

UNIVERSIDADE VIRTUAL DO ESTADO DE SÃO PAULO

ALEXANDRE LISBOA DA COSTA
ALINE ALVES CAÇÃO
DANIEL PEDRO RIBEIRO DA CUNHA
KEVIN MAGAGNINI CAETANO
LIDIANE SOUZA DE MELO
RILDO ALVES DE OLIVEIRA

**Otimização de processos e sustentabilidade no transplante de órgãos
utilizando manufatura aditiva de biotecido**

Vídeo Final do Projeto Integrador:

<https://youtu.be/dOdSOKG75eA>

Santana de Parnaíba - SP
2021

UNIVERSIDADE VIRTUAL DO ESTADO DE SÃO PAULO

Otimização de processos e sustentabilidade no transplante de órgãos utilizando manufatura aditiva de biotecido

Relatório Técnico-Científico Parcial
apresentado na disciplina de Projeto Integrador
V para o curso de Engenharia de Produção da
Fundação Universidade Virtual do Estado de
São Paulo

Mediador: Eduardo Palhares

Santana de Parnaíba - SP

2021

CAÇÃO, Aline Alves; CAETANO, Kevin Magagnini; COSTA, Alexandre Lisboa da; CUNHA, Daniel Pedro Ribeiro da; MELO, Lidiane Souza de; OLIVEIRA, Rildo Alves de. **Otimização de processos e sustentabilidade no transplante de órgãos utilizando manufatura aditiva de biotecido.** [n]f. Relatório Técnico-Científico Parcial (Engenharia de Produção) - **Universidade Virtual do Estado de São Paulo.** Mediador: Eduardo Palhares. Polo Santana de Parnaíba, 2021.

RESUMO

Este trabalho estuda a manufatura aditiva de biotecido como pilar da Indústria 4.0 aplicada em transplante de órgãos no contexto do tripé de sustentabilidade econômica, social e ambiental definido pela Organização das Nações Unidas em seus Objetivos do Desenvolvimento Sustentável no eixo “3 Saúde e bem estar”. Trata-se de uma pesquisa descritiva e aplicada sobre a análise documental do Hospital das Clínicas buscando prototipar um novo processo em sua estrutura por design de serviço através de um diagrama *blue print*, uma das ferramentas de *design thinking* para discutir como seria a aplicação desta tecnologia e seu impacto no transplante de órgão. Conclui-se que a manufatura aditiva de biotecido pode reduzir o tempo de espera do paciente na fila por doadores, uma vez que a cultura celular utilizada por esta tecnologia na construção de órgãos, combinada ou não com polímeros, pode vir a resolver gargalos de disponibilidade, compatibilidade e recuperação dos órgãos transplantados.

PALAVRAS-CHAVE: Manufatura aditiva, Biotecido, Sustentabilidade, Service Design.

CAÇÃO, Aline Alves; CAETANO, Kevin Magagnini; COSTA, Alexandre Lisboa da; CUNHA, Daniel Pedro Ribeiro da; MELO, Lidiane Souza de; OLIVEIRA, Rildo Alves de. **Otimização de processos e sustentabilidade no transplante de órgãos utilizando manufatura aditiva de biotecido.** [n]f. Relatório Técnico-Científico Parcial (Engenharia de Produção) - **Universidade Virtual do Estado de São Paulo**. Mediador: Eduardo Palhares. Polo Santana de Parnaíba, 2021.

ABSTRACT

This paper studies the additive manufacturing of biotissue as a pillar of Industry 4.0 applied to organ transplantation in the context of the tripod of economic, social and environmental sustainability defined by the United Nations in its Sustainable Development Goals in the axis "3 Health and well-being" . This is a descriptive and applied research on the document analysis of Hospital das Clínicas, seeking to prototype a new process in its structure by service design through a blue print diagram, one of the design thinking tools to discuss how this technology would be applied. and its impact on organ transplantation. It is concluded that the additive manufacturing of biotissue can reduce the patient's waiting time in the queue for donors, since the cell culture used by this technology in the construction of organs, combined or not with polymers, can solve availability bottlenecks , compatibility and recovery of transplanted organs.

KEYWORDS: Additive Manufacturing, Biofabric, Sustainability, Service Design.

SUMÁRIO

LISTA DE ILUSTRAÇÕES	5
1. INTRODUÇÃO	6
2. DESENVOLVIMENTO	6
2.1 DESCRIÇÃO DO PROBLEMA	6
2.2. OBJETIVOS	7
2.3. METODOLOGIA	7
2.4 OTIMIZAÇÃO DE PROCESSOS E SUSTENTABILIDADE	13
2.5 TRANSPLANTE DE ÓRGÃOS COMO PROCESSO	14
3. RESULTADOS	16
3.1 JORNADA DO PACIENTE	16
3.2 MANUFATURA ADITIVA DE BIOTECIDO (Bioprinting)	17
3.3 BLUPRINT DA JORNADA DO PACIENTE E AMBIENTE HOSPITALAR	18
CONSIDERAÇÕES PARCIAIS	20
CONSIDERAÇÕES FINAIS	20
REFERÊNCIAS	21

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Resumo das fases do Design Thinking	10
Figura 2 - Exemplo de <i>Blueprint</i>	12
Figura 3 - Tripé da sustentabilidade	14
Diagrama 1 - Jornada do Paciente	17
Diagrama 2 - Estrutura Organizacional HCFMUSP	19
Diagrama 3 - Blueprint de manufatura aditiva e transplante de órgãos	19

1. INTRODUÇÃO

Uma das prioridades nos dias atuais é o desenvolvimento sustentável como projeto político e social para toda humanidade, dessa forma buscando caminhos e soluções para o objetivo de uma sociedade sustentável (SALAS-ZAPATA et al., 2011). Com isso cada vez mais vem surgindo estudos e pesquisas sobre desenvolvimento sustentável buscando alcançar informações e inovações sobre o assunto.

