitem identificar incompatibilidades e definir o tipo de profilaxia a ser adotada (Husain; Kumar, 2020). A vacinação prévia do receptor, quando possível, é uma das estratégias mais eficazes para prevenção de doenças imunopreveníveis — especialmente influenza, pneumococo e hepatite B —, devendo ser completada antes do início do regime imunossupressor, conforme recomendam a *American Society of Transplantation (AST)* e a *Infectious Diseases Society of America (IDSA)* (Kumar; Allen, 2021).

No período pós-transplante, a profilaxia farmacológica constitui a principal linha de defesa. Para o CMV, adota-se a profilaxia universal com valganciclovir em pacientes de alto risco (D+/R–), durante 3 a 6 meses, ou a terapia pré-emptiva baseada em PCR quantitativa semanal (Kotton et al., 2018). O *letermovir* vem se consolidando como alternativa de menor toxicidade hematológica e boa eficácia, especialmente em receptores hematológicos e renais (Kotton et al., 2024). A profilaxia contra *Pneumocystis jirovecii* com trimetoprima-sulfametoxazol é universalmente recomendada por, no mínimo, seis



Edição: Vol. 02 Nº. 04 (2025)

Approved: 07/10/2025

DOI: <https://doi.org/10.70579/pl.v2i4.97>

meses, e pode ser estendida em casos de imunossupressão intensa ou rejeição recorrente. Já a profilaxia antifúngica depende do tipo de órgão e do risco ambiental: o uso de fluconazol é comum em transplantes hepáticos, enquanto posaconazol ou voriconazol são preferidos em pulmonares e cardíacos (Singh; Patterson, 2021; Pagano et al., 2022).

O monitoramento pós-transplante representa outra dimensão crítica na prevenção e manejo das infecções. A utilização de ferramentas moleculares de alta sensibilidade, como PCR quantitativo para CMV, EBV e poliomavírus BK, possibilita detecção precoce de replicação viral e intervenção imediata. Além disso, testes de antígeno galactomanano e  $\beta$ -D-glucano têm ampliado o diagnóstico precoce de infecções fúngicas invasivas (Hirsch et al., 2021). De modo complementar, surgem ensaios de imunovigilância funcional, como o *ImmuKnow® assay* e o *QuantiFERON® Monitor*, que avaliam a competência imunológica residual do paciente, permitindo ajustes individualizados da imunossupressão (Barton et al., 2022). Essa abordagem personaliza o manejo, reduzindo o risco tanto de infecção quanto de rejeição, e representa um dos principais avanços recentes em medicina de transplantes.

O tratamento das infecções oportunistas requer terapia direcionada e início precoce. Antivirais como ganciclovir e valganciclovir continuam sendo o padrão-ouro para CMV, embora resistências emergentes tenham impulsionado o uso de maribavir e foscarnet em casos refratários (Rubin; Fishman, 2023). Infecções por EBV com suspeita de doença linfoproliferativa pós-transplante (PTLD) exigem redução gradual da imunossupressão e uso de rituximabe. Já as infecções fúngicas invasivas, como aspergilose e mucormicose, demandam antifúngicos triazólicos (voriconazol, isavuconazol) ou equinocandinas, associados, em situações específicas, à remoção de tecidos necróticos e controle ambiental (Singh; Patterson, 2021). A abordagem terapêutica também deve considerar interações medicamentosas e nefrotoxicidade, uma vez que os agentes antifúngicos e antivirais frequentemente alteram o metabolismo de imunossupressores.

Nos últimos anos, observa-se um movimento crescente em direção a abordagens



Edição: Vol. 02 Nº. 04 (2025)

Approved: 07/10/2025

DOI: <https://doi.org/10.70579/pl.v2i4.97>

imunomodulatórias e terapias inovadoras, com destaque para o uso de anticorpos monoclonais neutralizantes e imunoglobulinas específicas para CMV e EBV, bem como o desenvolvimento de vacinas terapêuticas direcionadas a vírus latentes em receptores de alto risco (Fishman, 2022). Estratégias de terapia celular, incluindo a infusão de linfócitos T específicos para CMV e EBV, têm mostrado resultados promissores em ensaios clínicos de fase inicial, representando um avanço significativo rumo à imunoterapia personalizada em transplantes (Leen et al., 2020).

