

ECTOLIFE: UM ESTUDO DO PROJETO DE ÚTEROS ARTIFICIAIS

ECTOLIFE: A STUDY OF ARTIFICIAL WOMB DESIGN

Mariana Helena Galvão, Sofia Poleski de Lima, Luara Spinola (orientadora)

Colégio Novo Tempo, Ensino Médio

E-mail para contato: luaraspinola@somosnovotempo.com.br

RESUMO – O avanço na medicina reprodutiva, com o desenvolvimento de úteros artificiais e da ectogênese, traz novas possibilidades à infertilidade e parentalidade, oferecendo alternativas para casais inférteis ou vulneráveis. A ectogênese permite o desenvolvimento fetal fora do corpo humano, mas enfrenta desafios éticos complexos, ainda em fase experimental, que demandam revisões sobre a manipulação de embriões e a proteção dos nascidos. A tecnologia também levanta questões sobre o vínculo emocional entre mãe e bebê, além de considerar o que o ambiente artificial replica ou não das interações gestacionais naturais. Em resumo, para que se torne uma alternativa viável e acessível, é fundamental contemplar suas implicações sociais e os direitos de quem busca a alternativa, observando o mundo ao redor.

Palavras-chave: Úteros artificiais; Infertilidade; Gravidez ectópica.

ABSTRACT – The advancement of reproductive medicine, with the development of artificial wombs and ectogenesis, offers new possibilities for infertility and parenthood, with alternatives for infertile or vulnerable couples. Ectogenesis allows fetal development outside the human body but faces complex ethical challenges, still experimental, which demand reviews on embryo manipulation and newborn protection. The technology also raises questions about the emotional bond between mother and baby, and whether the artificial environment replicates from natural gestational interactions. In summary, for it to become a viable and accessible alternative, it is essential to contemplate its social implications and the rights of those seeking the alternative, while observing the surrounding world.

Keywords: Artificial wombs; Infertility; Ectopic pregnancy.

1 INTRODUÇÃO

Segundo dados divulgados pela Organização Mundial da Saúde, um em cada quatro casais nos países desenvolvidos é afetado pela infertilidade, e cerca de 48,5 milhões de casais sofrem de infertilidade em todo mundo. O que está associado a inúmeros fatores, desde maus hábitos presentes no estilo de vida da população até o envelhecimento dela.

Foi nessa linha de pensamento que foi apresentado o projeto EctoLife, que consta no desenvolvimento de úteros artificiais para gerar bebês, tornando casais inférteis como pais biológicos de um filho.

Embora tal ideia tenha origem na Alemanha, é de extrema importância investigarmos os benefícios e malefícios desse projeto para que seja disseminado pelos demais países do mundo. Em uma realidade tão tecnológica quanto a que estamos inseridas atualmente, o céu se torna o limite quando falamos das diversas inovações que evoluem a cada dia. Considera-se pensar em maneiras de utilizar tais avanços de maneira correta em um campo que favoreça a saúde e desenvolvimento humano em geral, revolucionando a medicina.

Para melhor análise desse tópico, buscamos nos aprofundar melhor nos primeiros dados registrados da iniciação do Ectolife, para que somente após o entendimento de tal estratégia seja possível analisar o mundo ao nosso redor. Para isso, é preciso muito mais que pesquisas, mas explorarmos recursos hospitalares, profissionais de saúde ou da área da biotecnologia e de taxas globais.

Outrossim, identificamos artigos no Google Acadêmico sobre os temas Ectolife e projeto tecnológico de úteros artificiais separadamente, mas nenhum destes possui um conteúdo amplo e muitos destes, devido ao assunto recente abordado, ainda se encontram em outros idiomas, especialmente em alemão, turco e alguns em inglês. Algumas dessas pesquisas relevantes para alavancar o estudo desse tema são “Virtualization of pregnancy: game and reality” por Bylieva, Daria Sergeevna e “Legal protection for born babies from the Ectolife program” de Indri Hapsari e Andika Putera. Esta pesquisa se propõe a fazer a tradução desse conteúdo científico.

