ReGeo ISSN: 2177-3246

XENOTRANSPLANTE: PERSPECTIVAS E DESAFIOS BIOÉTICOS

XENOTRANSPLANTATION: PERSPECTIVES AND BIOETHICAL CHALLENGES

XENOTRASPLANTE: PERSPECTIVAS Y DESAFÍOS BIOÉTICOS

https://doi.org/10.56238/revgeov17n10-173

Data de submissão: 24/09/2026 **Data de publicação:** 24/10/2026

Igor Dias dos Santos
Graduando em Enfermagem
Instituição: Universidade de Sorocaba (UNISO)
E-mail: higor_santos.diass@hotmail.com

Matheus Consani Camargo
Graduando em Enfermagem
Instituição: Universidade de Sorocaba (UNISO)
E-mail: matheusconsanicamargo@outlook.com

Matheus Henrique Braga
Graduando em Enfermagem
Instituição: Universidade de Sorocaba (UNISO)
E-mail: ma.06112001@outlook.com

Clayton Gonçalves de Almeida
Mestre em Ciências Farmacêuticas pela Universidade de Sorocaba
Instituição: Universidade de Sorocaba (UNISO)
E-mail: clayton.almeida@prof.uniso.br

Leandro Aparecido de Souza
Doutor em Ciências Farmacêuticas pela Universidade de Sorocaba
Instituição: Universidade de Sorocaba (UNISO)
E-mail: leandro.souza@prof.uniso.br

RESUMO
Xenotransplante é caracterizado por qualquer procedimento que envolva o transplante, implantação ou infusão em um receptor humano de células, tecidos ou órgãos vivos de origem animal não humana. O presente estudo tem como objetivo identificar os desafios relacionados a bioética do xenotransplante e analisar o contexto social dessa prática. Trata-se de uma revisão de escopo onde os artigos foram selecionados da base de dados: MEDLINE e SCIELO. Utilizando a ferramenta PICO, construindo a pergunta norteadora "Quais são os principais desafios éticos e bioéticos presentes no contexto do xenotransplante?". Como critério de inclusão utilizamos: estudos nos idiomas de inglês, espanhol e português, publicados entre janeiro de 2020 a agosto de 2025, interpretação qualitativa; estudos primários; revisões sistemáticas; e como critério de exclusão: estudos que não contemplaram ao objetivo da pesquisa, dissertação ou tese, trabalhos incompletos e os que foram publicados previamente a janeiro de 2020. Como resultado foi possível evidenciar preocupações éticas e bioéticas a cerca da religiosidade, a economia, o nível social e a escolaridade, aspectos que influenciam na percepção e aceitação do problema atual.

Palavras-chave: Xenotransplante. Questões Éticas e Bioéticas. Dilemas Éticos e Bioéticos. Sociedade.

ABSTRACT
Xenotransplantation is characterized by any procedure involving the transplantation, implantation, or infusion into a human recipient of living cells, tissues, or organs of non-human animal origin. The present study aims to identify the bioethical challenges associated with xenotransplantation and to analyze the social context surrounding this practice. This is a scoping review in which articles were selected from the MEDLINE and SCIELO databases. The PICO strategy was employed to construct the guiding research question: "What are the main ethical and bioethical challenges in the context of xenotransplantation?" Inclusion criteria comprised studies published in English, Spanish, or Portuguese between January 2020 and August 2025; qualitative interpretation; primary studies; and systematic reviews. Exclusion criteria included studies that did not address the research objective, dissertations or theses, incomplete works, and those published prior to January 2020. The findings highlighted ethical and bioethical concerns related to religiosity, economics, social status, and educational level—factors that influence the perception and acceptance of this contemporary issue.

Keywords: Xenotransplantation. Ethical and Bioethical Issues. Ethical and Bioethical Dilemmas. Society.