Em 2015, a ONU propôs aos seus países membros uma nova agenda de desenvolvimento sustentável para os próximos 15 anos, a Agenda 2030, composta pelos 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS).

Um dos principais objetivos é garantir o acesso à saúde de qualidade e promover o bem-estar para todos, em todas as idades, com isso buscamos pesquisar, entender e apresentar soluções com auxílio da manufatura aditiva, para um grande problema que vem aumentando com o passar dos anos que é a fila de transplantes de órgãos.

Com o uso da manufatura aditiva de órgãos poderiam diminuir a fila de transplantes ou até mesmo zerar essa fila em pouco tempo, desta forma podendo salvar vidas e devolvendo a muitas pessoas uma melhor forma de vida.

2. DESENVOLVIMENTO

2.1 DESCRIÇÃO DO PROBLEMA

De acordo com a Associação Brasileira de Transplantes de Órgãos em 2019 a fila de transplantes de órgãos chegou a 45 mil naquele ano sendo que naquele ano de janeiro até setembro foram realizados apenas 6.722 transplantes, isso mostra que a conta não fecha e a tendência é que esta lista aumente com isso ocasionando ainda mais demora no atendimento e em uma fila que para quem espera por um órgão para ser transplantado, o tempo pode custar uma vida. **Como o tripé de sustentabilidade e os pilares da indústria 4.0 se relacionam com a otimização do processo de transplante de órgãos?**

2.2. OBJETIVOS

O objetivo geral é contextualizar o transplante de órgãos como um problema para o atingimento de objetivos de desenvolvimento sustentável e arrolar a manufatura aditiva como um dos pilares da indústria 4.0 que podem otimizar seu processo.

São objetivos específicos da pesquisa:

- Identificar as etapas, atividade, atores envolvidos e pontos de contato: jornada do paciente e jornada do órgão a ser transplantado.
- Descrever os gargalos do processo como: escassez de órgãos e tempo de espera, perdas na conservação e transporte do órgão doado, índices de rejeição, tempo de recuperação sob medicamentos de adaptação por parte do paciente.
- Prototipar o novo processo incluindo a manufatura aditiva de órgãos, possíveis pontos de melhoria para os achados da pesquisa e descrição de novos papéis e atores que serão necessários no ambiente hospitalar.

2.3. METODOLOGIA

Trata-se de uma pesquisa exploratória e qualitativa em duas principais etapas. A primeira consiste na abordagem dos temas de sustentabilidade, otimização de processo para estabelecer a sua relação com os pilares da indústria 4.0 e o tripé de sustentabilidade; descrever transplante de órgãos por uma visão geral dos pontos de contato do paciente desde a fila espera até a sua alta e, a do órgão a ser transplantado por meio semelhante. A outra etapa é prescritiva: utilizar a ferramenta *blueprint* do método *design thinking* para mapear a interação dessas jornadas - do paciente e do órgão a ser transplantado - com a inclusão da manufatura aditiva de biotecido sob a perspectiva de otimização, retratando possíveis benefícios, desafios e novos atores no processo de transplante de órgãos.

O estudo se inicia com o levantamento bibliográfico e segue por um levantamento documental dos artefatos do ambiente hospitalar que evidenciem as características desses processos. A imersão se inicia pela apreciação de estudo de caso obtido em campo por outro trabalho acadêmico, esta é uma limitação da pesquisa. Os resultados são discutidos em

brainstorming entre os pesquisadores para consolidar o relato de experiência em um protótipo conceitual.

Levantamento bibliográfico e documental

A pesquisa bibliográfica consiste na etapa inicial de todo o trabalho acadêmico, com o objetivo de reunir as informações e dados que servirão de base para a construção da investigação a partir do tema. Este entendimento trazido pelo Prof. Alejandro Knaesel ARRABAL (2019) indica a metodologia como adequada para estabelecer a relação de um dos pilares da indústria 4.0 - no caso a manufatura aditiva, do tripé de sustentabilidade o objeto de pesquisa, que é o transplante de órgãos.

Isto posto, a análise dos resultados da pesquisa afinidade com a metodologia de pesquisa documental, pois, “Nela [pesquisa documental] a investigação concentra-se em dados obtidos a partir de “documentos” que registram fatos e/ou acontecimentos de uma determinada época” (ARRABAL, 2019), no caso, as observações descritas a partir dos artefatos disponibilizados pelo ambiente hospitalar presente no objeto do estudo em sites institucionais, e os objetivos do desenvolvimento sustentável, conceito estabelecido de forma igualmente institucional, no caso a Organização das Nações Unidas. A ferramenta *desk research* de *design thinking* é particularmente útil para esta abordagem.