Dessa forma, a prevenção e o tratamento das infecções oportunistas exigem uma visão interdisciplinar e dinâmica, que integre infectologia, imunologia, farmacologia e biotecnologia. O êxito terapêutico depende da capacidade de identificar precocemente o risco, modular adequadamente a imunossupressão e aplicar medidas profiláticas baseadas em evidências. Mais do que tratar episódios infecciosos isolados, o desafio atual consiste em construir modelos de gestão integrada da imunidade — capazes de equilibrar o controle da rejeição e a defesa antimicrobiana, prolongando a sobrevida do enxerto e melhorando a qualidade de vida dos receptores (Kotton; Fishman, 2024; Fishman, 2022).

### 3 METODOLOGIA

Este estudo caracteriza-se como uma revisão narrativa de literatura, de natureza qualitativa e exploratória, voltada à análise das infecções oportunistas em receptores de transplante de órgãos sólidos e das principais estratégias preventivas e terapêuticas descritas na literatura recente. Optou-se por esse delineamento metodológico por permitir a integração crítica de evidências clínicas, microbiológicas e imunológicas, oferecendo uma compreensão abrangente do tema (Rother, 2007; Pereira et al., 2018).

A pesquisa bibliográfica foi realizada nas bases de dados *PubMed/MEDLINE*, *Scopus*, *Web of Science* e *SciELO*, entre janeiro e setembro de 2025, utilizando descritores combinados por operadores booleanos: “opportunistic infections”, “solid organ transplantation”, “prophylaxis”, “therapy” e “immunosuppression”. Foram incluídos



Edição: Vol. 02 Nº. 04 (2025)

Approved: 07/10/2025

DOI: <https://doi.org/10.70579/pl.v2i4.97>

artigos publicados entre 2015 e 2025, em português, inglês ou espanhol, que abordassem aspectos relacionados à profilaxia, diagnóstico e tratamento das infecções oportunistas em transplantados. Excluíram-se relatos de caso, editoriais e estudos experimentais sem correlação clínica direta.

Os estudos selecionados foram analisados por leitura crítica e categorização temática, agrupando-se os achados em três eixos centrais: (1) imunossupressão e vulnerabilidade infecciosa; (2) agentes etiológicos e espectro clínico; e (3) estratégias preventivas e terapêuticas. O tratamento dos dados seguiu a lógica da análise temática interpretativa, conforme Braun e Clarke (2006), permitindo a identificação de padrões conceituais e convergências teóricas.

Foram priorizadas publicações indexadas em periódicos de alto impacto e diretrizes emitidas por entidades internacionais como a *Infectious Diseases Society of America (IDSA)*, *Transplantation Society (TTS)* e *European Society for Organ Transplantation (ESOT)* (Kotton et al., 2024; Fishman, 2022). Por basear-se em fontes secundárias de domínio público, o estudo dispensa apreciação ética, conforme a Resolução nº 510/2016 do Conselho Nacional de Saúde (Brasil, 2016).

#### 4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

A análise das publicações selecionadas evidenciou avanços significativos na compreensão e manejo das infecções oportunistas em receptores de transplante de órgãos sólidos, especialmente no campo da profilaxia antiviral e antifúngica, da imunovigilância personalizada e da integração de terapias imunomodulatórias. Observou-se que o progresso na identificação molecular dos agentes etiológicos e na estratificação do risco infeccioso tem contribuído para reduzir a mortalidade e prolongar a sobrevida dos enxertos (Fishman, 2022; Hirsch et al., 2021).

Os resultados demonstram que a relação entre imunossupressão e infecção permanece o principal eixo de vulnerabilidade clínica. O uso combinado de



Edição: Vol. 02 Nº. 04 (2025)

Approved: 07/10/2025

DOI: <https://doi.org/10.70579/pl.v2i4.97>

corticosteroides, inibidores da calcineurina e antimetabólitos continua indispensável para prevenir rejeição, mas acarreta supressão profunda da imunidade celular, favorecendo reativações virais e infecções fúngicas invasivas (Rubin; Fishman, 2023). Estudos recentes reforçam a importância da monitorização da carga imunossupressora, tanto farmacológica quanto imunológica, utilizando testes como o *ImmuKnow® assay*, que avalia a função linfocitária residual e orienta ajustes individualizados (Barton et al., 2022).

