

Impactos da Pandemia de COVID-19 nas Atividades de Doação e Transplante de Órgãos: Cenário Global

Josélio Emar de Araújo Queiroz^{1*} , Francisco Álisson Paula de França¹ , Rodrigo Fonseca Lima¹ ,
Rafael Santos Santana¹ , Elivan Silva Souza¹ , Fernando Antibas Atik² , José Osmar
Medina de Abreu Pestana³ , Lídia Einsfeld^{1,4} 

1.Universidade de Brasília  – Faculdade de Ciências da Saúde – Laboratório de Evidências e Estudos Farmacêuticos – Departamento de Farmácia – Brasília (DF), Brasil.

2.Instituto de Cardiologia do Distrito Federal  – Brasília (DF), Brasil.

3.Universidade Federal de São Paulo  – Faculdade de Medicina – São Paulo (SP), Brasil.

4.Universidade Federal do Rio Grande do Sul  – Hospital de Clínicas de Porto Alegre – Porto Alegre (RS), Brasil.

*Autor correspondente: subslefar@gmail.com

Editora de Seção: Ilka de Fátima Santana F. Boin 

Recebido: Mar. 8, 2026 | Aprovado: Jul. 10, 2026

RESUMO

O objetivo deste estudo foi avaliar o impacto da pandemia de COVID-19 no processo de doação e transplante no contexto global.

Métodos: Foi realizado um estudo ecológico de 2017 a 2021, examinando o número de doadores e transplantes, bem como os casos e óbitos relacionados à COVID-19. A análise de regressão linear simples foi utilizada em dois blocos: entre 2017 e 2020 e entre 2017 e 2021. Foram consideradas taxas por milhão de habitantes para avaliar os impactos. **Resultados:** O estudo incluiu 10 países, e Portugal apresentou o impacto mais significativo na taxa de doadores efetivos, com redução de 4.463,8 (intervalo de confiança de 95% [95%CI] -5.103,2--3.824,4), seguido por Espanha (-3.964,4; 95%CI: -5.850,2--2.078,6), México (-3.879,3; 95%CI -4.688,6--3.069,9) e Austrália (-309; 95%CI -565,3--52,7), ao contrário dos Estados Unidos, que apresentaram aumento. Em termos de taxas de transplante, destacam-se Brasil, Portugal, Espanha, França, Irã e México, que apresentaram redução. **Conclusão:** A pandemia de COVID-19 causou impactos significativos no processo de doação e transplante em diversos países, e a caracterização desses efeitos é fundamental para a retomada das atividades.

Descritores: Atenção à Saúde; COVID-19; Indicadores e Reagentes; Transplante de Órgãos.

Impacts of the COVID-19 Pandemic on Organ Donation and Transplantation Activities: Global Scenario

ABSTRACT

The objective of this study was to assess the impact of the COVID-19 pandemic on the donation and transplant process in the global context. **Methods:** An ecological study was conducted from 2017 to 2021, examining the numbers of donors and transplants, as well as cases and deaths related to COVID-19. Simple linear regression analysis was used in two blocks: between 2017 and 2020, and between 2017 and 2021. We considered rates per million population to assess the impacts. **Results:** The study included 10 countries, and Portugal showed the most significant impact on the effective donor rate, with a decrease of 4,463.8 (95% confidence interval [95%CI] -5,103.2--3,824.4), followed by Spain (-3,964.4; 95%CI -5,850.2--2,078.6), Mexico (-3,879.3; 95%CI -4,688.6--3,069.9), and Australia (-309; 95%CI -565.3--52.7), unlike the United States of America, which showed an increase. In terms of transplant rates, Brazil, Portugal, Spain, France, Iran, and Mexico stood out, also showing decreases. **Conclusion:** The COVID-19 pandemic had significant impacts on the donation and transplant process in several countries, and characterizing these effects is fundamental to resuming activities.

Descriptors: Delivery of Health Care; COVID-19; Indicators and Reagents; Organ Transplantation.

INTRODUÇÃO

O transplante de órgãos é uma terapia utilizada em quadros clínicos graves, nos quais o paciente, geralmente devido a patologias crônicas, necessita substituir seu órgão lesionado por outro com funções preservadas. O processo de realização de um transplante não é apenas complexo, envolvendo várias etapas, mas também requer uma abordagem multidisciplinar e uma estrutura hospitalar robusta e de alta qualidade.¹⁻³

Nesse contexto, o transplante de órgãos costuma ser a única opção terapêutica para pacientes com falência terminal de diferentes órgãos vitais. No processo de doação e transplante, o binômio doador-receptor é inseparável, e as etapas de identificação, diagnóstico de morte cerebral, validação do doador em potencial, entrevista com a família e logística da retirada do órgão para doação são passos essenciais para a realização do transplante.⁴

O comportamento heterogêneo dos sistemas de saúde dos países em relação ao impacto da pandemia causada pela nova doença por coronavírus (SARS-CoV-2/COVID-19) apresentou resultados distintos na manutenção das atividades de doação e transplante. A diminuição do número de doadores efetivos e, conseqüentemente, a redução no número de transplantes de órgãos prolongam as listas de espera, causam um aumento na mortalidade de pacientes com indicação para transplantes e agravam as disparidades no acesso a essa terapia.⁵

Em suma, a pandemia global causada pelo novo coronavírus impactou significativamente as atividades de doação e transplante em todo o mundo.⁶⁻⁹ As incertezas quanto ao agravamento da doença, as dificuldades na realização do diagnóstico laboratorial da COVID-19 em potenciais doadores e receptores, com a conseqüente ineligibilidade dos doadores, e a mobilização de profissionais de saúde que atuam em atividades de doação e transplante para compor equipes de combate à COVID-19, além da realocação de leitos de urgência e emergência para o atendimento à pandemia, estão entre os principais fatores responsáveis pelas mudanças no processo de doação e transplante relatadas em países da Europa e da Ásia, como Espanha, França, Portugal e Irã.¹⁰⁻¹²

Nos Estados Unidos da América, após a Organização Mundial da Saúde (OMS) ter anunciado o estado de emergência de saúde pública, os órgãos responsáveis pela gestão da política de doação e transplante agiram rapidamente na elaboração de regulamentações com diretrizes sobre as atividades no contexto da pandemia, a fim de proteger os pacientes, dada a falta de conhecimento sobre a COVID-19 e a indisponibilidade de recursos e exames diagnósticos. Além disso, diretrizes para a suspensão das atividades eletivas de transplante de órgãos foram implementadas por órgãos reguladores no Brasil, na Argentina, no México, no Canadá e na Austrália.¹³⁻¹⁵