RESUMEN
El xenotrasplante se caracteriza por cualquier procedimiento que implique el trasplante, implantación o infusión en un receptor humano de células, tejidos u órganos vivos de origen animal no humano. El presente estudio tiene como objetivo identificar los desafíos relacionados con la bioética del xenotrasplante y analizar el contexto social de esta práctica. Se trata de una revisión de alcance en la que los artículos fueron seleccionados de las bases de datos MEDLINE y SCIELO. Utilizando la herramienta PICO, se formuló la pregunta orientadora: "¿Cuáles son los principales desafíos éticos y bioéticos presentes en el contexto del xenotrasplante?". Como criterio de inclusión, se utilizaron: estudios en inglés, español y portugués, publicados entre enero de 2020 y agosto de 2025, interpretación cualitativa; estudios primarios; revisiones sistemáticas; y como criterio de exclusión: estudios que no abordaran el objetivo de la investigación, disertaciones o tesis, trabajos incompletos y aquellos publicados antes de enero de 2020. Como resultado, fue posible evidenciar preocupaciones éticas y bioéticas en torno a la religiosidad, la economía, el nivel social y la escolaridad, aspectos que influyen en la percepción y aceptación del problema actual.

Palabras clave: Xenotrasplante. Cuestiones Éticas y Bioéticas. Dilemas Éticos y Bioéticos. Sociedad.

1 INTRODUÇÃO

O xenotransplante é um transplante entre animais de diferentes espécies. A edição genética do genoma suíno permitiu a produção de suínos que não expressam os três antígenos de carboidratos conhecidos, associados à rejeição hiperaguda de um xenotransplante de órgão suíno. Além disso, agora é possível inserir uma variedade de transgenes humanos para proteger contra a resposta imune humana, por exemplo, para proteger contra a ativação do complemento e da coagulação. (Cleveland *et al.*, 2023; Zirolometa *et al.*, 2022).

Em 1905 iniciaram-se as primeiras cirurgias experimentais de transplante de tecidos e órgãos, com o pioneiro cirurgião Dr. Aléxis Carrel. Mais adiante, em 1948, foi descrito pela primeira vez um transplante cardíaco heterotópico funcionante por Sinitsyn. O primeiro transplante cardíaco homólogo ortotópico em humanos ocorreu em 1967, no hospital Groote Schuur, na Cidade do Cabo, na África do Sul, pelo cirurgião cardiovascular Dr. Christiaan Neethling Barnard. Entretanto, no Brasil chegou em maio de 1978, com o Dr. Euryclides de Jesus Zerbini, no Hospital das Clínicas da Universidade de São Paulo. A recente transição do xenotransplante para a medicina clínica incluiu transplantes em indivíduos com morte cerebral e o uso compassivo de xenotransplantes em receptores vivos sem opções de alotransplante. (Böhmig; Diebold; Budde, 2024; Zirolometa *et al.*, 2022).

Embora a barreira da rejeição hiperaguda pareça ser superada com sucesso pela edição genética de porcos doadores, a ocorrência de rejeição acelerada pode representar limitações significativas ao sucesso do procedimento. O estabelecimento de estratégias eficientes e seguras para superar as barreiras imunológicas determinará, entre outros fatores críticos, como a potencial transmissão de doenças xenozoonóticas ou diferenças fisiológicas, se e para quais indicações o xenotransplante será viável. No entanto, apesar desses avanços, as questões bioéticas relacionadas ao xenotransplante permanecem polêmicas. A aplicação clínica dessa inovação levanta discussões sobre o equilíbrio entre beneficência, autonomia individual e possíveis danos à sociedade e ao meio ambiente. Os problemas de autonomia estão relacionados à dificuldade em elaborar o consentimento livre e informado, uma vez que os riscos e benefícios para o receptor ainda são desconhecidos. Além disso, alguns dos maiores riscos deste procedimento, como a zoonose, estão associados justamente à possibilidade de seu sucesso. (Böhmig; Diebold; Budde, 2024; Galvao; Grinberg, 2023).

O risco de receptores de xenotransplante contraírem e transmitirem infecções por Retrovírus Endógenos Suínos (PERV) é outra questão bioética relevante, pois representa um potencial problema de saúde pública e pode causar uma pandemia, atingindo não apenas o receptor, mas também seus contatos, que poderiam ser expostos sem saber. (Galvao; Grinberg, 2023).

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo geral

Investigar os desafios bioéticos dos profissionais da saúde e da população frente a realização do xenotransplante.

1.2.2 Objetivos específicos

Analisar o contexto social sobre o transplante heterólogo, entender os riscos e benefícios desta prática.