Método qualitativo

O método qualitativo se mostra uma abordagem eficaz no sentido do objetivo do estudo que é a prototipação de um framework, por sua característica indutiva, isto é, tem início nas informações recolhidas pelo investigador encontrar padrões ou formular teorias, especialmente, aquelas proveniente dos atores, pois, guardam em si lições aprendidas:

O método qualitativo é indutivo (ADAMS et al., 2008) porquanto o investigador recolhe os dados para posteriormente definir padrões/teorias, ao invés de testar uma teoria ou hipótese existente. Deste modo, contribui para a interpretação dos significados das representações sociais através de análise dos dados recolhidos (ANDRÉS, 2002, p. 375).[...] Saliente-se que, na investigação qualitativa, o objetivo e conteúdo do inquérito não devem ser estritamente definidos pelo investigador porque é vantajoso incorporar as preocupações, prioridades e perspectivas dos participantes do estudo (ADAMS e SMITH, 2003) de modo a enriquecer a

investigação, tornando-a mais abrangente, e ainda motivar os próprios participantes (FELDMAN, 1995).

Design Thinking

Uma vez descrito o cenário, estabelece-se uma abordagem sistêmica que traduz as informações de campo em um conceito, sobre este conceito identificado, compor um novo, condizente com o objetivo desta pesquisa. Diante da necessidade de validar esta proposta, a presença de um protótipo - neste caso o framework de implantação de manufatura aditiva de biotecido - o *design thinking* apresenta-se como alternativa para esta finalidade.

Nas palavras de Baia e Santos (2016) “O Design Thinking, segundo Pinheiro (2011) foi mencionado pela primeira vez em um artigo escrito por Richard Buchanan, professor da Universidade de Carnegie, onde cita quatro frentes da evolução do Design para que ganhe força na comunicação visual, e aplicado a serviços, traz para o desenho de processos o pensamento holístico e foco nas pessoas.”

Ainda para o autor [PINHEIRO, 2011 apud BAIA e SANTOS, 2016], *Design Thinking* usa a sensibilidade e os métodos dos designers para que estratégias de negócios e as necessidades reais das pessoas coincidam. Desta forma viabiliza a geração de oportunidades e percepção de valor pelos clientes mercado. Pinheiro (2011), não considera o Design Thinking como uma metodologia, e sim um modelo mental, uma abordagem, baseada na Empatia, Colaboração e Experimentação, sendo esses conceitos fundamentais para que a organização busque aproximação com o mercado e seus usuários, reduzindo a chance de fracasso de novas ofertas e abrindo oportunidades para o negócio.

o Design Thinking é uma proposta multidisciplinar que permite incluir diversas áreas de conhecimento na composição da equipe de projeto, promovendo o pensamento holístico necessário para geração de novas ideias e resolução de problemas complexos. A abordagem do Design Thinking incentiva a confecção de protótipos, favorecendo uma maneira de pensar visualmente. Com isso, o Design Thinking reduz o risco de falhar e impulsiona a absorção e participação dos indivíduos no processo de resolução de problemas. Lockwood (2009) define Design Thinking como um processo de inovação com foco na pessoa, onde se destacam a observação, colaboração, aprendizado rápido, visualização de ideias, protótipo e

análise da concorrência, que resultam na estratégia do negócio e na inovação de mercado. (PINHEIRO, 2011 *apud* BAIA e SANTOS, 2016):

Dessa forma, as principais fases que compõem esta abordagem se retratam no quadro:

Figura 1. Resumo das fases do Design Thinking

Design Thinking			
Imersão	Análise e síntese	Ideação	Prototipação
Imersão Preliminar	Cartões de insight	Brainstorming	Prototipagem
Briefing / Alinhamento	Diagrama de afinidades	Sessões de cocriação	Protótipo conceitual
Pesquisa Exploratória	Mapa conceitual	Cardápio de ideias	Protótipo navegável
Pesquisa Desk	Critérios norteadores / Diretrizes	Matriz de posicionamento	Storyboard
Mindmaps	Personas		Protótipo de serviços
Imersão em Profundidade	Mapa de empatia / Mapa do cliente		Testes
Entrevistas	Jornada do usuário		Planejamento e fluxo
Cadernos de sensibilização	Blueprint		Aplicação de ambiente de teste
Sessão generativa			Avaliação
Um dia na vida			Melhorias e correções
Shadowing			
Análise Interacional			
Mindmaps			

Fonte: Adaptado de PINHEIRO (2011 *apud* BAIA e SANTOS, 2016)

Desk Research

Desk research ou pesquisa de documental, também pode se chamar (pesquisa de mesa), pode ser externa, interna, internet, dados secundários, coletados em órgão público, pesquisas já realizadas, jornais e revistas. Este método é válido para esta pesquisa, pois demonstrará em artefatos como os pontos de contato do paciente e do órgão interagem com os atores presentes no processo de transplante de órgãos. Como D'Angelo Pedro (2017) esses dados já estão disponíveis para pesquisa, ao contrário de dados primários que por sua vez foram criados para pesquisa.

Brainstorming

O brainstorming é uma das práticas mais disseminadas entre agências de publicidade e marketing, além de já ter sido “exportada” para os mais variados segmentos, da indústria à

prestação de serviços. Traduzido como “tempestade de ideias”, ainda que quase todo mundo aqui no Brasil continue usando o nome original, o brainstorming foi inventado há mais de 70 anos por Alex Osborn (FARINAZZO, 2019).