Com a disponibilidade de testes diagnósticos para a COVID-19, uma melhor compreensão da doença, a publicação de estudos iniciais sobre o uso de doadores reativos ao vírus e, acima de tudo, o avanço da vacinação, os países começaram a trabalhar para recuperar o número de doadores e transplantes.¹⁶ O sistema de transplantes norte-americano é um exemplo notável de adaptação ao cenário pandêmico, tendo mantido com sucesso os números de transplantes e alcançado um número recorde de doadores efetivos. No entanto, devido às dificuldades econômicas, representadas pela queda nos indicadores do produto interno bruto (PIB), combinadas com as dificuldades mencionadas anteriormente, vários países reconhecidos por essa atividade não conseguiram se adaptar a esse novo cenário. Eles enfrentaram dificuldades para retornar aos parâmetros pré-pandêmicos em termos de resultados de doadores e transplantes.¹⁴

As conseqüências da pandemia de COVID-19 sobre as ações de doação e transplante são graves, evidenciadas pela redução significativa no número de doadores efetivos e pela suspensão dos transplantes de doadores vivos, o que levou a um aumento no tempo de espera nas listas de transplante, culminando em um aumento da mortalidade. Como resultado desse cenário, alguns centros de saúde interromperam as atividades de suas equipes de doação e transplante. Além disso, a mortalidade de pacientes transplantados por COVID-19 tem sido maior do que a da população em geral.¹⁷

Nesse contexto, considerando a produção científica limitada sobre o tema e sua relevância para o enfrentamento de situações de emergência na área da saúde, como as citadas anteriormente, este artigo teve como objetivo avaliar os impactos da pandemia de COVID-19 no processo de doação e transplante em um contexto global.

MÉTODOS

Este estudo foi de caráter populacional, ecológico, transversal e analítico. Foram utilizadas bases de dados de repositórios internacionais, que forneceram registros sobre o número de doadores e transplantes de órgãos, bem como dados sobre a pandemia de COVID-19 e indicadores socioeconômicos e demográficos.

Os dados compilados, referentes ao número de doações e transplantes de órgãos, foram extraídos do banco de dados do Registro Internacional de Doação e Transplante de Órgãos (IRODaT, acrônimo em inglês)¹⁸, das estatísticas do *site* do Eurotransplant¹⁹, dos dados do Observatório Global de Doação e Transplante (GODT, acrônimo em inglês)²⁰ e dos dados disponibilizados por órgãos governamentais nos países elegíveis.^{21,22} Os números relacionados ao contágio e às mortes por COVID-19 foram extraídos das tabelas da OMS e dos painéis da Universidade John Hopkins.^{23,24} As informações relacionadas aos indicadores socioeconômicos foram coletadas por meio dos indicadores do Banco Mundial e dos bancos de dados das Nações Unidas.^{25,26}

Para a seleção dos países, com base no critério de representatividade no período anterior à pandemia, utilizando dados dos anos de 2017 a 2021, foram utilizados os seguintes critérios: seleção de nações com mais de 500 transplantes por ano, população superior a 10 milhões de habitantes e cujos dados de doação e transplante fossem de domínio público para tabulação e análise. Assim, com exceção do continente africano, onde nenhum país atendeu ao critério de atividade transplantatória, os países selecionados representavam pelo menos um exemplo de sistema de transplantes em cada continente. Portanto, os países que atenderam aos critérios de elegibilidade foram Argentina, Austrália, Brasil, Canadá, Espanha, Estados Unidos da América, França, México, Irã e Portugal.

Para qualificar a comparação dos valores dos dados relativos a doadores efetivos, transplantes de órgãos realizados, número de órgãos transplantados por doador e casos e mortes por COVID-19, adotou-se a razão numérica absoluta por milhão de habitantes (PMH).

A análise descritiva dos dados foi realizada utilizando valores absolutos, média e desvio-padrão. Para avaliar a associação entre a taxa de casos e óbitos por COVID-19 no PMH e as taxas de doadores efetivos, o número total de transplantes realizados e o número de órgãos transplantados por doador, utilizou-se a regressão linear simples para calcular o coeficiente beta e seu respectivo intervalo de confiança de 95% (IC 95%), considerado estatisticamente significativo com valor $p < 0,05$.

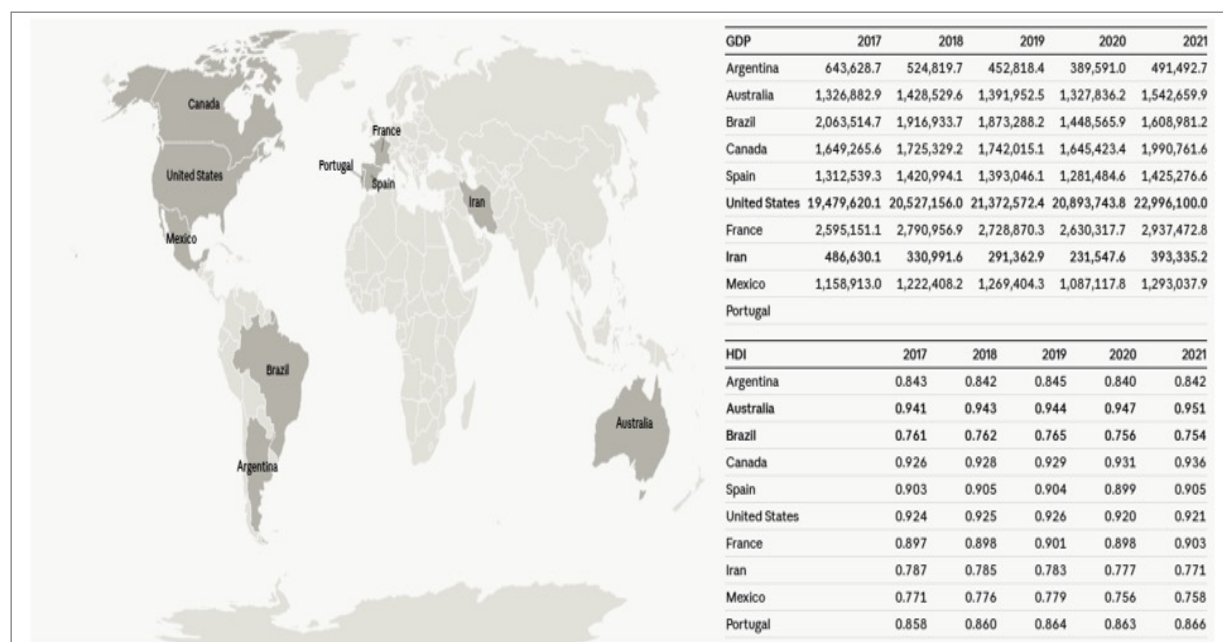
A regressão linear simples foi utilizada em dois blocos: taxas de 2017 a 2020, uma vez que este último ano representa o início da pandemia de COVID-19, a fim de avaliar seus impactos nos indicadores de doação e transplante de órgãos utilizados; e taxas de 2017 a 2021, para avaliar se os impactos persistiram mesmo no segundo ano da pandemia ou para identificar possíveis impactos tardios.