2 METODOLOGIA

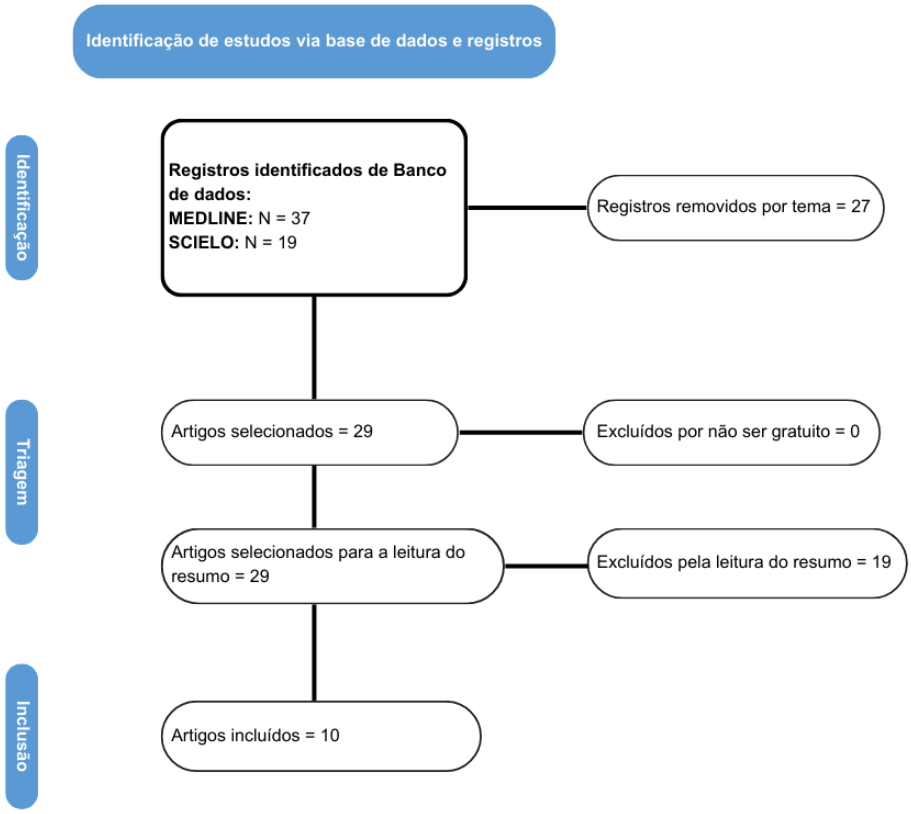
Trata-se de uma revisão de escopo com abordagem qualitativa e caráter descritivo, onde foi possível obter dados de pesquisa já finalizados, para extração de informações válidas sobre o assunto. O principal objetivo do método é possibilitar a reunião, síntese e análise crítica de produções científicas acerca dos desafios da bioética relacionada ao xenotransplante, oferecendo subsídios para reflexão acadêmica e prática profissional. Para a formulação da pergunta norteadora, foi utilizada a estratégia PICO, onde P - pacientes candidatos ao xenotransplante; I - utilização de órgão ou tecidos animais; C - não se aplica; O - desafios e dilemas da bioética associados; T - revisão de escopo. A partir da utilização da estratégia PICO, o presente estudo teve como ênfase a pergunta norteadora “Quais são os principais desafios éticos e bioéticos presentes no contexto do xenotransplante em pacientes?”. Desse modo, o levantamento de estudos foi realizado no período de janeiro de 2020 a agosto de 2025 nas bases de dados Medical Literature Analysis and Retrieval System Online (MEDLINE) e Scientific Electronic Library Online (SCIELO) empregando os Descritores em Ciência da Saúde (DeCs) em português e inglês: xenotransplante (xenotransplantation), transplante heterólogo (heterologous transplant) e ética (ethics). Atrelados aos descritores foram adicionados os termos booleanos AND e OR. Foram incluídos estudos nos idiomas de inglês e português, com interpretação qualitativa; estudos primários; revisões sistemáticas publicadas entre janeiro de 2020 a agosto de 2025 e foram excluídos estudos que não contemplaram ao objetivo da pesquisa, dissertação ou tese, trabalhos incompletos e os que foram publicados previamente a janeiro de 2020.