É mais que um desafio trabalhar com um projeto no qual ainda não é muito incentivado ou estudado com profundidade, principalmente em nosso país. A ideia dos úteros artificiais surgiu na Europa assim como suas pesquisas também derivam de lá. Dessa forma, buscamos entender o funcionamento mais detalhado dessa ciência, além de trazer um novo olhar para o

Ectolife. Compreender o mundo à nossa volta para observar quais seriam os impactos desse projeto, questões como a infertilidade sendo combatidas pela tecnologia da ciência no Brasil.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

Para aprofundar a compreensão sobre a gravidez ectópica, a pesquisa examinou não apenas seu funcionamento, mas também o contexto necessário para sua aplicação em uma nação. Nosso objetivo é identificar os recursos tecnológicos essenciais, os potenciais benefícios sociais para as pessoas que desejam ser mães e o histórico dessa ideia, incluindo a análise de documentos do país de origem, os quais serão traduzidos para garantir uma compreensão abrangente da inovação.

É de extrema importância notarmos as fontes de acesso a informações sobre a ectogênese e o projeto dos úteros artificiais estão crescentes e que resultados de testes estão sendo divulgados como progresso a esse estudo, buscamos assim, aprofundar mais ainda em uma parte de desenvolvimento mais Legislativa e prática, envolvendo também simulações do protótipo. A abordagem metodológica foi composta por:

1. Pesquisa Bibliográfica: Utilizando o Google Acadêmico como fonte primária, selecionamos artigos científicos relevantes que abordam tanto os fundamentos técnicos quanto os aspectos éticos e sociais relacionados à gravidez ectópica e à ectogênese. A maioria desses documentos está em alemão e inglês, demandando tradução para que possamos compreender tanto os conceitos iniciais quanto as conclusões das principais mentes responsáveis pelo desenvolvimento dessa tecnologia. A análise desses materiais permitirá uma compreensão histórica e técnica da gravidez ectópica, facilitando uma avaliação crítica dos resultados observados nas primeiras implementações e experimentos.

2. Entrevista qualitativa com especialista: com a bióloga Mariana Simões, especialista em sistema reprodutivo humano. Com o objetivo esclarecer dúvidas sobre o funcionamento da tecnologia de suporte à ectogênese e sua capacidade de replicar funções dos órgãos genitais humanos. Além disso, exploramos a viabilidade de superar desafios relacionados à prematuridade extrema e discutimos a possibilidade de alterações genéticas ou epigenéticas no feto durante o processo. A entrevista foi semi-estruturada.

A análise dos resultados seguiu com o apoio da literatura científica.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. O avanço da tecnologia na medicina e a criação de úteros artificiais

Úteros artificiais, também conhecidos como úteros sintéticos, são dispositivos criados para simular o ambiente uterino e permitir o desenvolvimento de embriões ou fetos fora do corpo materno. O conceito de um útero artificial envolve criar um ambiente que imita as condições naturais do útero, incluindo a manutenção de temperatura, pH, e um ambiente líquido que permita o desenvolvimento adequado dos órgãos e tecidos.

A gravidez ectópica é um tema de pesquisa altamente especializado. Esse tipo de gestação atinge em torno de 1% das gestantes, podendo ocorrer em várias regiões do corpo, sendo o mais comum nas tubas uterinas ou trompas, o que pode levar a complicações graves e é frequentemente fatal se não for tratado.

A ideia de usar um útero artificial para lidar com gravidezes ectópicas envolve a possibilidade de transferir o embrião ou feto em desenvolvimento para um ambiente controlado externo, como um útero artificial, onde ele poderia continuar a se desenvolver com mais segurança.