Segundo Farinazzo (2019), a dinâmica da reunião pode ser resumida da seguinte forma:

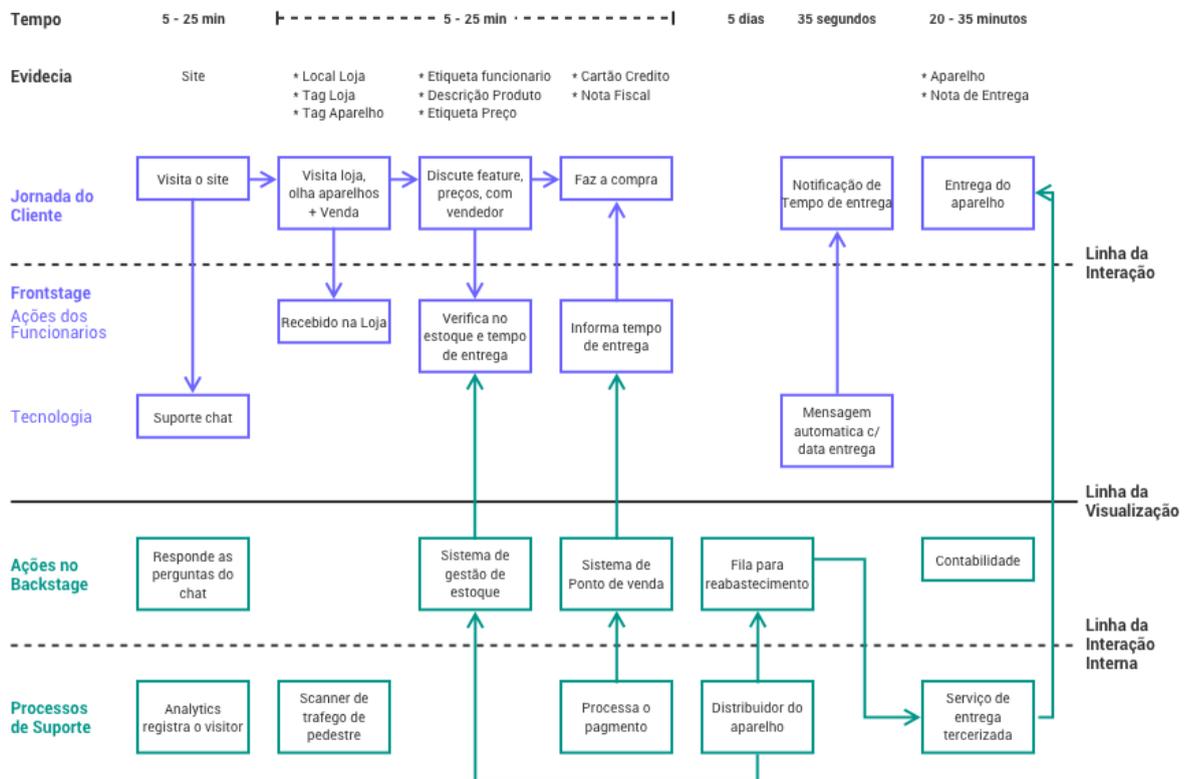
1. Explicar o problema;
2. Cada participante anotar suas ideias;
3. Apresentar as ideias para o grupo;
4. Agrupar e condensar as ideias;
5. Encerramento.

A reunião de *brainstorming* possui em suas características um ambiente favorável à livre exposição das ideias, a busca por um grande volume de opiniões e a combinação dos conceitos propostos. Apesar disso, é importante se atentar a outros elementos, que dão causa a maus resultados prática, como a compreensão de qual problema se quer resolver, investigando sua ocorrência, identificando padrões e encontrando suas verdadeiras causas; o tamanho da equipe, pois, nem sempre é necessário ter “uma pessoa de cada área” para garantir diversidade de pontos de vista; e o imediatismo da solução na própria reunião que pode levar a uma decisão sem analisar os prós e contras de todas as sugestões (FARINAZZO, 2019). O *brainstorming* foi utilizado na pesquisa para aproximação temática e, com o desenvolvimento do trabalho, na análise dos resultados a se retratar dos tópicos seguintes do estudo.

Blueprint

O *Blueprint* ou Design de Serviço é uma ferramenta do design thinking utilizada para mapear e entender detalhadamente um problema, ações ou interações e trazer o melhor resultado possível, ajudando as empresas a entenderem a dificuldade e seus defeitos durante o processos, que podem afetar diretamente o consumidor, seja por uma deficiência organizacional, ou padronizando seus serviços para diferentes usuários, com necessidades diferentes, podendo despertar um interesse mais abrangente em melhorias, elaborando um pequeno mapa de processos e necessidades, tanto da empresa/serviço, quanto do cliente.

Figura 2. Exemplo de *Blueprint*



Fonte: Adaptado de Carvalho (2021)

Norbert Wiener em 1948 criou a teoria de cibernética que foi tão importante para você avanço da computação e da informática que diz que qualquer processo tem inputs ou insumos, tem uma caixa preta tem produtos ou resultados e tem também laços e Feedback que é informação voltando ao início do processo para permitir a autorregulação do processo.