Para a análise dos dados, foi utilizado o programa estatístico STATA (número de série: 3016063315062, versão 16.1)²⁷.

RESULTADOS

O estudo abrangeu 10 países: Argentina, Austrália, Brasil, Canadá, Espanha, Estados Unidos da América, França, Irã, México e Portugal. Os dados apresentados na Fig. 1 demonstram que todos os países registraram uma redução no PIB de 2019 a 2020, provavelmente devido à pandemia de COVID-19. O Brasil (-23%) e o Irã (-21%) registraram as quedas mais significativas. Nos Estados Unidos da América, a redução foi a menor (-2%), o que pode ser considerado estável. Ao analisar a variação do PIB entre 2020 e 2021, todos os países apresentaram recuperação, com o Irã alcançando 70%. O Brasil se destacou, pois, apesar do aumento (11%), foi o único país entre os selecionados cuja melhora não foi suficiente para superar a redução nesse indicador e ultrapassar os valores apresentados em 2019.

No que diz respeito ao índice de desenvolvimento humano, considerando o mesmo período, com exceção da Austrália e do Canadá — que registraram crescimentos de 0,3% e 0,2%, respectivamente —, todos os países apresentaram uma redução no indicador de 2019 a 2020. Em 2021, a maioria dos países registrou um aumento nesse indicador em relação ao ano anterior, mas países como o Brasil e o Irã continuaram apresentando uma redução, conforme mostrado na Fig. 1.



Fonte: adaptado do Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento²⁵ e do Banco Mundial²⁶.

Figura 1. Países selecionados no estudo com valores do produto interno bruto (PIB) e índice de desenvolvimento humano (IDH) de 2017 a 2021.

Os 10 países selecionados, juntos, tinham uma população média de 98.500.000 ($\pm$ 97.200.000) habitantes entre os anos de 2017 e 2021, 2.279 ($\pm$ 3.390) doadores efetivos por ano, 7.036 ($\pm$ 10.929) transplantes por ano, 1.209 ($\pm$ 1.874) doadores vivos e uma média de 2,6 ($\pm$ 0,4) órgãos transplantados por doador no mesmo período. Na Tabela 1, com base na taxa de doadores efetivos PMH, observa-se uma redução significativa no número de doadores em todos os países do estudo com o início da pandemia. A variação por milhão de habitantes na Argentina, comparando os números de 2019 e 2020, foi de -50%. No México, a variação foi de -68,9%, e no Irã, de -46%. Os Estados Unidos da América foram uma exceção, uma vez que, mesmo diante da pandemia, conseguiram manter um crescimento no número de doadores PMP a uma taxa de 5,3% ($n = 718$ doadores efetivos). Ao analisar a diferença percentual entre 2020 e 2021, apesar do declínio contínuo na Austrália (-9,9%) e no Canadá (-1,0%), é evidente um cenário de recuperação.

Da mesma forma, o desempenho dos transplantes de órgãos foi fortemente afetado desde o início da COVID-19. Todos os países estudados apresentaram uma redução no número de transplantes PMH de 2019 a 2020, sendo que o México (-69,5%), a França (-46,8%) e a Argentina (-45,2%) registraram as porcentagens de queda mais significativas. Ao comparar a variação entre 2020 e 2021, observa-se, em geral, que os países apresentaram um retorno ao padrão pré-pandêmico de transplantes, com exceção da Austrália, que continuou a registrar queda (2019/2020: -14% e 2020/2021: -6,4%) e o Brasil, com recuperação mínima (2019/2020: -20,2% e 2020/2021: 0,3%), conforme pode ser visto na Tabela 1.

Tabela 1. Doadores efetivos são a taxa por milhão de habitantes, a taxa de transplante de órgãos por milhão de habitantes e suas respectivas médias e desvio padrão (SD), de 2017 a 2021.

Variáveis/países	2017	2018	2019	2020	2021	Média (DP)
Taxa de doadores efetivos (por milhão de habitantes)						
Argentina	13,4	15,7	19,6	9,8	13,9	14,5 (3,6)
Austrália	20,7	22,7	21,8	18,2	16,4	20,0 (2,6)
Brasil	16,3	16,7	17,7	14,2	16,4	16,3 (1,3)
Canadá	21,9	20,1	21,9	19,5	19,3	20,5 (1,3)
Espanha	47,1	48,3	49,6	38,0	40,2	44,6 (5,2)
Estados Unidos	31,7	32,8	36,1	38,0	41,9	36,1 (4,1)
França	29,7	28,9	33,3	23,2	24,7	27,9 (4,1)
Irã	11,4	11,3	14,3	7,8	11,1	11,2 (2,3)
México	4,5	4,1	4,5	1,4	2,0	3,3 (1,5)
Portugal	34,0	33,6	33,7	24,8	29,2	31,1 (4,0)
Taxa de transplante de órgãos (por milhão de habitantes)						
Argentina	45,4	49,8	54,0	29,6	41,9	44,1 (9,3)
Austrália	70,8	74,3	68,7	59,1	55,3	65,6 (8,1)
Brasil	41,6	42,0	43,6	34,8	34,9	39,4 (4,2)
Canadá	82,1	77,0	82,3	70,2	72,0	76,7 (5,6)
Espanha	112,9	113,7	115,6	93,5	100,5	107,3 (9,7)
Estados Unidos	107,9	112,6	121,5	118,8	119,9	116,1 (5,7)
França	95,1	90,3	99,8	53,1	81,8	84,0 (18,5)
Irã	38,8	37,8	37,3	22,3	32,2	33,7 (6,9)
México	27,6	27,0	25,9	7,9	17,0	21,1 (8,5)
Portugal	85,7	79,4	82,3	66,0	71,4	77,0 (8,1)

Fonte: Registro Internacional em Doação e Transplante de Órgãos.¹⁸

Ao analisar os casos e as mortes por COVID-19 PMH de cada país em 2020 e 2021, observa-se que há heterogeneidade entre as nações selecionadas. Em relação aos casos de COVID-19 (PMH), os Estados Unidos da América registraram os valores mais elevados, com 60.352,3 em 2020 e 161.948,8 em 2021, enquanto na Austrália os valores foram de 1.108,8 e 16.611 no mesmo período, respectivamente. Quanto ao número de mortes por COVID-19 (PMH), a Espanha registrou 1.151,7 e o México, 1.171,6, representando as taxas mais altas em 2020, enquanto o Brasil, com 2.888,4, e a Argentina, com 2.707,7, apresentaram os números mais elevados em 2021. Da mesma forma que no número de casos, conforme mostrado na Tabela 2, a Austrália apresentou as menores taxas de mortalidade, com 35,4 e 86,9 em 2020 e 2021, respectivamente.