Com o avanço dessa tecnologia, será possível melhorar as chances de sobrevivência e saúde de bebês nascidos prematuramente. No entanto, há alguns desafios a serem superados antes que os úteros artificiais se tornem uma prática comum na medicina, sendo ainda uma área de pesquisa e desenvolvimento e enfrenta muitos desafios técnicos e éticos.

Graças às inovações na medicina, podemos conquistar tratamentos mais eficazes para diversas doenças, prolongar a vida e melhorar a qualidade de vida das pessoas. A tecnologia na medicina também nos permite desenvolver métodos inovadores, como a simulação da realidade. Embora a tecnologia seja poderosa e útil em muitos aspectos, é importante lembrar que ela não pode substituir completamente a experiência humana e a empatia necessária em muitas situações.

3.2 A implantação de úteros artificiais como solução para mulheres diante da infertilidade e demais barreiras

A implantação de úteros artificiais é uma inovação tecnológica que poderia transformar profundamente a medicina reprodutiva, oferecendo soluções a diversos grupos que enfrentam desafios para gestar.

Entre esses grupos, destacam-se as mulheres inférteis, aquelas com gravidez de risco, prematuridade e pessoas com outras condições que inviabilizam a gestação convencional. A ectogênese, ou seja, a gestação fora do corpo humano, é um campo em crescente desenvolvimento, sendo vista como potencial solução para problemas reprodutivos que até então dependiam de tecnologias como fertilização in vitro e barriga de aluguel.

A infertilidade, que afeta cerca de 15% dos casais em idade reprodutiva no mundo, segundo dados da Organização Mundial da Saúde (OMS), é um dos problemas que poderia ser solucionado com a criação de úteros artificiais.

Mulheres que não conseguem engravidar devido a problemas como úteros malformados, doenças congênitas ou perda uterina após cirurgias poderiam, teoricamente, utilizar um útero artificial para gerar um filho biológico.

Atualmente, as técnicas de reprodução assistida, como a fertilização in vitro, ajudam a superar algumas barreiras da infertilidade, mas a gestação em úteros artificiais poderia eliminar a necessidade de encontrar uma mãe de aluguel ou realizar tratamentos de longa duração e com resultados incertos.

Para as mulheres que enfrentam gestações de risco, como aquelas com pré-eclâmpsia grave, insuficiência cervical ou outras condições que ameaçam a vida da mãe ou do feto, a ectogênese poderia ser uma alternativa crucial. Ao permitir que o feto se desenvolva fora do útero, seria possível reduzir as complicações maternas graves associadas à gravidez. Além disso, essa tecnologia permitiria uma maior monitorização e controle sobre o desenvolvimento fetal, oferecendo soluções para o nascimento prematuro, uma das principais causas de mortalidade neonatal.

Embora ainda em estágios experimentais, já existem avanços consideráveis na criação de dispositivos que simulam as condições uterinas necessárias para o desenvolvimento fetal. Em 2017, pesquisadores da Filadélfia desenvolveram uma "biobag", um protótipo de útero

artificial, que foi capaz de suportar o desenvolvimento de fetos de cordeiro por algumas semanas, demonstrando o potencial da ectogênese para sustentar a vida fora do útero humano.

No entanto, apesar dos potenciais benefícios, há questões éticas e sociais que ainda precisam ser amplamente discutidas. O impacto de um útero artificial na experiência da maternidade e no vínculo entre mãe e filho é uma das maiores preocupações. Além disso, a disponibilidade e o acesso a essa tecnologia podem criar desigualdades, favorecendo apenas aqueles que possuem recursos financeiros para utilizá-la.

Em resumo, a implantação de úteros artificiais oferece uma solução promissora para diversos grupos que enfrentam desafios na gestação. Seja em casos de infertilidade, gravidez de risco, casais homoafetivos ou outras situações, essa tecnologia poderia transformar a reprodução humana, tornando-a mais acessível e segura. Contudo, ainda é necessário que a ciência avance e que os debates éticos acompanhem esse desenvolvimento para que essa solução se torne viável e equitativa para todos.