Foi essa teoria que nos permitiu desenvolver softwares e construir todo mundo da tecnologia da informação, Há 50 ou 60 anos é usando o fluxograma como uma maneira de representar todas etapas do processo, que é voltado à informação e decisão, e pouco voltado ao cliente em si, o que mostra que o fluxograma é voltada para dentro do problema e não excepcionalmente para o cliente.

A partir de então essa teoria foi aperfeiçoada e chamada de *Blueprint* (Cópia Heliográfica) foi com este nome que os especialistas em design Thinking desenvolveram essa ferramenta para poder desenhar processos.

O *Blueprint* é composto praticamente voltada a jornada do cliente ou a jornada do usuário, utilizando a empatia, nos colocando no lugar dos usuários, ou clientes para entender a necessidade exata, e elaborar uma mapa para entender como ele convive com o processo/serviço, assim tendo uma interação direta com o cliente, mudando etapas do processo, ou aprimorando as mesmas, para que tudo funcione em máxima harmonia entre o processo/produto e cliente.

2.4 OTIMIZAÇÃO DE PROCESSOS E SUSTENTABILIDADE

É notável a busca das empresas sobre a grande importância da gestão de inovação para a competitividade, porém ainda existem dificuldades com o uso de ferramentas adequadas para lidar com questões adversas nos processos de inovação, as principais dificuldades são incerteza, *timing*, capacidade de análise de rotas alternativas, mobilização de competências, valorização da criatividade, entre outras.

A tomada de decisão na gestão de inovação não é algo exclusivo dos altos escalões das organizações, ela deve ser trabalhada e implantada em diferentes níveis hierárquicos e em ambientes tanto interno como externo. É óbvio que o alto escalão não deixará de tomar decisões, porém é necessário que essas decisões precisam estar em sintonia com as decisões do dia a dia, que podem trazer inovações importantes (CANONGIA et al., 2004).

A sociedade contemporânea necessita de uma mudança de paradigmas a ser posta em prática pela sociedade. Faz-se necessário rever nosso modo de vida e reinventar os modelos de produção, de desenvolvimento e de consumo, conciliando as dimensões econômica, ambiental e social nos negócios, para que as empresas prosperem e nosso futuro tenha garantia. Segundo Manzini (2006), precisamos encontrar um novo estilo de vida consentâneo com o paradigma da sustentabilidade.

Entende-se por desenvolvimento sustentável a procura da satisfação das necessidades presentes de produção e de consumo, sem comprometer a capacidade das gerações futuras de suprirem suas próprias necessidades. O Design é uma atividade criativa cujo objetivo é estabelecer as qualidades multifacetadas de objetos, processos, serviços e seus sistemas em todo o ciclo de vida.

Na era da produção em massa, onde tudo deve ser planejado e projetado, o Design se tornou um dos mais poderosos instrumentos com que o homem dá forma às suas ferramentas

e ao seu ambiente, por extensão, à sociedade e a si próprio (PAPANEEK, 1995). O Design consiste na melhoria da qualidade de uso do produto, da forma de um novo produto, do seu processo de fabricação, da sustentabilidade ambiental e social, da forma de acesso a um produto socialmente inclusivo, da aplicação de novos materiais e da qualidade estética (BONSIEPE, 1997 *apud* BERLATO et al, 2018).

Figura 3. Tripé da sustentabilidade



Fonte: Adaptado de BERLATO et al (2018)

É neste contexto que a manufatura aditiva de biotecnologia se apresenta como alternativa para a obtenção de órgãos para transplante, impactando de forma significativa o eixo social do tripé da sustentabilidade - especialmente do ponto de vista de gestão de filas e materiais, na jornada do paciente.

2.5 TRANSPLANTE DE ÓRGÃOS COMO PROCESSO

Falando de transplantes é importante saber que cada órgão tem uma fila específica, baseada na Lei nº 9.434/1997, no Decreto nº 2.268/1997 e na Portaria GM/MS nº 2.600/2009. E, ao contrário do que muitas pessoas podem imaginar, a ordem de inscrição não determina que o primeiro a se inscrever receberá o órgão antes do segundo e assim consecutivamente, mas, sim, as condições médicas como: compatibilidade dos grupos sanguíneos, tempo de espera e gravidade da doença. Ou seja, pacientes com maior risco de morte têm a preferência.

Para transplantes de fígado o risco de morte é mensurado por um índice matemático chamado Model for End-stage Liver Disease, ou Meld (em português, Modelo para a Doença

Hepática em Estágio Terminal, em uma tradução aproximada). O cálculo é feito com base nos exames laboratoriais do doente. Quanto maior for o resultado desse cálculo, mais à frente da lista o paciente é posicionado.

Quem espera por um rim é posicionado na lista de acordo com a compatibilidade. Isso significa que os órgãos do doador passam por exames e uma análise genética completa e, após os resultados, são feitas análises comparativas com todos os pacientes. Os mais compatíveis ganham mais pontos, assim como o tempo de espera também é um fator determinante e condições médicas como diabetes, por exemplo, garantem maior pontuação. Cada vez que um rim é doado, um novo ranking é gerado.