Para a seleção dos estudos foi utilizado a Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses extentasion Scoping-Review (PRISMA-Scr), dívida em: identificação dos artigos, seleção e inclusão. O processo de busca e seleção dos artigos está projetado a seguir (Figura 1) com base na recomendação do PRISMA. Após a busca de evidências, foram encontrados 56 artigos em

seguida, foram avaliados pelo título, objetivo e resumo, e baseado nisso selecionados 10 artigos. Os artigos que não estavam relacionados a nossa pesquisa, foram excluídos.

O resultado deste estudo ficará exibido no quadro sinóptico com identificação do estudo, autor, ano de publicação por ordem decrescente, objetivo, tipo de estudo, principais resultados.

Figura 1. Fluxograma da seleção de estudos adaptado ao PRISMA, processo de seleção. Identificação, leitura do resumo e inclusão de artigos científicos.



Fonte: Os Autores, 2025

3 RESULTADOS

No presente estudo, foi executada uma análise do ponto de vista bioético da realização do transplante heterólogo (xenotransplante) com base nos últimos 5 anos. A seguir na tabela, os estudos estão citados como E1, E2, E3 e assim por diante, contendo suas informações cruciais: estudo e base de dados, nome do autor, ano, idioma e revista, objetivo e tipo de estudo, principais resultados e por último nível de evidência.

Depois da análise feita, foi observado que os dez estudos apontam o impacto do xenotransplante na lista de espera, mas nem todos abordam questões éticas e bioéticas. Dos dez estudos citados acima, somente 6 mencionam a questão do impacto ético e da bioética na população, dentre os aspectos

destacados, mostram-se mais evidentes as diferenças de opiniões de acordo com a religião, nível de escolaridade e classe social.

60% dos estudos analisados abordam questões éticas e bioéticas, já os 40% faltantes ressaltam aspectos fisiológicos e técnicos do assunto, E1 fala sobre a parte técnica e cientifica do xenotransplante, mas também sobre o impacto na lista, o E3 sobre autonomia e consentimento, custos, bem-estar animal, E5 reflete as questões de justiça e equidade, regulações internacionais e disparidade socioeconômica, o E6 expressa diferenças sociodemográficas, como educação, região, renda, idade e crenças religiosas, o E9 fala sobre os desafios dos riscos infecciosos e aceitação publica, e por fim o E10 exemplifica as diferentes visões religiosas sobre o xenotransplante e como abordar a sociedade. Das principais discussões é importante ressaltar que a base de dados evidencia preocupações éticas e bioéticas, a religiosidade, a economia, o nível social e a escolaridade, influenciam na percepção e aceitação do problema atual.

Quadro 1. Estudos classificados conforme nível de evidência, base de dados, ano de publicação, país, revista, autoria e tipo de estudo.

Estudo/Base de dados	Autor/Ano/Idioma/Revista	Objetivo/Tipo de estudo	Principais resultados	Nível de evidência
E1 MEDLINE	(Zirolometa et al., 2022) – Português – Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação.	Revista narrativa sobre xenotransplante cardíaco em humanos e suas últimas inovações nessa área de pesquisa.	Xenotransplante cardíaco surge como alternativa promissora; apesar do número reduzido de estudos, há evidências de potencial impacto na redução das filas de transplante e na evolução da medicina.	7
E2 SciELO	(Raia, 2022) – Português – Revista Colégio Brasileiro de Cirurgiões.	Editorial/opinião - Apresentar resultados de xenotransplante suíno experimental no Brasil que visa reduzir as listas de espera e comentar sobre os recentes resultados clínicos obtidos no exterior.	Estudos experimentais mostram sobrevida prolongada de rins e corações suínos em primatas; edição genética (CRISPR-Cas9) inativou genes de rejeição e PERVs, gerando suínos livres de vírus.	7
E3 PubMed	(Galvao; Grinberg, 2023) – Inglês – Clinics.	Reflexão e análise dos avanços científicos e os dilemas bioéticos no uso de suínos transgênicos como doadores em xenotransplante.	A bioética no xenotransplante com suínos geneticamente modificados ainda apresenta mais dúvidas que certezas; necessidade de protocolos baseados em pesquisas seguras para viabilizar ensaios clínicos eficazes.	7
E4 PubMed	(Cooper, 2021) – Inglês – Xenotransplantation.	Relatar e refletir criticamente sobre um experimento	Apesar de avanços limitados; o modelo animal atual mostra restrições e não reflete a realidade	6