Os dados da Tabela 3 mostram o impacto de uma variação unitária PMH de casos e mortes por COVID-19 no número de doadores efetivos em dois intervalos: 2017–2020 e 2017–2021. No primeiro intervalo, considerando os valores de significância estatística na taxa de casos de COVID-19, Portugal registrou o impacto mais significativo entre os países do estudo, com uma diminuição de 4.463,8 (IC 95%: -5.103,2 a -3.824,4) na taxa de doadores efetivos por milhão de habitantes, seguido pela Espanha (-3.964,4; IC 95% -5.850,2 (-2.078,6), México -3.879,3; IC 95% -4.688,6 – -3.069,9) e Austrália (-309,0; IC 95% -565,3 – -52,7) (Tabela 3).

Tabela 2. Taxa de casos de COVID-19 e taxa de mortalidade por COVID-19 por milhão de habitantes (PMH) e suas respectivas médias e desvio padrão (DP) em 2020 e 2021.

Variáveis/países	2020	2021	Média (DP)
Taxa de casos de COVID-19 (por milhão de habitantes)			
Argentina	36.184,2	131.119,5	83.651,9 (67.129,4)
Austrália	1.108,8	16.611,0	8.859,9 (10.961,7)
Brasil	36.119,7	103.988,8	70.054,2 (47.990,7)
Canadá	15.526,5	57.227,7	36.377,1 (29.487,2)
Espanha	42.023,8	141.572,4	91.798,1 (70.391,5)
Estados Unidos	60.352,5	161.948,8	111.150,7 (71.839,4)
França	40.457,3	153.904,1	97.180,7 (80.219,0)
Irã	14.176,6	70.463,6	42.320,1 (39.801,0)
México	11.878,5	32.003,3	21.940,9 (14.230,4)
Portugal	41.159,7	137.310,2	89.234,9 (67.988,7)
Taxa de mortes por COVID-19 (por milhão de habitantes)			
Argentina	961,9	2.707,7	1.834,8 (1.234,5)
Austrália	35,4	86,9	61,2 (36,4)
Brasil	916,6	2.888,4	1.902,5 (1.394,3)
Canadá	415,5	794,6	605,0 (268,1)
Espanha	1.151,7	1.908,8	1.530,3 (535,4)
Estados Unidos	1.078,6	2.435,7	1.757,2 (959,6)
França	1.016,5	1.879,1	1.447,8 (609,9)
Irã	635,1	1.497,2	1.066,2 (609,6)
México	1.171,6	2.409,8	1.790,7 (875,6)
Portugal	684,1	1.844,1	1.264,1 (820,2)

Fonte: Organização Mundial da Saúde²³ e Centro de Recursos sobre Coronavírus Johns Hopkins.²⁴

Tabela 3. Análise da associação entre a taxa de casos de COVID-19 e a taxa de mortes por COVID-19 por cada milhão de habitantes e a taxa efetiva de doadores por cada milhão de habitantes entre 2017 e 2020 e entre 2017 e 2021.

Modelo/países	2017–2020			2017–2021		
	Coeficiente beta	IC 95%	Valor p	Coeficiente beta	IC 95%	Valor p
Taxa de doadores efetivos e taxa de casos de COVID-19 (por milhão de habitantes)						
Argentina	-3.419,6	-11.729,9–4.890,7	0,219	-3.740,4	-32.062,2–24.581,4	0,703
Austrália	-309,0	-565,3–-52,7	0,035	-2.479,7	-5.590,1–630,7	0,085
Brasil	-1.105,6	-24.973,6–2.962,4	0,077	-11.436,3	-71.245,2–48.372,5	0,586
Canadá	-5.43,4	-15.401,8–4.534,9	0,144	-14.119,1	-39.035,9–10.797,7	0,169
Espanha	-3.964,4	-5.850,2–-2.078,6	0,012	-8.374,0	-24.321,9–7.573,7	0,193
Estados Unidos	8.072,6	-12.019,5–28.164,6	0,226	15.921,6	2.144,1–29.699,1	0,035
França	-4.103,6	-10.762,3–2.555,0	0,118	-10.100,4	-32.515,8–12.314,9	0,247
Irã	-3.102,2	-6.635,5–430,9	0,063	-213,4	-30.029,7–29.602,9	0,983
México	-4.463,8	-5.103,2–-3.824,4	0,001	-7.428,7	-30.358,4–15.500,9	0,378
Portugal	-3.879,3	-4.688,6–-3.069,9	0,002	-7.124,0	-17.962,2–3.714,2	0,128
Taxa de doadores efetivos e taxa de mortes por COVID-19 (por milhão de habitantes)						
Argentina	-90,9	-311,8–130,0	0,219	-97,4	-675,5–480,7	0,629
Austrália	-9,9	-18,1–-1,7	0,035	-15,0	-23,0–-7,0	0,009
Brasil	-279,3	-633,7–75,2	0,077	-291,3	-1.963,9–1.381,3	0,618
Canadá	-145,4	-412,1–121,3	0,144	-235,4	-521,9–51,1	0,079
Espanha	-108,6	-160,3–-57,0	0,012	-150,9	-306–4,1	0,053
Estados Unidos	144,3	-214,8–503,4	0,226	244,6	44,7–444,6	0,030
França	-103,1	-270,4–64,1	0,118	-159,6	-386,8–67,6	0,111
Irã	-139,0	-297,3–19,3	0,063	-78,8	-705,2–547,6	0,716
Portugal	-74,2	-84,8–-63,6	0,001	-112,4	-408,1–183,3	0,313
México	-382,6	-462,5–-302,8	0,002	-596,0	-1.309,4–117,4	0,076

Fonte: adaptado do IRODaT¹⁸, Organização Mundial da Saúde²³ e Centro de Recursos sobre Coronavírus Johns Hopkins.²⁴. IC 95%: intervalo de confiança 95%; valores em negrito: valores estatisticamente significativos.