É importante lembrar também que, apesar de a lista de espera ser única e nacional, as distribuições são regionalizadas, por questões de logística de transporte e o tempo de isquemia, ou seja, o prazo de duração que o órgão resiste sem irrigação fora do corpo. Isto é, primeiramente, o órgão do doador é viabilizado para um receptor do mesmo estado, e não podemos deixar de lembrar a importância de nos tornarmos doadores podendo assim salvar vidas segue os passos para que se possa iniciar uma doação de órgão se inscrevendo através do site governamental. sendo esse o passo inicial para que se possa existir um programa de transplantes:

- Para ser um doador, basta conversar com sua família sobre o seu desejo de ser doador e deixar claro que eles, seus familiares, devem autorizar a doação de órgãos.
- No Brasil, a doação de órgãos só será feita após a autorização familiar.

Pela legislação brasileira, não há como garantir efetivamente a vontade do doador, no entanto, observa-se que, na grande maioria dos casos, quando a família tem conhecimento do desejo de doar do parente falecido, esse desejo é respeitado. Por isso a informação e o diálogo são absolutamente fundamentais, essenciais e necessários. Essa é a modalidade de consentimento que mais se adapta à realidade brasileira. A previsão legal concede maior segurança aos envolvidos, tanto para o doador quanto para o receptor e para os serviços de transplantes.

A vontade do doador, expressamente registrada, também pode ser aceita, caso haja decisão judicial nesse sentido. Em razão disso tudo, orienta-se que a pessoa que deseja ser doador de órgãos e tecidos comunique sua vontade aos seus familiares.

Os órgãos doados vão para pacientes que necessitam de um transplante e estão aguardando em lista única, definida pela Central de Transplantes da Secretaria de Saúde de cada estado e controlada pelo Sistema Nacional de Transplantes (SNT).

Existem dois tipos de doador.

- **1 - O primeiro é o doador vivo.** Pode ser qualquer pessoa que concorde com a doação, desde que não prejudique a sua própria saúde. O doador vivo pode doar um dos rins, parte do fígado, parte da medula óssea ou parte do pulmão. Pela lei, parentes até o quarto grau e cônjuges podem ser doadores. Não parentes, só com autorização judicial.
- **2 - O segundo tipo é o doador falecido.** São pacientes com morte encefálica, geralmente vítimas de catástrofes cerebrais, como traumatismo craniano ou AVC (derrame cerebral).

O tempo de isquemia é o tempo de retirada de um órgão e transplante deste em outra pessoa. A tabela abaixo demonstra o tempo de isquemia aceitável para cada órgão a ser considerado para transplante:

Tabela 1. Tempo de isquemia de órgãos

Órgão	Tempo de isquemia
Coração	04 horas
Pulmão	04 a 06 horas
Rim	48 horas
Fígado	12 horas
Pâncreas	12 horas

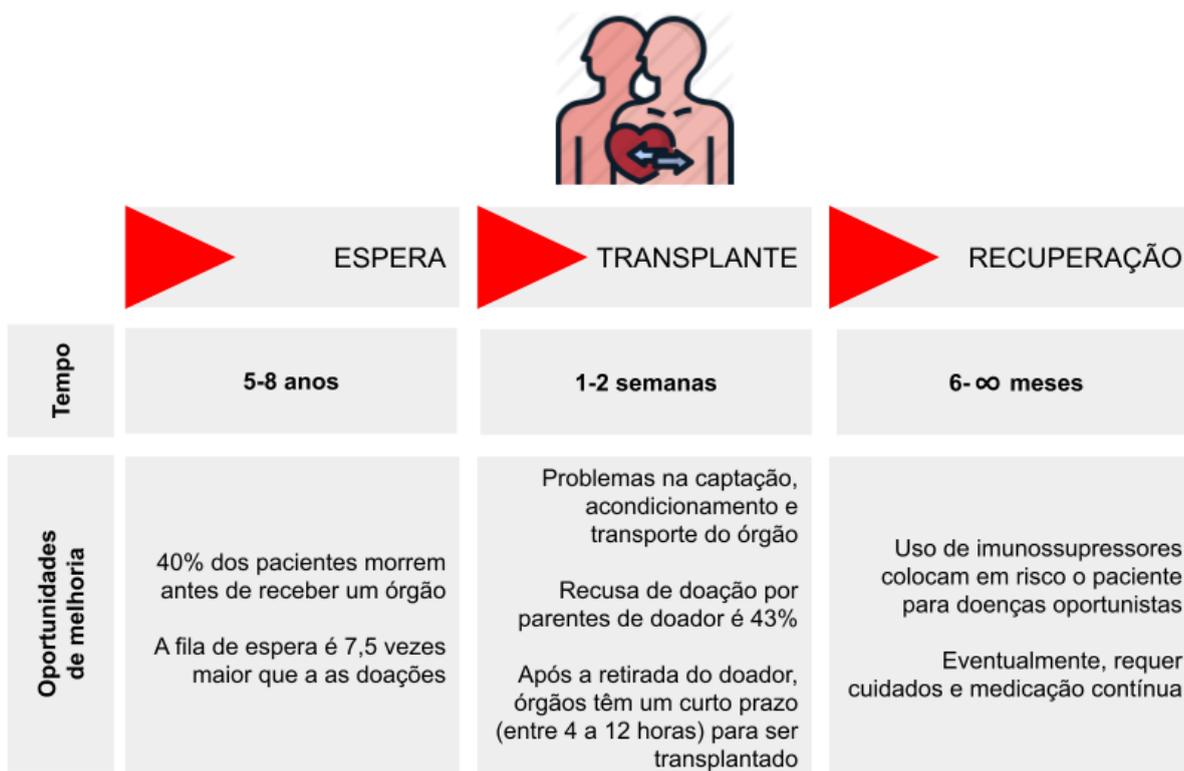
Fonte: Adaptado de BRASIL (2021)

3. RESULTADOS

3.1 JORNADA DO PACIENTE

Com base no referencial teórico sobre transplante de órgãos e a metodologia design thinking - mais precisamente a ferramenta *blue print*, é verificável três grandes pontos de contato na jornada do paciente: a espera, o transplante e a recuperação, onde o tempo é o gargalo e as oportunidades de melhoria estão resumidas conforme o quadro.