3.3 Desenvolvimento

O conceito de útero artificial representa um avanço fascinante na biotecnologia e na medicina reprodutiva. Um útero artificial é projetado para simular com precisão o ambiente uterino natural, proporcionando as condições ideais para o desenvolvimento de um embrião ou feto. Para que isso aconteça, vários fatores críticos devem ser cuidadosamente controlados. Mas como um útero artificial realmente funciona?

Primeiramente, a temperatura deve ser mantida em níveis ótimos, semelhantes aos encontrados no útero humano. Além disso, o pH do ambiente deve ser regulado para garantir que o desenvolvimento celular ocorra sem interrupções. O fornecimento de nutrientes é igualmente crucial; uma solução rica em substâncias essenciais é administrada para alimentar o embrião, garantindo seu crescimento saudável.

O feto flutua em um líquido amniótico sintético dentro de uma “biobag” transparente, que não apenas permite a visualização, mas também proporciona um ambiente seguro e acolhedor. Um sistema complexo substitui as funções da placenta, garantindo a oxigenação adequada e a remoção de resíduos metabólicos, algo vital para o bem-estar do feto.

Além disso, o ambiente hormonal é replicado com precisão, assegurando que os hormônios necessários para o desenvolvimento fetal estejam presentes. As condições bioquímicas e fisiológicas do útero também são imitadas, permitindo que o feto experimente um ambiente semelhante ao que teria no útero materno. Isso inclui a simulação de movimentos e estímulos, criando uma sensação que, embora tecnológica, se aproxima da experiência natural.

Outro aspecto inovador desse sistema é o monitoramento em tempo real, que permite aos médicos acompanharem o desenvolvimento do feto com precisão. Sensores integrados monitoram parâmetros vitais e fornecem dados constantes sobre o estado do embrião, garantindo intervenções imediatas, se necessário.

O funcionamento de um útero artificial envolve uma combinação sofisticada de tecnologia e biologia, criando um ambiente que visa proporcionar uma experiência de desenvolvimento fetal tão próxima quanto possível do que ocorre na natureza. E essa abordagem não apenas oferece novas possibilidades para a reprodução, mas também abre portas para pesquisas sobre o desenvolvimento humano e a saúde fetal.

3.4. TRADUÇÃO DAS PESQUISAS

Para compreensão do assunto, realizamos duas pesquisas.

Uma a qual recorremos ao Google Acadêmico e selecionamos alguns artigos científicos importantes, tais esses que deverão ser traduzidos de seu idioma original, em predominância do alemão e inglês, para que fosse possível compreender os pensamentos iniciais e finais das principais mentes que desenvolveram a inovação e o que se foi observado.

Pesquisa 1 (documentos científicos):

Artificial uterus - research background to improve survival and outcome of extremely low birth weight newborns (Útero artificial - antecedentes de pesquisa para melhorar a sobrevivência e os resultados de recém-nascidos com peso extremamente baixos ao nascer - tradução nossa)

Os estudos de uma tecnologia médica artificial terão como foco emular as condições internas do útero materno, que é capaz de incubar fetos humanos nascidos prematuros, e

prevenir a grave morbidade que ocorre em bebês extremamente prematuros, através da recriação de um útero artificial.

Nos últimos anos, assistimos a avanços significativos na produção de um útero artificial que poderia ter facilitado a sobrevivência e o crescimento de fetos animais nascidos prematuramente, começando por volta das 23-24 semanas de gestação; também de acordo com considerações éticas, esta idade gestacional é o objetivo atual de “viabilidade fetal”, o ponto em que um feto tem chance de sobrevivência fora do útero, embora a morbidade e a mortalidade de bebês prematuros nascidos antes de aproximadamente 28 anos semanas de gestação permanecem elevados.