		de xenotransplante renal em paciente com morte encefálica, avaliando sua relevância científica, e impacto social.	clínica; autores defendem a necessidade de iniciar pequenos ensaios clínicos em pacientes selecionados para acelerar o progresso.	
E5 PubMed	(Fenton, 2022) – Inglês – Artificial Organs.	Analisar os dilemas bioéticos associados ao xenotransplante, com foco na autonomia do paciente, riscos zoonóticos, desigualdade no acesso e tratamento ético dos animais doadores.	Ressalta a urgência do debate ético sobre xenotransplantes, destacando riscos individuais e coletivos, limites do consentimento informado, desigualdades no acesso e impactos no bem-estar animal.	7
E6 PubMed	(Akbulut et al., 2025) – Inglês – Xenotransplantation.	Estudo transversal sobre as percepções, atitudes e o conhecimento da população turca sobre xenotransplante e doação de órgãos, considerando fatores demográficos, socioeconômicos e religiosos.	O estudo contou com a participação de 10.650 participantes e revelou que pessoas jovens, com um nível escolar maior e uma renda maior, se mostram mais abertas e confiantes na ciência, em contrapartida idosos, população carente e religiosos, acabaram sendo mais resistentes e especialmente em animais não-halal. Regiões com menos influência religiosa, como Egeu e Marmara, apoiaram mais o XTx, diferente das regiões leste e sudeste. Seitas também tiveram diferentes visões, Alevi e Hanafi foram mais receptivos, já Shafi, Maliki e Hanbali foram resistentes.	4
E7 SciELO	(Márquez Díaz, 2020) – Espanhol – Revista Colombiana de Bioética.	Revisão narrativa que apresenta as tecnologias disruptivas na medicina regenerativa como alternativas aos transplantes e xenotransplantes na solução da escassez de órgãos.	As tecnologias disruptivas, como a nano tecnologia, possibilitam o prolongamento da vida humana, mas geram desafios éticos. Assim surge a nano bioética, que assim como a bioética propõem discussões para o lado positivo e o negativo dessas inovações	7
E8	(Montgomery et al., 2022) – Inglês – The New England Journal of Medicine.	Estudo experimental que descrever estratégias genéticas aplicadas em	Os transplantes renais nos dois receptores começaram a produzir urina imediatamente após a reperfusão. Durante as 54 horas, a taxa de filtração glomerular aumentou de maneira importante	4

		porcos doadores para evitar a rejeição hiperaguda em xenotransplante	nos dois pacientes, a creatinina se estabeleceu em valores normais. Os rins permaneceram em bom funcionamento, com diurese presente e a biopsia realizada não mostrou sinais de Rejeição Hiper Aguda.	
E9 PubMed	(Hawthorne et al., 2025) – Inglês – Xenotransplantation.	Revisão normativa - Apresentar os marcos científicos, técnicos, éticos e regulatórios que permitiram a transição do xenotransplante para a prática clínica, com foco nos casos de coração e rim.	Os avanços em xenotransplante, tanto de rins quanto de coração, só foram possíveis graças aos avanços científicos e a uma base ética reguladora bem consolidada. As possibilidades de melhoras nas listas de espera só tendem a aumentar. Mas para isso a IXA recomenda a ampliação dos debates públicos e ético, pautado nas diretrizes internacionais.	7
E10 PubMed	(Hurst et al., 2025) – Inglês – Xenotransplantation.	Estudo descritivo - Analisar as perspectivas religiosas sobre as questões éticas relacionadas ao xenotransplante clínico.	O estudo analisou a percepção de especialistas religiosos, de diferentes crenças. Nenhuma considerou proibida a realização do xenotransplante, mas surgem preocupações com a ética, o bem-estar animal, infecções, identidade humana. Onde cada crença, baseada em seus dados, justifica o ato, como no catolicismo que aceita desde que a identidade humana seja respeitada, o Islamismo permite em casos de necessidade, o judaísmo prioriza sempre a vida e outros.	7

Fonte: Os Autores, 2025

4 DISCUSSÃO

A discussão será dividida em três tópicos, Avanços científicos e limites do xenotransplante, Dilemas éticos e bioéticos e Percepções sociais e religiosas. Cada um dos estudos analisados contribui para a construção do tema principal, permitindo uma melhor abordagem e entendimento do futuro da técnica.