Quanto aos agentes infecciosos, o *citomegalovírus (CMV)* permanece como o patógeno mais relevante no pós-transplante, não apenas por sua alta incidência, mas por seu impacto indireto sobre o sistema imune e a função do enxerto. A implementação de estratégias de terapia pré-emptiva e o uso ampliado de antivirais de nova geração, como o letermovir, reduziram consideravelmente os episódios de doença invasiva (Kotton et al., 2024). Paralelamente, as infecções fúngicas invasivas, notadamente por *Aspergillus* e *Candida spp.*, continuam associadas a altas taxas de mortalidade, apesar dos avanços terapêuticos com posaconazol e isavuconazol (Singh; Patterson, 2021).

No campo da prevenção, destaca-se a consolidação de protocolos de profilaxia combinada, que incluem o uso simultâneo de antivirais, antibacterianos e antifúngicos de acordo com o perfil de risco do paciente e o tipo de órgão transplantado. Essa abordagem integrada, associada ao monitoramento molecular, tem permitido reduzir de forma expressiva as hospitalizações por infecção e as complicações relacionadas à rejeição mediada por inflamação viral (Pagano et al., 2022). Ademais, a vacinação prévia contra agentes imunopreveníveis, como influenza, hepatite B e pneumococo, tem sido reconhecida como medida essencial no preparo pré-transplante (Kumar; Allen, 2021).

Outro aspecto relevante identificado foi o avanço das terapias imunobiológicas e celulares. Ensaios clínicos recentes relatam resultados promissores com o uso de linfócitos T específicos para CMV e EBV, capazes de restaurar a imunidade antiviral sem provocar rejeição aguda, representando um marco rumo à imunoterapia personalizada (Leen et al., 2020). Ainda que tais abordagens estejam em estágios iniciais, elas apontam



Edição: Vol. 02 Nº. 04 (2025)

Approved: 07/10/2025

DOI: <https://doi.org/10.70579/pl.v2i4.97>

para uma tendência de substituição gradual da profilaxia empírica por estratégias guiadas por marcadores imunológicos e genéticos.

De forma geral, os estudos analisados convergem quanto à necessidade de um modelo de gestão integrada da imunidade, em que o controle infeccioso e a manutenção do enxerto sejam tratados como processos interdependentes. A consolidação de protocolos baseados em risco, o uso racional de antimicrobianos e a vigilância imunológica contínua emergem como pilares de uma prática clínica mais segura, eficiente e sustentável. O desafio atual reside em adaptar essas estratégias à realidade de diferentes sistemas de saúde, especialmente em países em desenvolvimento, onde as limitações de infraestrutura e acesso a medicamentos de alto custo ainda comprometem os desfechos clínicos (Silva; Martins, 2021).

Em síntese, os resultados desta revisão indicam que o futuro do manejo das infecções oportunistas em transplantes está na personalização da imunossupressão e na integração entre biotecnologia, farmacologia e medicina de precisão, possibilitando maior equilíbrio entre a proteção do enxerto e a preservação da imunidade do paciente (Fishman, 2022; Kotton et al., 2024).

## 5 CONCLUSÃO

As infecções oportunistas em receptores de transplante de órgãos sólidos continuam representando um dos maiores desafios da medicina contemporânea, exigindo estratégias terapêuticas que conciliem o controle imunológico e a preservação do enxerto. A análise da literatura evidencia que o sucesso no manejo dessas infecções depende de uma abordagem integrada, que envolva a avaliação individual do risco, a profilaxia direcionada e o monitoramento contínuo da função imunológica e microbiológica dos pacientes.

A evolução tecnológica e o aprimoramento das práticas clínicas permitiram avanços significativos na detecção precoce de patógenos, na definição de protocolos



Edição: Vol. 02 Nº. 04 (2025)

Approved: 07/10/2025

DOI: <https://doi.org/10.70579/pl.v2i4.97>

profiláticos e na introdução de antivirais e antifúngicos mais seguros e eficazes. Ainda assim, a emergência de microrganismos resistentes e as limitações econômicas e estruturais enfrentadas por muitos sistemas de saúde permanecem como barreiras relevantes à efetividade das intervenções.