Elizabeth Chloe Romanis, advogada da Universidade de Manchester, que explorou a bioética dos úteros artificiais, alertou que a tecnologia levantaria questões, inclusive sobre em quais bebês deveria ser testada, bem como as implicações a longo prazo da gestação. num útero artificial (a lei abordaria fetos e bebês de forma diferente), acrescentando que também há questões sobre como tal gestação pode ser vista pela sociedade, especialmente se se tornar uma alternativa a uma gravidez “natural”.

É claro que as questões legais e éticas emergentes da tecnologia devem ser discutidas agora, antes que o útero artificial se torne uma realidade. O útero artificial, como dispositivo de assistência médica, que deverá estar pronto para testes em humanos nos próximos cinco anos, de acordo com a actual meta dos cientistas nos Países Baixos, é um projecto inovador na medida em que, em vez de ser um suporte de emergência à vida, trata o bebê prematuro como feto ainda não nascido.

Este plano incrível, ficção científica para alguns, visa construir um ambiente semelhante à fisiologia do útero, envolvendo o bebê extremamente prematuro em líquido amniótico artificial, permitindo que os órgãos imaturos se desenvolvam como se permanecessem dentro do corpo da mãe. Se for bem-sucedida, esta tecnologia poderá melhorar significativamente os resultados de saúde dos bebês e talvez, em última análise, comprometer-se a apoiar a saúde de pessoas grávidas que tenham complicações graves de condições médicas anteriores ou associadas à própria gravidez.

Artificial womb: opportunities and challenges for public health (Útero artificial: oportunidades e desafios para a saúde pública, tradução nossa)

A necessidade de reduzir a mortalidade neonatal culminou no desenvolvimento da tecnologia de âmnio e placenta artificiais, comumente conhecida como “Útero Artificial”, que fornece um ambiente para a ectogestação do feto. Desde 1958, quando Westin et al. desenvolveram o primeiro útero artificial pela canulação dos vasos umbilicais, essa tecnologia demonstrou um potencial notável para melhorar os resultados clínicos em crianças criticamente prematuras.

Atualmente, modelos em funcionamento dessa tecnologia incluem o EXTrauterine Environment for Neonatal Development (EXTEND) do Hospital Infantil da Filadélfia, o Ex-Vivo Uterine Environment (EVE) da Universidade de Tohoku e a Universidade da Austrália Ocidental [1]. A primeira instalação de útero artificial do mundo – EctoLife – foi lançada em 9 de dezembro de 2022 por um cineasta e comunicador científico baseado em Berlim, Alemanha.

O “Útero” foi projetado para simular todos os mecanismos fisiológicos necessários durante a gestação. A troca gasosa é realizada por meio de oxigenação por membrana extracorpórea. Um circuito arteriovenoso sem bomba é implantado, que impulsiona o sangue exclusivamente do coração fetal e é combinado com um oxigenador de baixa resistência. O descarte de resíduos é realizado através de diálise. Uma biobag à base de filme de polietileno é utilizada, sendo responsável pela esterilidade, ajuste de tamanho e eficiência de volume de fluido e espaço. Ela pode ser modificada para imitar as dimensões e a forma do útero com mais precisão, fornecendo assim uma alternativa análoga ao útero real.

Considerando a incidência e as taxas de mortalidade de partos prematuros em todo o mundo, a tecnologia de útero artificial (AUT) é um verdadeiro benefício. A AUT fornece o ambiente inerente de um útero humano, reduzindo assim a luta respiratória incompatível com o pulmão prematuro do feto. O design selado e impermeável que imita a cavidade amniótica também reduz o risco de infecção. Pode ser uma alternativa adequada em casos de insuficiência placentária, que pode levar ao trabalho de parto prematuro e ao retardo de crescimento intrauterino.