4.1 AVANÇOS CIENTÍFICOS E LIMITES DO XENOTRANSPLANTE

Os avanços e limites da xenotransplantação são destacados em quatro dos dez estudos levantados. O E1, contextualiza todo o percurso histórico do transplante heterólogo até a chegada nos dias de hoje. Cita problemas patológicos causados pelo sistema imunológico, como a rejeição hiperaguda e as rejeições decorrentes, diz também sobre alguns xenoantígenos que causam tais reações, galactose-α1,3-galactose (Gal), um produto da enzima, α1,3 galactosiltransferase (GT), ácido N-glicolilneuramínico (Neu5Gc), um produto da enzima, monofosfato de citidina-N-

acetilneuramínico hidroxilase, e Sda (um produto da enzima, β-1,4N acetilgalactosaminiltransferase). Já o E2 aborda uma técnica que facilitou a edição genética dos doadores suínos, a CRISPR-Cas9 viabiliza bloquear, adicionar ou subtrair com facilidade qualquer código genético, o que possibilitou a inativação (knock out) dos causadores rejeição hiperaguda e se necessário a inserção (knock in) de genes humanos. Outro ponto foram as PERVs (pig endogenous retro virus) que já foram motivo de proibição do XTx suíno e que em 2017 foram produzidos suínos sem a presença de vírus. Em relação ao E4, ele fala das limitações do transplante realizado em pacientes com morte encefálica e o E8 discorre sobre os dois casos de xenotransplantação realizados em pacientes diagnosticados com morte encefálica, onde por 54 horas foi possível a avaliação dos resultados desse teste. Os pacientes demonstraram função renal imediata após a realização do xenoenxerto. Foi relatada a produção de urina e a excreção, ao realizarem exames laboratoriais notou-se que a creatinina se manteve nos padrões fisiológicos.

4.2 DILEMAS ÉTICOS E BIOÉTICOS

Outros quatro estudos incluídos neste trabalho refletem sobre os dilemas éticos e bioéticos, o E3 começa falando sobre o benefício que trariam às listas de espera de transplante, da resolução dos problemas bioéticos relacionados e aos riscos em doações entre vivos. Por outro lado, ressalta a dificuldade da formulação de um termo de consentimento e informado devido à falta de conhecimento dos riscos a longo prazo. A criação dos porcos doadores também preocupa, o artigo traz a problemática de como criar esses suínos sem violar as diretrizes de cuidado e uso de animais em laboratório. Em relação ao problema de custos, também é citado a restrição do acesso a esse recurso para as pessoas com alto poder econômico. O E5 expõe a importância dos bioeticistas de diversas áreas, como a medicina e enfermagem, para discussões sobre as novas tecnologias que surgem e no caso do xenotransplante e visto que há um risco xenozoonótico não só para o paciente, mas para todos aqueles que vivem ao seu entorno, demandando vigilância vitalícia. Questões socioeconômicas, como em quem serão realizados os testes, ou o acesso futuro da população e até mesmo o "turismo do xenotransplante" são abordados neste estudo. O E7 é pautado principalmente na visão sobre a nano bioética, devido toda a manipulação dos genes suínos para a viabilização do procedimento, o que pode demandar um novo debate público. Por fim o E9 além de contextualizar todo o processo histórico, destaca também o Comunicado de Changsha que apresentou os 10 princípios orientadores e 20 recomendações, que puderam nortear baseado em evidências os ensaios clínicos do xenotransplante, que enfatizaram a necessidade de questões éticas bem sólidas, tanto para a sociedade quanto ao bem-estar animal. Ele diz que a pesquisa pública é de extrema importância para que seja possível a