Ainda no primeiro intervalo, de 2017 a 2020, mas avaliando o impacto da taxa de mortalidade por COVID-19 na taxa efetiva de doadores, o México (-382,6; IC 95% -462,5--302,8), a Espanha (-108,6; IC 95% -160,3--57), Portugal (-74,2; IC 95% -84,8--63,6) e a Austrália (-9,9; IC 95% -18,1--1,7) continuaram a apresentar impactos, mas em proporções menores e diferentes (Tabela 3).

Entre 2017 e 2021, o cenário alterou-se e os Estados Unidos da América registraram um aumento na taxa de doadores efetivos, atingindo 15.921,6 (IC 95% 2.144,1--29.699,1), apesar do aumento do número de casos observado no país. Este aumento foi também observado na avaliação da taxa de mortes relacionadas com a COVID-19 no mesmo período, com um aumento de 244,6 (IC 95%: 44,7--444,6), um cenário que não se verificou na Austrália, que apresentou uma diminuição de 15 (IC 95%: -23 a -7), um valor ainda mais substancial do que o observado no primeiro período (Tabela 3).

No que diz respeito aos impactos dos casos de COVID-19 na taxa de transplantes de órgãos, a regressão linear apresentada na Tabela 4 revelou que o Brasil, com um coeficiente beta de -4.541,5 (IC 95%: -7.714,9 -- -1.368,1) na análise do período de 2017 a 2020, foi o país que sofreu o impacto mais significativo, seguido por Portugal (-2.283,5; IC 95% -4.449,2 -- -117,9), Espanha (-2.014,1; IC 95% -2.682,3 -- -1.345,8), França (-933,0; IC 95% -1.454,6 -- -411,3), Irão (-899,2; IC 95% -1.104,9 -- -693,4) e México (-624,7; IC 95% -763,2 -- -486,2).

Da mesma forma, o Brasil foi o país onde a taxa de mortalidade por COVID-19 mais afetou as atividades de transplante, com reduções na avaliação de 2017 a 2020 (-115,2; IC 95% -195,8 -- -34,7) e de 2017 a 2021 (-4,3; IC 95% -7,8 -- -1,0), ou seja, as mortes relacionadas com a COVID-19 continuaram a provocar uma diminuição na taxa de transplantes até 2021. Outros países também tiveram um impacto significativo na avaliação da associação entre a taxa de mortes por COVID-19 e a taxa de transplantes realizados, tais como o México, a Espanha, o Irã, Portugal e a França, conforme ilustrado na Tabela 4.

Tabela 4. Análise da associação entre a taxa de casos de COVID-19 e a taxa de mortes por COVID-19 por um milhão de habitantes, e a taxa de transplantes por um milhão entre 2017 e 2020 e 2017 e 2021.

Modelo/países	2017–2020			2017–2021		
	Coeficiente beta	IC 95%	Valor p	Coeficiente beta	IC 95%	Valor p
Taxa de transplante e taxa de casos de COVID-19 (por milhão de habitantes)						
Argentina	-1.604,7	-3.306,4--97,0	0,056	-2.355,4	-12.705,4--7.994,5	0,521
Austrália	-79,1	-171,6--13,3	0,066	-683,5	-1.771,7--404,6	0,139
Brasil	-4.541,5	-7.714,9--1.368,1	0,025	-8.978,2	-19.916,5--1.960,1	0,080
Canadá	-1.233,0	-3.006,2--540,1	0,096	-2.966,1	-9.039,8--1.07,6	0,218
Espanha	-2.014,1	-2.682,3--1.345,8	0,006	-4.037,3	-12.933,2--4.858,6	0,244
Estados Unidos	1.932,5	-11.809,3--15.674,3	0,607	5.868,1	-14.146,5--25.882,6	0,420
França	-933,0	-1.454,6--411,3	0,016	-1.160,3	-7.423,6--5.103,1	0,597
Irã	-899,2	-1.104,9--693,4	0,003	-1.416,3	-9.176,4--6.343,9	0,602
Portugal	-2.283,5	-4.449,2--117,9	0,045	-4.648,9	-15.176,0--5.878,3	0,255
México	-624,7	-763,2--486,2	0,003	-989,0	-3.388,6--1.410,6	0,281
Taxa de transplante e taxa de mortalidade por COVID-19 (por milhão de habitantes)						
Argentina	-42,7	-87,9--2,6	0,056	-57,7	-265,1--149,8	0,442
Austrália	-2,5	-5,5--0,4	0,066	-4,3	-7,8--1,0	0,028
Brasil	-115,2	-195,8--34,7	0,025	-243,8	-560,0--72,4	0,091
Canadá	-33,0	-80,4--14,5	0,096	-51,7	-121,2--17,8	0,099
Espanha	-55,2	-73,5--36,9	0,006	-75,7	-166,4--15,0	0,077
Estados Unidos	34,5	-211,1--280,1	0,607	91,8	-210,2--393,7	0,405
França	-23,4	-36,6--10,3	0,016	-26,0	-95,5--43,6	0,321
Irã	-40,3	-49,5--31,1	0,003	-50,3	-200,6--100,0	0,365
Portugal	-38,0	-73,9--2,0	0,045	-67,9	-202,1--66,2	0,205
México	-61,6	-75,3--47,9	0,003	-87,0	-254,4--80,4	0,197

Fonte: adaptado do IRODaT¹⁸, Organização Mundial da Saúde²³ e Centro de Recursos sobre Coronavírus Johns Hopkins²⁴. IC 95%: intervalo de confiança em 95%; Valores em negrito: valores estatisticamente significativos.

Os impactos causados pela pandemia refletiram-se também nos transplantes de doadores vivos e na transplantabilidade (taxa de órgãos transplantados por doador).

DISCUSSÃO

O estudo revelou que a pandemia de COVID-19 teve um impacto profundo nas atividades de doação e transplante de órgãos a nível mundial, resultando em quedas significativas no número de doadores efetivos, transplantes, transplantes de doadores vivos e até mesmo no número de órgãos transplantados por doador, apresentando um comportamento heterogêneo entre os países avaliados.

No que diz respeito ao número de doadores efetivos, todos os países analisados, com exceção dos Estados Unidos da América, apresentaram uma redução. Ao avaliar o impacto dos casos e mortes por COVID-19 no número de doadores efetivos por milhão de habitantes, a análise estatística demonstrou, de um modo geral, um impacto significativo neste indicador, com comportamentos variáveis entre os países estudados. Ou seja, os países com o maior número de casos e mortes por COVID-19, medidos PMH, não foram necessariamente aqueles que registraram a diminuição mais significativa na sua taxa de doadores de órgãos efetivos com o advento da pandemia. A pandemia do novo coronavírus não só afetou os países incluídos neste estudo, como também teve um impacto significativo nos resultados da doação de órgãos em países como a França, a Itália, a Áustria, Israel e o Reino Unido.²⁸⁻³⁰

No que diz respeito ao número de transplantes de órgãos, todos os países registraram uma redução em 2020. No entanto, a Austrália, o Brasil e o Canadá, ao contrário dos outros países, também enfrentaram dificuldades para recuperar o número de transplantes em 2021. A falta de uniformidade no comportamento dos países relativamente ao impacto da pandemia do novo coronavírus nas atividades de transplante, tal como evidenciado pela análise, demonstra que o número de casos e mortes por COVID-19 por milhão de habitantes reagiu de forma diferente à diminuição dos transplantes de órgãos.