Os benefícios para a saúde também se estendem às mulheres grávidas, pois essa tecnologia oferece uma alternativa segura para gravidezes de alto risco e aliviará os riscos de

concluir uma gestação a termo. As mulheres frequentemente enfrentam preocupações relacionadas à gravidez, incluindo anemia, hipertensão, problemas de saúde mental e infecções virais. Algumas dessas condições podem ser fatais tanto para a mãe quanto para a criança, mas poderiam ser prevenidas com a AUT.

A AUT parece uma alternativa útil à gestação de substituição para casais do mesmo sexo, mulheres que passaram por histerectomia ou mulheres inférteis. No entanto, ainda existem questões que precisam ser resolvidas.

Os modelos não possuem a capacidade natural da placenta de reduzir o fluxo pulsátil da artéria umbilical para o fluxo laminar na veia umbilical. Além disso, não há um entendimento coletivo dos efeitos psicológicos e psicológicos de longo prazo do útero sobre os pais e a prole futura, considerando a mudança que isso trará ao conceito de "dar à luz".

Dada a multitude de possíveis aplicações, a AUT não está isenta de preocupações éticas. As principais considerações para o feto incluem o consequencialismo das intervenções médicas e seu status legal, enquanto as considerações para os pais incluem a extensão de sua autonomia na tomada de decisões em nome do recém-nascido, o impacto no vínculo materno, a relação custo-efetividade e a acessibilidade. Até mesmo os argumentos sociais sobre a aceitabilidade da ectogênese e a regulação do aborto levantam questões que devem ser respondidas antes da liberação dessa tecnologia.

Uma aplicação potencial, embora remotamente possível, da tecnologia é a "ectogênese completa" – gestação completa fora do corpo humano. Isso afetará enormemente o envolvimento humano substancial durante a gestação, tornando-a um evento extracorpóreo e, assim, transformando completamente a noção convencional de gravidez.

Pesquisa 2 (entrevista transcrita):

Contextualizando nossa pesquisa: o tema principal é o projeto chamado EctoLife, que consiste em úteros artificiais, bem semelhantes aos biológicos que usa a tecnologia como solução para mulheres inférteis ou demais situações, evitando a cesária.

Abaixo segue entrevista realizada com a especialista, através de roteiro semi-estruturado. Todo o conteúdo foi gravado em áudio e depois transcrito aqui no artigo.

- Poderia dizer um pouco sobre você em relação a sua formação e área do conhecimento?

- R: Sou professora de biologia. Formada em Ciências Biológicas e mestra em Ciências.

-Precisamos de um termo de consentimento de pesquisa, você autoriza o uso das informações adquiridas nesta entrevista?

R: Sim, eu autorizo.

-Você acha que a proposta dos úteros artificiais é capaz de solucionar problemas das mulheres brasileiras? Se sim, em que aspectos, mulheres poderiam buscar esse recurso.

R: Não, por inúmeros motivos. Começando pelo mais amplo, o custo para se manter uma gestação artificial deve ser altíssimo, o que limitaria as mulheres brasileiras a uma pequena parcela de pessoas com suporte financeiro para isso. Depois que para uma gestação ser completa com sucesso, a ligação mãe e bebê é primordial, pelas sensações, voz, tudo. O recurso seria uma opção pensável ou considerável mas não completa por si só.

-Quais tipos de infertilidade poderiam ser solucionados por úteros artificiais?

R: Consigo pensar nos casos de mulheres que não conseguem chegar aos 9 meses de gestação, com colo do útero fino. Mulheres hipertensas também ajudariam, apesar de não ser um caso de infertilidade, e uso em caso de prematuridade extrema.

-Você vê algum obstáculo biológico imediato no desenvolvimento de embriões humanos fora do útero, em comparação com o ambiente uterino natural?

R: Eu vejo alguns problemas, sim... A gestação é um processo biológico de trocas, é um processo em que a mulher passa por inúmeras alterações hormonais para se tornar mãe. Não é apenas a formação de um bebê, o corpo da mulher também precisa de regulação hormonal para produção de leite, por exemplo.