Diagrama 1. Jornada do Paciente



Elaborado pelos autores

Ainda há de se salientar que o número de transplantes efetivamente realizados, ou seja, após o encontro de um doador, é de apenas 33% do número total de doadores declarados.

3.2 MANUFATURA ADITIVA DE BIOTECIDO (*Bioprinting*)

Segundo o jornal *Bioprinting* da Elsevier, uma companhia de publicações acadêmicas e científicas, o espectro da manufatura aditiva de biotecido é amplo: os aspectos da tecnologia de fabricação 3D envolvendo tecidos, órgãos e células biológicas para aplicações médicas e de biotecnologia incluem nanomateriais, biomateriais, andaimes, tecnologia de impressão 3D, imagem e software e hardware CAD/CAM, maturação de biorreator pós-impressão,

padronização de células e fatores biológicos, biofabricação, engenharia de tecidos e outras aplicações da tecnologia de bioprinting 3D.

Impressão tridimensional (3D) é a utilização de técnicas semelhantes à impressão 3D para combinar células, fatores de crescimento ou biomateriais para fabricar peças biomédicas, muitas vezes com o objetivo de imitar as características naturais do tecido. Geralmente, a bioimpressão 3D pode utilizar um método de camada por camada para depositar materiais conhecidos como *bioinks* para criar estruturas semelhantes a tecidos que são posteriormente usadas em vários campos médicos e de engenharia de tecidos.

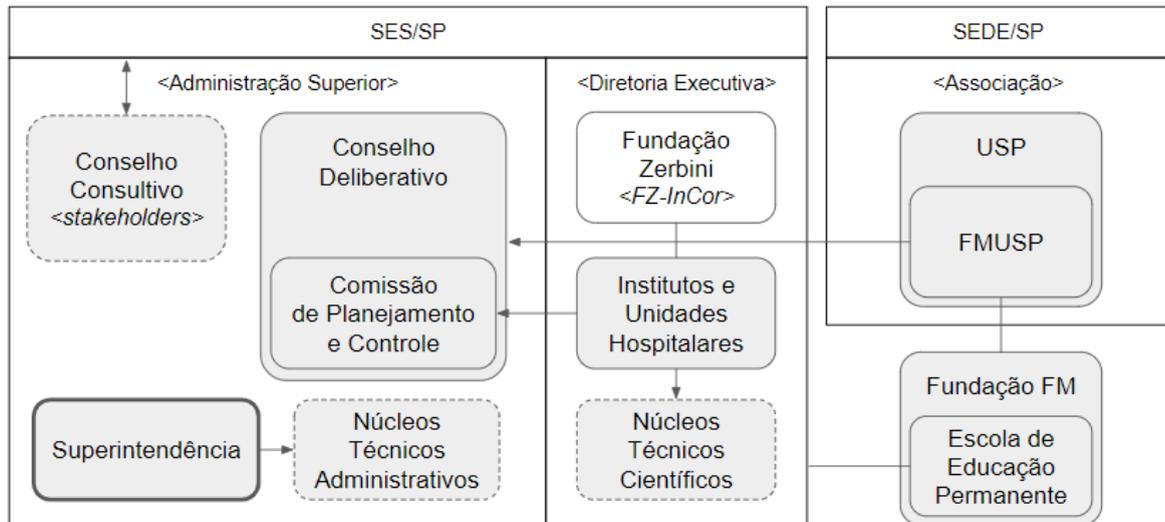
Atualmente, a bioimpressão pode ser usada para imprimir tecidos e órgãos para ajudar na pesquisa de drogas e pílulas. No entanto, as inovações abrangem desde a bioimpressão da matriz extracelular até a mistura de células com hidrogéis depositados camada por camada para produzir o tecido desejado.

3.3 BLUPRINT DA JORNADA DO PACIENTE E AMBIENTE HOSPITALAR

Uma vez compreendida a jornada do paciente é preciso compreender a estrutura hospitalar para associá-la aos pontos de contato, a fim de desenhar os papéis e mapear os requisitos de implantação do novo serviço.

A estrutura organizacional do HCFMUSP é definida por meio da Administração Superior que é composta por 3 pilares: Conselho Deliberativo, colegiado este formado pelo Diretor da Faculdade de Medicina da USP (Presidente do Conselho), Vice-Diretor da Faculdade de Medicina da USP (substituto do Presidente do Conselho), Membros Titulares e Suplentes (compostos por professores Titulares da FMUSP), Diretoria Clínica, formada pelo Diretor Clínico e Vice- Diretor Clínico do Hospital, e Superintendência, formada pelo Superintendente e Chefe de Gabinete (HCFMUSP,2019).

A figura abaixo expressa a estrutura organizacional do HCFMUSP e além disso, também tenta relacionar com as fundações que fazem parte do complexo.