À semelhança do que aconteceu com o número de doadores efetivos, os Estados Unidos da América conseguiram superar os dois primeiros anos da pandemia mantendo o número de transplantes. O país investiu em cálculos de cenários e modelos de simulação computacional para tomar decisões sobre a suspensão progressiva das atividades, tendo em conta a análise realizada pelos centros de transplante para a adoção de medidas restritivas.^{31,32} Além disso, a disponibilidade, de forma ajustada, de testes para o diagnóstico da COVID-19, o estágio avançado da vacinação e o acesso rápido a dados e estudos que facilitaram a flexibilização do uso de doadores infectados estão entre os fatores que podem justificar que este cenário seja diferente do de outros países.^{33,34}

Em consequência da pandemia, as atividades de cirurgia eletiva foram suspensas. Consequentemente, muitos países registraram um declínio substancial nos transplantes renais de doador vivo. Outro fator analisado para avaliar a taxa de utilização de órgãos durante este período foi o número de transplantes de órgãos por doador efetivo. O crescimento da taxa de transplantabilidade, possivelmente relacionado à menor utilização de doadores com critérios expandidos, reflete uma dinâmica de transplantes operada sob limites isquêmicos mais rigorosos e tempos de trânsito logístico reduzidos.³⁵⁻³⁷

Os resultados deste estudo demonstram impactos semelhantes aos observados em outras produções científicas, que reconhecem a sobrecarga que a pandemia causou aos sistemas de saúde e a redução substancial nos procedimentos de doação e transplante.⁶ Além disso, os resultados refletem as incertezas quanto ao risco de prosseguir com as atividades de doação e transplante de órgãos no primeiro ano da pandemia, a orientação das instituições no que diz respeito à suspensão das atividades e o aumento do desequilíbrio entre a oferta e a procura de doadores de órgãos com o advento da pandemia, o que aumentou a dificuldade de alocação de órgãos de doadores com critérios expandidos.^{36,38,39}

A pandemia de COVID-19 tem colocado desafios significativos aos sistemas de saúde de vários países. Aspectos como o elevado número de casos e de mortes por COVID-19, as limitações econômicas, o desconhecimento acerca dos riscos, a realocação de profissionais e de estruturas para o atendimento de pacientes com SARS-CoV-2 e, consequentemente, a suspensão das atividades de transplante foram elementos envolvidos no impacto constatado no presente estudo. No entanto, é necessário aprofundar a análise de outros fatores que possam manifestar-se como efeitos residuais da pandemia e ter impacto no processo de transplante.⁴⁰

Assim, como limitação deste estudo, pode-se mencionar a possibilidade de que fatores não medidos também possam ter impacto na associação entre casos e mortes por COVID-19 e os transplantes. Além disso, a impossibilidade de incorporar dados que caracterizem as atividades de transplante nos países estudados pode ter dificultado a análise aprofundada desejada e avaliações mais precisas.

Quanto aos pontos fortes deste estudo, destaca-se a inclusão de países que representam as atividades de transplante de órgãos em diferentes continentes, a avaliação de dados normalizados e a análise da associação entre casos e mortes por COVID-19 e procedimentos de transplante, incluindo não só transplantes de órgãos, mas também vários indicadores neste âmbito, tais como doadores efetivos, transplantes de doadores vivos e órgãos transplantados por doador, o que caracteriza uma avaliação robusta que minimiza erros de interpretação com valores brutos.

Tendo em conta os aspectos identificados neste trabalho, sugere-se a realização de estudos que avaliem os fatores associados à eficácia das atividades de transplante, especificando o comportamento de cada modalidade de transplante de órgãos, a fim de compreender melhor o que minimiza o risco de impactos nessas atividades face a emergências sanitárias, como se verificou durante a pandemia. Além disso, é de grande importância avaliar os impactos a longo prazo da pandemia de COVID-19.

CONCLUSÃO

A pandemia de COVID-19 afetou significativamente as atividades de doação e transplante de órgãos em todo o mundo, resultando numa redução significativa, no aumento das listas de espera, em taxas de mortalidade mais elevadas entre os pacientes com indicação

de transplante e na interrupção de muitas atividades de transplante. Com uma melhor compreensão dos riscos associados à transmissibilidade da COVID-19, da importância das medidas de distanciamento social, do uso de máscaras e das adaptações aos sistemas de doação e transplante em resposta à pandemia, bem como do aumento da população vacinada, os países começaram a retomar as atividades. No entanto, face ao impacto relevante e ao comportamento heterogêneo, alguns países continuam a apresentar dificuldades significativas na retomada desta atividade, que ainda está longe dos resultados registrados antes da pandemia.

CONFLITOS DE INTERESSE

Nada a declarar.

CONTRIBUIÇÃO DOS AUTORES

Concepção e projeto: Queiroz JEA, França FAP e Einsfeld L. **Análise e interpretação dos dados:** França FAP, Lima RF, Santana RS e Souza ES. **Redação do artigo:** Queiroz JEA, França FAP e Lima RF. **Revisão crítica:** Santana RS, Souza ES, Atik FA, Pestana JOMA e Einsfeld L. **Aprovação final:** Queiroz JEA.

DISPONIBILIDADE DE DADOS DE PESQUISA

Os dados que embasam os resultados deste estudo podem ser obtidos junto ao autor correspondente, mediante solicitação fundamentada.

FINANCIAMENTO

Não aplicável.

DECLARAÇÃO DE USO DE FERRAMENTAS DE INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL

Nenhuma ferramenta de inteligência artificial foi utilizada neste estudo.

AGRADECIMENTOS

Não aplicável.