-Em sua experiência com embriões e desenvolvimento fetal, que aspectos do desenvolvimento embrionário são mais vulneráveis a alterações no ambiente de gestação, como do EctoLife?

R: Os primeiros 3 meses são primordiais para que o feto se desenvolva com sucesso, são inúmeras divisões celulares acontecendo ao mesmo tempo. A falta de qualquer nutriente ou hormônio pode prejudicar a formação de um bebê saudável.

(...)

R: Um líquido amniótico rico em oxigênio, que tenha uma filtração para as excretas do feto, que proteja contra impactos e acomode o bebê. Acho que a tecnologia dos úteros artificiais se

eu não me engano traz isso como proposta mesmo, só não sabemos o quão real ou quanto afetaria ao feto comparado ao desenvolvimento que ele deve ter.

-O que teria que ser bem analisado ao repensar nessa solução para o Brasil?

R: Tudo. Existe um limite que a tecnologia não deveria cruzar, onde transformamos a mágica da vida e dos ciclos em máquinas, em uma perspectiva. Quando conseguimos chegar em algo tão real assim chega a ser um limite a mais, e por isso é muito importante o estudo sobre isso, porque a vida real é muito milimetricamente pensada e em harmonia, que realmente acontece. Talvez em situações e situações que a tecnologia possa salvar e solucionar vidas, mas substituir o natural é uma perda de essência.

3.5 PROPOSTA

Nosso objetivo por meio desta pesquisa é buscar mais a fundo não só sobre como funciona a gravidez ectópica, mas também o contexto no qual ela se aplica, ou seja, o que deve ser necessário para aplicá-la em uma nação, o quão de bens tecnológicos seriam necessários, os benefícios sociais que exerceriam na realidade das mulheres com desejo de se tornarem mães e encontrar as raízes da ideia, desde os documentos do país de origem que deverão ser traduzidos para entendermos todo o esquema mais de perto.

Foi necessário, então, muito aprofundamento para compreendermos com profundidade como funciona a implantação e o funcionamento dos úteros artificiais para gerar bebês e analisarmos por meio de pesquisas se esta opção seria benéfica. Além das pesquisas acadêmicas e qualitativas, realizadas na etapa anterior desse projeto, por fim, desenvolvemos a análise de um protótipo por meio de um aplicativo, que acompanha a formação do feto durante a gestação (App: Gravidez + App: Info pré-natal).

Esse estudo se torna relevante para obtermos essa comparação em relação ao ciclo do feto quando submetido a esse útero artificial, fazendo uma análise sobre o ambiente uterino natural e suas condições ideais sobre se a tecnologia é capaz de suprir os órgãos genitais humanos, e como, por meio desses, seria possível superar contextos como a prematuridade extrema e se pode se submeter a algum tipo de alteração.

Por meio desta, também, relacionamos os casos distintos de complicações dos recém-nascidos para analisarmos a partir de quais semanas seriam mais concentrada a atenção no feto

ao ser submetido a tecnologia ectópica, seja em casos em que o bebê é portador no útero desde as primeiras até 100% do período da gravidez, ou seja em outros em que é deslocado para esse ambiente em certo momento necessário para se desenvolver quando lhe falta recursos ou por possibilidade de problemas genéticos ou por prematuridade.

4 CONCLUSÃO

A implantação de úteros artificiais oferece uma solução promissora para diversos grupos que enfrentam desafios na gestação, como pessoas com infertilidade, casais homoafetivos, casos de gravidez de risco e outras situações. Essa tecnologia tem o potencial de transformar a reprodução humana, tornando-a mais acessível e segura. Contudo, para que essa solução se torne viável e equitativa para todos, é necessário que a ciência avance em diferentes países e que debates éticos acompanhem esse desenvolvimento.