Diagrama 2: Estrutura Organizacional HCFMUSP

Fonte: Elaborado pelos autores

Dentre as estruturas dos institutos e unidades hospitalares funcionam unidades de negócio que, com base no levantamento documental merecem destaque pelo profundo acoplamento com o tema. Na Administração Superior: Núcleo de Avaliação de Tecnologia em Saúde - NAT e o Núcleo de Engenharia e Arquitetura Hospitalar - NEAH. Na Diretoria Executiva: Organização de Procura de Órgãos - OPO e o Comitê de Estudos e Terapia Celular e Molecular - CTCM (em construção).

Assim, associando os pontos de contato com a jornada do paciente a ser transplantado e oportunidades de melhoria às áreas de maior acoplamento temos:

Diagrama 3: *Blueprint* de Bioimpressão

Unidade de Negócio	Espera	Transplante	Recuperação
Tempo	1 semana	1-2 semanas	6 - meses
NAT	Pesquisa e desenvolvimento de equipamentos e procedimentos	Instrumentalização médica especializada	Estudos de impacto e acompanhamento
NEAH	Provisionamento de espaço físico para cultura celular e acomodação do paciente	Adequação da sala cirúrgica a elementos de conservação do órgão manufaturado	Planejamento de ambiente pós operatório

OPO	Levantamento de requisitos diagnósticos e preparação do paciente	Avaliação de assertividade diagnóstica	N/A
CTCM	Manufatura do órgão	Controle de qualidade e reposição	Fármacos personalizados

Fonte: Elaborado pelos autores

CONSIDERAÇÕES PARCIAIS

O uso do *brainstorming* no contexto deste trabalho foi muito importante na aproximação do tema. A partir da explicação do problema proposto pelo tema central (otimização, indústria 4.0 e sustentabilidade) cada participante pode anotar e apresentar suas ideias para o grupo; em reunião, foram debatidos os 17 objetivos do desenvolvimento sustentável, e para cada um deles, sob a lente dos 9 pilares da indústria 4.0.

Dentre as mais de 170 possibilidades temáticas, com ideias tangenciando o uso de big data para erradicar a pobreza, realidade aumentada para educação de qualidade, robótica para soluções de água e saneamento, IoT - Internet das Coisas - para promoção da paz e justiça, etc. - o 3º Objetivo do Desenvolvimento Sustentável, a saber, Vida Saudável encontrou um forte apelo na consolidação das idéias quando juxtaposto ao manufatura aditiva de bio tecido.

Esta foi uma das experiências mais ricas de *brainstorming* até o presente momento, pois, além de gerar um grande entusiasmo discente, é relevante em termos de resultado e aplicação de novas tecnologias, mas principalmente, por envolver a preparação para o futuro no que diz respeito a salvar vidas.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Conclui-se que a manufatura aditiva de biotecido pode otimizar o processo de transplante de órgãos uma vez que pode reduzir o tempo de espera do paciente na fila por doadores de anos para semanas, que a cultura celular utilizada por esta tecnologia na construção de órgãos, combinada ou não com polímeros, pode vir a resolver gargalos de disponibilidade, compatibilidade e recuperação dos órgãos transplantados. O *blue print* se

mostrou uma boa ferramenta de análise, pois, além da evolução tecnológica é preciso discutir como ela deve ser aplicada em um contexto, e o design de serviço pode adiantar o dimensionamento de um projeto produtivo.

A espera por um órgão é desumana em termos de eficiência, e a introdução da manufatura aditiva de biotecido passa a ser promissora não só para o papel da engenharia de produção (pois, se introduz formas novas de gerenciar filas de espera por órgão, mecanismos de controle de qualidade dos órgãos manufaturados, desenvolvimento de materiais e instrumentação...) mas cuida, através da otimização desse processo, da base do tripé de sustentabilidade, que são as pessoas

REFERÊNCIAS

BERLATO et al, Larissa Fontoura. **A Contribuição da Gestão de Design para a Sustentabilidade Empresarial**. Colóquio Internacional de Design. 2017.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Doação de Órgãos: transplantes, lista de espera e como ser doador**. Disponível em: <https://antigo.saude.gov.br/saude>> 10 maio 2021
Acessado em ;10 maio 2021

CANONGIA, Claudia et al. Foresight, inteligência competitiva e gestão do conhecimento: instrumentos para a gestão da inovação. Revista Gestão da Produção, vol. 11, n. 2. São Carlos, SP: mai./aug. 2004.

D`ANGELO, Pedro. **Desk Research**. Disponível em: <<https://blog.opinionbox.com/desk-research>> Acessado em: 08 mai. 2021.

FARINAZZO, Raphael. **Brainstorming: o que é e como preparar uma reunião com resultados reais**. *on line*, 2019. Disponível em: <<https://resultadosdigitais.com.br/agencias/o-que-e-brainstorming>>. Acessado em: 07 abr. 2021.

SOARES. Paulo Ricardo Soares **Prototipagem**. *on line*, 2019. Disponível em: <<https://industria4-0.com/prototipagem/>>. Acessado em: 15 abr. 2021.

UNIVESP. Universidade Virtual de São Paulo. **Projeto integrador para Engenharia de Produção V**. Disponível em: <<https://cursos.univesp.br/courses/2958>>. Acessado em: 17 abr. 2021.