REFERÊNCIAS

1. Medina-Pestana JO, Galante NZ, Tedesco-Silva H Jr, Harada KM, Garcia VD, Abbud-Filho M, Campos HH, Sabbaga E. O contexto do transplante renal no Brasil e sua disparidade geográfica. *J Bras Nefrol.* 2011; 33 (4): 472-84. <https://doi.org/10.1590/S0101-28002011000400014>
2. Westphal GA, Garcia VD, Souza RL, Franke CA, Vieira KD, Birckholz VRZ, Machado MC, Almeida ERB, Machado FO, Sardinha LAC, Wanzuita R, Silvado CES, Costa G, Braatz V, Caldeira Filho M, Furtado R, Tannous LA, Albuquerque AGN, Abdala E, Gonçalves ARR, Pacheco-Moreira LF, Dias FS, Fernandes R, Di Giovanni F, Carvalho FB, Fiorelli A, Teixeira C, Feijó C, Camargo SM, Oliveira NE, David AI, Prinz RAD, Herranz LB, Andrade J. Guidelines for the assessment and acceptance of potential brain-dead organ donors. *Rev Bras Ter Intensiva.* 2016; 28 (3): 220-55. <https://doi.org/10.5935/0103-507X.20160049>
3. Gois RSS, Galdino MJQ, Pissinatti PSC, Pimentel RRS, Carvalho MDB, Haddad MCFL. Efetividade do processo de doação de órgãos para transplantes. *Acta Paul Enferm.* 2017; 30 (6): 621-7. <https://doi.org/10.1590/1982-0194201700089>
4. Garcia CD, Pereira JD, Garcia VD, editors. Doação e transplante de órgãos e tecidos. São Paulo: Segmento Farma; 2015.
5. Soares LS, Brito ES, Magedanz L, França FA, Araújo WN, Galato D. Solid organ transplantation in Brazil: a descriptive study of distribution and access inequalities, 2001–2017. *Epidemiol Serv Saúde.* 2020; 29 (1): e2018512. <https://doi.org/10.5123/S1679-49742020000100014>
6. Weiss MJ, Lalani J, Patriquin-Stoner C, Dieudé M, Hartell D, Hornby L, Shemie SD, Wilson L, Mah A. Summary of international recommendations for donation and transplantation programs during the COVID-19 pandemic. *Transplantation.* 2021;105 (1): 14-7. <https://doi.org/10.1097/TP.0000000000003520>

7. Aubert O, Yoo D, Zielinski D, Cozzi E, Cardillo M, Dürr M, Domínguez-Gil B, Coll E, Silva MID, Sallinen V, Lemström K, Midtvedt K, Ulloa C, Immer F, Weissenbacher A, Vallant N, Basic-Jukic N, Tanabe K, Papatheodoridis G, Menoudakou G, Torres M, Soratti C, Krogh DH, Lefaucheur C, Ferreira G, Silva HT Jr, Hartell D, Forsythe J, Mumford L, Reese PP, Kerbaul F, Jacquelinet C, Vogelaar S, Papalois V, Loupy A. COVID-19 pandemic and worldwide organ transplantation: a population-based study. *Lancet Public Health*. 2021; 6 (10): e709-19. [https://doi.org/10.1016/S2468-2667\(21\)00200-0](https://doi.org/10.1016/S2468-2667(21)00200-0)
8. Huang C, Wang Y, Li X, Ren L, Zhao J, Hu Y, Zhang L, Fan G, Xu J, Gu X, Cheng Z, Yu T, Xia J, Wei Y, Wu W, Xie X, Yin W, Li H, Liu M, Xiao Y, Gao H, Guo L, Xie J, Wang G, Jiang R, Gao Z, Jin Q, Wang J, Cao B. Clinical features of patients infected with 2019 novel coronavirus in Wuhan, China. *Lancet*. 2020; 395 (10223): 497-506. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(20\)30183-5](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(20)30183-5)
9. Gaussen A, Hornby L, Rockl G, O'Brien S, Delage G, Sapir-Pichhadze R, Drews SJ, Weiss MJ, Lewin A. Evidence of SARS-CoV-2 infection in cells, tissues, and organs and the risk of transmission through transplantation. *Transplantation*. 2021; 105 (7): 1405-22. <https://doi.org/10.1097/TP.0000000000003744>
10. Turco C, Lim C, Soubrane O, Malaquin G, Kerbaul F, Bastien O, Conti F, Scatton O. Impact of the first COVID-19 outbreak on liver transplantation activity in France: A snapshot. *Clin Res Hepatol Gastroenterol*. 2021; 45 (4): 101560. <https://doi.org/10.1016/j.clinre.2020.10.005>
11. Ahmadi ZH, Mousavizadeh M, Nikpajouh A, Bahsir M, Hosseini S. COVID-19: A perspective from Iran. *J Card Surg*. 2021; 36: 1672-6. <https://doi.org/10.1111/jocs.15054>
12. Domínguez-Gil B, Coll E, Fernández-Ruiz M, Corral E, del Río F, Zaragoza R, Rubio JJ, Hernández D. COVID-19 in Spain: Transplantation in the midst of the pandemic. *Am J Transplant*. 2020; 20 (9): 2593-8. <https://doi.org/10.1111/ajt.15983>
13. Goff RR, Wilk AR, Toll AE, McBride MA, Klassen DK. Navigating the COVID-19 pandemic: Initial impacts and responses of the Organ Procurement and Transplantation Network in the United States. *Am J Transplant*. 2021; 21 (6): 2100-12. <https://doi.org/10.1111/ajt.16411>
14. Suarez-Pierre A, Choudhury R, Carroll AM, King RW, Iguidbashian J, Cotton J, Colborn KL, Kennealey PT, Cleveland JC, Pomfret E, Fullerton DA. Measuring the effect of the COVID-19 pandemic on solid organ transplantation. *Am J Surg*. 2022; 224 (1): 437-42. <https://doi.org/10.1016/j.amjsurg.2021.12.036>
15. Chadban SJ, McDonald M, Wyburn K, Opdam H, Barry L, Coates PT. Significant impact of COVID-19 on organ donation and transplantation in a low-prevalence country: Australia. *Kidney Int*. 2020; 98 (6): 1616-8. <https://doi.org/10.1016/j.kint.2020.10.007>
16. Kute VB, Godara S, Guleria S, Ray DS, Aziz F, Hegde U, Sharma A, Nayak KS, Siddini V, Sarkar P, Thukral S, Sow Mondal RR, Goswami J, Patel HV, Abraham AM, Pathak V, Anandh U, Jha PK, Bavikar S, Bonu RS, Gulati S, Kumar ABT, Yadav DK. Is it safe to be transplanted from living donors who recovered from COVID-19? Experience from India. *Transplantation*. 2020; 105 (4): 842-50. <https://doi.org/10.1097/TP.0000000000003609>
17. Viana LA, Cristelli MP, Leite VM, Nakamura MR, Custodio LFP, Carneiro VA, Amorim LVP, Martins SBS, Tedesco-Silva H, Medina-Pestana J. Transplanting kidneys from donors with SARS-CoV-2 RNA positivity in Brazil: Early success under surveillance. *Transplantation*. 2022; 106 (12): e517-9. <https://doi.org/10.1097/TP.0000000000004353>
18. International Registry in Organ Donation and Transplantation. 2022 [acesso em: Mar 27, 2022]. Disponível em: <https://www.irodat.org/?p=about>
19. Eurotransplant. Organization. Eurotransplant [acesso em: Mar 27, 2022]. Disponível em: <https://www.eurotransplant.org/about-eurotransplant/organization/>
20. WHO Global Observatory on Donation and Transplantation (GODT). [acesso em: Mar 27, 2022]. Disponível em: <http://www.transplant-observatory.org/>
21. Associação Brasileira de Transplante de Órgãos (ABTO). [citado Mar 27, 2022]. Disponível em: <https://site.abto.org.br/>
22. Brasil. Portal saúde: doação de órgãos e tecidos. Brasil: Ministério da Saúde [acesso em: Mar 13, 2022]. Disponível em: <https://www.gov.br/saude/pt-br/composicao/saes/snt/transplantes>
23. World Health Organization (WHO). COVID-19 Dashboard. [citado Mar 27, 2022]. Disponível em: <https://covid19.who.int>
24. Johns Hopkins Coronavirus Resource Center. New COVID-19 cases worldwide. [acesso em: Mar 26, 2022]. Disponível em: <https://coronavirus.jhu.edu/data/new-cases>
25. United Nations Development Programme. Human Development Reports. United Nations [acesso em: Set 24, 2022]. Disponível em: <https://hdr.undp.org/>
26. The World Bank. Indicators | Data. World Bank [acesso em: Set 7, 2022]. Disponível em: <https://data.worldbank.org/indicator>
27. StataCorp. Stata Statistical Software: Release 16.1. StataCorp; 2020.
28. Legeai C, Malaquin G, Lamotte C, Antoine C, Averland B, Jasseron C, Bayer F, Bastien O, Kerbaul F. Impact of COVID-19 on organ donation and transplantation in France. *Transpl Int*. 2021; 34: 204-6. <https://doi.org/10.1111/tri.13769>
29. Manara AR, Mumford L, Callaghan CJ, Ravanian R, Gardiner D. Donation and transplantation activity in the UK during the COVID-19 lockdown. *Lancet*. 2020; 396 (10249): 465-6. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(20\)31692-5](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(20)31692-5)