Os estudos principais demonstram um preparo significativo para que esses equipamentos sejam implementados de forma segura, sem comprometer o desenvolvimento fetal. Embora a inovação prometa revolucionar os conceitos de fertilidade e reprodução, também traz impactos importantes. A interação mãe-filho, o desenvolvimento psicológico e o ambiente uterino natural, por exemplo, não podem ser replicados exatamente, e esses elementos desempenham um papel fundamental no vínculo inicial entre mãe e bebê. Mesmo que a tecnologia seja avançada, ela não pode proporcionar totalmente essa proximidade, que muitas vezes é preferível.

Apesar de seu grande potencial, a ectogênese enfrenta desafios significativos antes de sua implementação. Entre eles, destacam-se as questões éticas e sociais, como o impacto no vínculo mãe-filho e a desigualdade no acesso a essa tecnologia. Além disso, a ideia de uma gravidez fora do corpo humano levanta reflexões: como a sociedade reagiria a esse conceito? O que isso significa para a experiência da maternidade? Quais são os obstáculos éticos e científicos que ainda dificultam a aceitação e a ampla aplicação dessa tecnologia?

Por fim, é preciso que haja mais estudos sobre o tema já que a implantação de úteros artificiais apresenta uma proposta promissora para solucionar a infertilidade e oferece uma nova opção segura para reprodução.

5 REFERÊNCIAS

- HAPSARI, Indri et al. LEGAL PROTECTION FOR BORN BABIES FROM THE ECUTOLIFE PROGRAM. *JILPR Journal Indonesia Law and Policy Review*, v. 4, n. 3, p. 196-206, 2023.
- KHULBE, Yashita et al. Artificial womb: opportunities and challenges for public health. *International Journal of Surgery*, v. 109, n. 3, p. 618-619, 2023.
- SOLERTE, Maria Laura. Artificial uterus-research background to improve survival and outcome of extremely low birth weight newborns. *Journal of Gynecological Research and Obstetrics*, v. 6, n. 3, p. 067-071, 2020.
- TARASEVICH, T. Yu. Regulamentação legal da inteligência artificial no campo das funções reprodutivas humanas: desafios modernos e perspectivas de implementação. 2023.
- ECTOLIFE: O futuro da reprodução? [S.l.]: Hashem Al-Ghaili, 2022. 1 vídeo (8 min). Publicado em: 09 dez. 2022.
- ESTADO DE MINAS. “Menu de bebês”: projeto de úteros artificiais é apresentado. *Saúde e Bem Viver*, 14 dez. 2022.
- CORREIO BRAZILIENSE. “Menu de bebês”: primeiro projeto de úteros artificiais é apresentado. *Ciência e Saúde*, 14 dez. 2022.
- O TEMPO. Útero artificial: conceito de produção de bebês em máquina ainda não é realidade. *Mundo*, 14 dez. 2022.
- MEGA CURIOSO. Ectolife: a primeira instalação de úteros artificiais do mundo. *Estilo de Vida*, 15 dez. 2022.
- O TEMPO. Útero artificial: quando a ciência brinca de ser Deus. *Interessa*, 20 dez. 2022.
- PISANO, L. et al. Artificial womb: opportunities and challenges for public health. *International Journal of Surgery*, v. 109, p. 89–94, mar. 2023.
- DUBINSKY, M. et al. Artificial womb technology: psychological and ethical aspects. *Journal of Gynecology and Reproductive Obstetrics*, v. 6, n. 1, p. 190–195, 2023.
- BALOGA, I. et al. Artificial uterus – a new alternative to traditional childbirth. *UZHNU Scientific Repository*, 2023.
- MOGHADAM, S. H. et al. The Future of Childbirth: The Ethical Implications of Artificial Womb Technology. *Journal of Innovation Research and Public Law*, v. 1, n. 3, p. 110–119, 2023.
- LEE, S. H. et al. Artificial womb technology and mental health outcomes: a preliminary investigation. *Journal of Affective Disorders*, v. 318, p. 45–53, 2023.