construção do aceitamento social frente aos novos tratamentos, a opinião religiosa se mostra positiva, principalmente quando respeitados os princípios éticos. Na atual circunstância da sociedade, orientada pelo fácil e rápido acesso à informação aumenta-se mais a exigência de informações claras e concisas, e o estudo estabelece etapas para a abordagem pública, que se inicia na decisão dos objetivos, identificação das partes interessadas, desenvolvimento de materiais educativos, passa para a fase de engajamento, lançando as campanhas, organizando eventos, consulta online, a coleta de feedback é o terceiro passo, logo após a análise dos dados e a realização de relatórios e pôr fim a implementação e acompanhamento dos resultados obtidos.

4.3 PERCEPÇÕES SOCIAIS E RELIGIOSAS

Para analisar as percepções sociais e religiosas, o E6 avalia 10 650 participantes que foram selecionados por um processo que determinava obter um escopo maior sobre a população da Turquia. A comparação foi feita através das diferenças de idade, regiões em que os participantes habitavam, religião e posição econômica. O estudo começa mostrando que as taxas doação de órgãos na região da Anatólia (península turca), divididas em Central e Sudeste, representam 0,9% e 0,0% respectivamente, sendo um índice baixo comparado com os de outros países. Mais à frente os indivíduos que possuem escolaridade e renda maiores, declaram apoio a doação, já na divisão etária, os mais velhos (65+) são mais religiosos. Quanto a aceitação do XTx por animais halal (animais abatidos corretamente, de acordo com a crença religiosa da região) foi de 43% na região do Egeu, 27,4% entre os menos religiosos, em contrapartida os animais não halal apresentaram somente 23,9%. O conhecimento sobre xenotransplante também teve baixo índice na população idosa, que permite analisar a relevância da orientação e conscientização do tema, pois na sociedade turca a lista de espera de transplante em 2021 alcançava 22.660 pacientes, sendo o xenotransplante uma possível intervenção futura para essa problemática. O E10 inicia falando da necessidade de engajar o público e leva em consideração a importância da religião para a sociedade, no congresso Transplantion Society, de 2024, em Istambul, estudiosos e líderes de diversas religiões se reuniram para uma discussão sobre XTx. Apesar de nenhuma religião proibir totalmente, existem preocupações éticas importantes em cada ótica analisada e em comum acordo, o bem-estar animal, o risco de xenozoonoses e a identidade humana foram pontuadas. Para o catolicismo se respeitada a identidade pessoal e os requisitos éticos gerais, não há mais grandes problemas. Já no hinduísmo o alerta fica entre o sofrimento, tanto para os animais quanto para os seres humanos, baseando-se na crença do karma e ahimsa. O mandamento judaico incentiva o xenotransplante, devido a principal ideia de preservação da vida, dando autonomia para a prática médica com o intuito de beneficiar aquele que necessita. As vertentes do Islã são apoiadoras da técnica,

porém o Xiismo apesar de especular muitas condições, elas acabam sendo mais brandas que o Sunismo que enfatiza a extrema necessidade, quando não há mais alternativas. De modo geral, nenhuma das vertentes proíbe a prática, mas todas impõem regras de acordo com cada crença e necessidade.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O xenotransplante surge como alternativa para os problemas enfrentados de disponibilidade de órgãos na atual sociedade, junto a ele pode-se identificar a necessidade de compreensão dos dilemas éticos que essa técnica provoca, dessa maneira buscamos estabelecer quais as principais abordagens de entendimento, dentre os obstáculos éticos, religiosos e sociais.

Os estudos evidenciados demonstraram que, diversos avanços científicos possibilitaram ainda mais a discussão deste tema pouco abordado. Através de técnicas de alteração genética nos animais doadores, que permitiram a adição ou retirada de antígenos conhecidos e assim viabilizando o transplante, diminuindo o risco de rejeição hiperaguda.

As principais demandas éticas e bioéticas discutidas tangenciam a necessidade de regulações afim de evitar tortura animal, “turismo de xenotransplante”, testes mal formulados, xenozoonoses, ou até mesmo estabelecer critérios de elegibilidade visando garantir a segurança de todos envolvidos nesse processo desde o animal até aqueles que convivem com o transplantado.