30. Katvan E, Cohen J, Ashkenazi T. Organ donation in the time of COVID-19: the Israeli experience—ethical and policy implications. *Isr J Health Policy Res.* 2022; 11: 6. <https://doi.org/10.1186/s13584-022-00519-8>
31. Zhang H, Dai H, Xie X. Solid organ transplantation during the COVID-19 pandemic. *Front Immunol.* 2020; 11: 1392. <https://doi.org/10.3389/fimmu.2020.01392>
32. Bartelt L, van Duin D. An overview of COVID-19 in solid organ transplantation. *Clin Microbiol Infect.* 2022; 28 (6): 779-84. <https://doi.org/10.1016/j.cmi.2022.02.005>
33. Bock MJ, Vaughn GR, Chau P, Berumen JA, Nigro JJ, Ingulli EG. Organ transplantation using COVID-19-positive deceased donors. *Am J Transplant.* 2022; 22 (9): 2203-16. <https://doi.org/10.1111/ajt.17145>
34. Zhang M, Wang G, Li J, Hopp WJ, Lee DD. Pausing transplants in the face of a global pandemic: Patient survival implications. *Prod Oper Manag.* 2022; 32 (5): 10.1111/poms.13697. <https://doi.org/10.1111/poms.13697>
35. Passoni R, Gadonski B, Carvalho ARS, Freitas TVS, Peres LAB. The impact of COVID-19 on kidney transplant activities in Brazil: a descriptive study. *Sao Paulo Med J.* 2023; 14 (1): 60-6. <https://doi.org/10.1590/1516-3180.2021.0956.R1.29042022>
36. Kuramitsu K, Yamanaga S, Osawa R, Hibi T, Yoshikawa M, Toyoda M, Shimata K, Yosuke E, Ono M, Kenmochi T, Sogawa H, Natori Y, Yano H, Chen-Yoshikawa T, Yoshida K, Fukumoto T, Yuzawa K, Egawa H. Impact of COVID-19 on living donor liver and kidney transplantation programs in Japan in 2020. *Transpl Infect Dis.* 2022; 24 (3): e13845. <https://doi.org/10.1111/tid.13845>
37. Hilbrands LB, Duivenvoorden R, Vart P, Franssen CFM, Hemmelder MH, Jager KJ, Kieneker LM, Noordzij M, Pena MJ, de Vries H, Arroyo D, Covic A, Crespo M, Goffin E, Islam M, Massy ZA, Montero N, Oliveira JP, Roca Muñoz A, Sanchez JE, Sridharan S, Winzeler R, Gansevoort RT; ERACODA Collaborators. COVID-19-related mortality in kidney transplant and dialysis patients: results of the ERACODA collaboration. *Nephrol Dial Transplant.* 2020; 35 (11): 1973-83. <https://doi.org/10.1093/ndt/gfaa261>
38. Craig-Schapiro R, Salinas T, Lubetzky M, Abel BT, Sultan S, Lee JR, Kapur S, Aull MJ, Dadhania DM. COVID-19 outcomes in patients waitlisted for kidney transplantation and kidney transplant recipients. *Am J Transplant.* 2021; 21 (4): 1576-85. <https://doi.org/10.1111/ajt.16351>
39. Cravedi P, Mothi SS, Azzi Y, Haverly M, Farouk SS, Pérez-Sáez MJ, Redondo-Pachón MD, Murphy B, Florman S, Cyrino LG, Grafals M, Venkataraman S, Cheng XS, Wang AX, Zaza G, Ranghino A, Furian L, Manrique J, Maggiore U, Gandolfini I, Agrawal N, Patel H, Akalin E, Riella LV. COVID-19 and kidney transplantation: Results from the TANGO International Transplant Consortium. *Am J Transplant.* 2020; 20 (11): 3140-8. <https://doi.org/10.1111/ajt.16185>
40. Elias M, Pievani D, Randoux C, Louis K, Denis B, Delion A, Le Goff O, Antoine C, Greze C, Pillebout E, Abboud I, Glotz D, Daugas E, Lefaucheur C. COVID-19 infection in kidney transplant recipients: disease incidence and clinical outcomes. *J Am Soc Nephrol.* 2020; 31 (10): 2413-23. <https://doi.org/10.1681/asn.2020050639>