A consolidação de modelos de imunovigilância personalizada e o desenvolvimento de terapias celulares específicas indicam uma nova era no manejo das infecções pós-transplante, na qual a individualização terapêutica poderá reduzir eventos adversos e otimizar a sobrevida do paciente e do enxerto. O futuro da transplantologia, portanto, caminha para uma medicina de precisão, sustentada na integração entre biotecnologia, imunologia e prática clínica, voltada à manutenção do equilíbrio entre tolerância imunológica e defesa antimicrobiana.

## REFERÊNCIAS

- BARTON, T. D. et al. **Measuring cellular immune function in solid organ transplant recipients: The role of ImmuKnow and related assays.** Transplantation Reviews, v. 36, n. 4, p. 100752, 2022.
- BRASIL. **Resolução nº 510, de 7 de abril de 2016.** Diário Oficial da União, Brasília, 24 maio 2016.
- BRAUN, V.; CLARKE, V. **Using thematic analysis in psychology.** Qualitative Research in Psychology, v. 3, n. 2, p. 77–101, 2006.
- DIERICKX, D.; HABERMANN, T. M. **Post-transplantation lymphoproliferative disorders in adults.** New England Journal of Medicine, v. 378, n. 6, p. 549–562, 2018.
- EBMT. **Handbook of Transplant Infections.** 8. ed. London: Springer, 2024.
- FISHMAN, Jay A. **Infection in Organ Transplantation: Risk and Evolving Challenges.** New England Journal of Medicine, v. 386, n. 14, p. 1358–1370, 2022.
- HIRSCH, H. H. et al. **Infectious complications in solid organ transplantation: Essential updates 2021.** Clinical Microbiology and Infection, v. 27, n. 10, p. 1331–1340, 2021.



Edição: Vol. 02 Nº. 04 (2025)

Approved: 07/10/2025

DOI: <https://doi.org/10.70579/pl.v2i4.97>

---

ISHMAN, Jay A. **Infection in Organ Transplantation: Risk and Evolving Challenges**. New England Journal of Medicine, v. 386, n. 14, p. 1358–1370, 2022.

KATZ, S. E. et al. **Nocardia infections after solid organ transplantation: A multicenter review**. Transplant Infectious Disease, v. 25, n. 1, e14072, 2023.

KOTTON, C. N. et al. **The Third International Consensus Guidelines on the Management of Cytomegalovirus in Solid-organ Transplantation**. Transplantation, v. 102, n. 6, p. 900–931, 2018.

KOTTON, C. N. et al. **Transplant Infectious Disease Guidelines: 2024 Update from the Transplantation Society and IDSA**. Transplant Infectious Disease, v. 26, n. 3, e14012, 2024.

KUMAR, D.; ALLEN, U. **Vaccination in solid organ transplant recipients**. Current Opinion in Infectious Diseases, v. 34, n. 4, p. 309–317, 2021.

LEEN, A. M. et al. **Multivirus-specific T cells for the treatment of viral infections in transplant recipients**. Blood, v. 135, n. 11, p. 863–876, 2020.

PAGANO, L. et al. **Epidemiology and treatment of invasive fungal infections in transplant recipients**. Journal of Fungi, v. 8, n. 9, p. 937–954, 2022.

PEREIRA, M. G. et al. **Metodologia científica aplicada à pesquisa em saúde**. São Paulo: Manole, 2018.

ROTHER, E. T. **Revisão narrativa: quando e por que utilizar esse tipo de revisão**. Acta Paulista de Enfermagem, v. 20, n. 2, p. 3–8, 2007.

RUBIN, R. H.; FISHMAN, J. A. **Infectious disease complications of organ transplantation**. Current Opinion in Infectious Diseases, v. 36, n. 2, p. 101–110, 2023.

SILVA, C. R.; MARTINS, R. G. **Determinantes sociais da saúde e infecções oportunistas no contexto latino-americano**. Cadernos de Saúde Pública, v. 37, n. 12, e00123421, 2021.

SINGH, N.; PATTERSON, T. F. **Invasive fungal infections in transplant recipients: New insights and future directions**. Lancet Infectious Diseases, v. 21, n. 11, p. e409–e421, 2021.