Quanto a percepção social e religiosa, os estudos foram claros em mostrar que apesar do pouco nível de conhecimento populacional referente ao tema, a aceitação se mostrou promissora, pois mesmo que a religião pareça ser uma barreira, os principais líderes e estudiosos de diversas doutrinas apontaram que o princípio da vida é sempre uma prioridade e que se bem estabelecidas as regulamentações do transplante heterólogo, ele se torna uma possibilidade de tratamento.

Conclui-se que os principais desafios expostos na pergunta de pesquisa apresentam diversas causas, pois para que uma inovação seja implantada ela precisa antes ser discutida, entendida e divulgada. Sendo assim o futuro promissor do xenotransplante não depende apenas do avanço científico, mas também do avanço ético, social e educacional. Através do respeito da individualidade de crenças, culturas e pautando-se nos princípios do SUS, garantindo a transparência e o acesso para todos de maneira justa e equivalente.

REFERÊNCIAS

AHUMADA-AYALA, Miguel *et al.* Editing the Human Genome with CRISPR/Cas: A Review of its Molecular Basis, Current Clinical Applications, and Bioethical Implications. Revista de Investigación Clínica, v. 75, n. 1, p. 13–28, jan. 2023.

AKBULUT, Sami *et al.* A Nationwide Assessment of Turkish Society's Knowledge and Attitudes Toward Xenotransplantation. Xenotransplantation, v. 32, n. 3, 1 maio 2025.

BÖHMIG, Georg A.; DIEBOLD, Matthias; BUDDE, Klemens. Opinions on the Future of Clinical Pig Kidney Xenotransplantation. Transplant International, v. 37, 26 nov. 2024.

CLEVELAND, John D. *et al.* The potential of cardiac xenotransplantation for management of infants with complex congenital heart disease. Translational Pediatrics, v. 12, n. 12, p. 2247–2255, dez. 2023.

COOPER, David K. C. Genetically engineered pig kidney transplantation in a brain-dead human subject. XenotransplantationJohn Wiley and Sons Inc, , 1 nov. 2021.

FENTON, Kathleen N. Xenotransplantation: A microcosm of bioethics. Artificial OrgansJohn Wiley and Sons Inc, , 1 jun. 2022.

GALVAO, Flavio Henrique Ferreira; GRINBERG, Max. Bioethics and xenotransplantation from pig to human. ClinicsUniversidade de Sao Paulo. Museu de Zoologia, , 1 jan. 2023.

HAWTHORNE, Wayne J. *et al.* International Xenotransplantation Association (IXA) Position Paper on the History, Current Status, and Regulation of Xenotransplantation. Xenotransplantation, v. 32, n. 2, 1 mar. 2025.

HURST, Daniel J. *et al.* Religious Perspectives Regarding the Ethical Issues Associated With Clinical Xenotransplantation. Xenotransplantation, v. 32, n. 2, 1 mar. 2025.

MÁRQUEZ DÍAZ, Jairo Eduardo. Tecnologías disruptivas como alternativa a la obtención de órganos y tejidos artificiales. Revista Colombiana de Bioética, v. 15, n. 1, 7 maio 2020.

MONTGOMERY, Robert A. *et al.* Results of Two Cases of Pig-to-Human Kidney Xenotransplantation. New England Journal of Medicine, v. 386, n. 20, p. 1889–1898, 19 maio 2022.

RAIA, Silvano Mário Attílio. Xenotransplantation: a consistent perspective. Revista do Colegio Brasileiro de CirurgioesColegio Brasileiro de Cirurgioes, , 2022.

VERMAERCKE, Ben *et al.* SYNGAP1 deficiency disrupts synaptic neoteny in xenotransplanted human cortical neurons in vivo. Neuron, v. 112, n. 18, p. 3058- 3068.e8, set. 2024.

WANG, Yi *et al.* Pig-to-human kidney xenotransplants using genetically modified minipigs. Cell Reports Medicine, v. 5, n. 10, p. 101744, out. 2024.

ZIROLOMETA, Eduarda Cavalli *et al.* XENOTRANSPLANTE CARDÍACO: REVISÃO DE LITERATURA. Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação, v. 8, n. 8, p. 740–746, 31 ago. 2022.