

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ

LAYS MARANSATTO RODRIGUES

**ANÁLISE DE VIABILIDADE ECONÔMICO-FINANCEIRA DO
DESENVOLVIMENTO DE PESQUISA CIENTÍFICA DE *ORGAN ON A CHIP***

MEDIANEIRA, PR

2022

LAYS MARANSATTO RODRIGUES

**ANÁLISE DE VIABILIDADE ECONÔMICO-FINANCEIRA DO
DESENVOLVIMENTO DE PESQUISA CIENTÍFICA DE *ORGAN ON A CHIP***

**Analysis of the Economic and Financial Viability of Developing Organ-On-A-
Chip Scientific Research**

Trabalho de conclusão de curso de graduação
apresentado como requisito para obtenção do título de
Bacharel em Engenharia de Produção da Universidade
Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR).
Orientador: Prof. Dr. Lotário Fank
Coorientadora: Profa. Dra. Daiane Cristina Lenhard

MEDIANEIRA, PR

2022

LAYS MARANSATTO RODRIGUES

**ANÁLISE DE VIABILIDADE ECONÔMICO-FINANCEIRA DO
DESENVOLVIMENTO DE PESQUISA CIENTÍFICA DE *ORGAN ON A CHIP***

Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação
apresentado como requisito para obtenção do título de
Bacharel em Engenharia de Produção da Universidade
Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR).

Data de aprovação 07 de dezembro de 2022.

Lotário Fank
Doutor em Engenharia Agrícola
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Daiane Cristina Lenhard
Doutora em Engenharia Química
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Aziza Kamal Genena
Doutora em Engenharia Química
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Pedro Elton Weber
Doutor em Engenharia Agrícola
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

MEDIANEIRA, PR

2022

Dedico a todos que lutam arduamente pela
evolução da sociedade e amam a busca
incessante pelo conhecimento.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a mim mesma, por muitas vezes desafiar a própria estrutura psicológica, física e financeira na conclusão deste estudo. Por possuir disciplina para estudar, determinação para não desistir em meio a tantas dificuldades impostas pela vida e por acreditar que educação e conhecimento são essenciais para o desenvolvimento de uma sociedade íntegra. Além de tudo, lidar com a distância familiar, firmar grandes amizades e em todos os momentos possuir amor próprio.

À Deus pela oportunidade de estudar, por me capacitar com sabedoria e amor para o desenvolvimento e conclusão desta trajetória. À minha mãe por toda luta, dias de trabalho, orações e amor para me confortar nos dias de aflição. Ao meu padrasto por toda paciência e sustento ao longo dos anos. Sem vocês eu definitivamente não teria conseguido.

Aos amigos que sempre me apoiaram mesmo estando distantes, que com palavras e gestos simples de carinho me confortaram. A todos da gestão CAEPRO 2020, que juntos, mesmo em tempos de pandemia, realizaram um trabalho excelente e permaneceram firmes com muita determinação e amor. Vocês me ensinaram não só o valor da amizade, mas a constituir uma equipe íntegra. Faço menção especial aos amigos: Andressa Suzin, Larissa Jennifer de Oliveira, Sandro Cruz, Eduardo Maso, Joanna Freire, Julia Monteiro e Leonardo Fabrício. Obrigada por todos os conselhos, carinho e amizade firmada.

Aos queridos Yago Vieira, Rafaela Prata e Gabriela Anversi, bem como aos novos amigos da pós-graduação. Obrigada pelas orientações e aprendizados compartilhados.

Agradeço também aos meus professores. Parabéns por todo estudo, dedicação, amor, paciência e confiança. Obrigada por cada correção e por me ensinarem a buscar propósito em todas as minhas realizações. Parabéns pela profissão, sabemos quão desafiante é.

Por fim, aos especiais Aziza Kamal Genena, Daiane Cristina Lenhard, Lotário Fank e Pedro Elton Weber. Vocês serão para sempre meu quarteto fantástico com um super poder essencial para transformar o mundo: o dom de ensinar! Tenho a certeza de que vocês estarão comigo para sempre. Obrigada por serem minha inspiração!

“A ciência não é somente um discípulo da razão, mas também do romance e da paixão”.

Stephen Hawking

RESUMO

Mudanças na área da saúde vêm sendo exigidas, e assim, pesquisas e investimentos que contribuam para o desenvolvimento de métodos e técnicas capazes de reduzir esses custos, tornam-se atrativas. A análise de viabilidade econômica é essencial quando se pretende realizar novos investimentos, informações do projeto, tecnologias, finalidades, custos financeiros de execução e impactos sociais, pois proporcionam segurança e conforto ao investidor na tomada de decisão. Os testes clássicos para a produção de novos medicamentos podem levar muito tempo, têm alto custo de implementação, e são considerados com uma ética questionável, uma vez que são testados em animais. O crescimento da tecnologia e estudos de microengenharia, microfluídica e nanomateriais, tem permitido o desenvolvimento de um modelo aplicável para a avaliação de novos fármacos, esse material é nomeado *organ on a chip*, o que contempla ótimos resultados, uma vez que apresenta comportamento semelhante a fisiologia humana. Porém, essa técnica necessita de estudos mais profundos e pesquisas contínuas. O desenvolvimento desse material exige equipamentos de alto custo, mediante a isso, o estudo de viabilidade econômico-financeira torna-se essencial para o planejamento preciso. Sendo assim, este trabalho tende a realizar uma análise de viabilidade econômico-financeira para a implementação de tal processo produtivo, procurando diminuir riscos e contribuir para as tomadas de decisão mediante aos investimentos necessários para realização da pesquisa. Após a coleta de dados financeiros, e com o uso dos métodos determinísticos, tais como Taxa interna de retorno (TIR), Valor presente líquido (VPL), Valor anual uniforme equivalente (VAUE) e *Payback*, foi possível estimar o investimento em dois cenários, sendo o cenário A o investimento de forma privada e o cenário B, o investimento com parcerias com instituições públicas. A primeira estimativa de ambos os cenários apresentou resultado inviável, no entanto, após alterações no preço de vendas de A e B e no ponto de equilíbrio de B, o projeto apresentou viabilidade, dessa forma é notável a importância da realização das análises econômico-financeiras, que proporcionam o conhecimento de inúmeros cenários e possibilidades de alterações para o sucesso do investimento.

Palavras-chave: microfluídica; nanomateriais; métodos determinísticos

ABSTRACT

Changes in health areas have been requested, and thus, research and investments that contribute to the development of methods and techniques capable of reducing these costs become attractive. The economic viability analysis is essential when intending to carry out new investments, project information, technologies, perspectives, financial costs of execution, and social impacts, as they provide security and comfort to the investor in decision-making. Classic tests for the production of new drugs can take a long time, have a high implementation cost, and are considered to have questionable ethics since they are tested on animals. The growth of technology and microengineering, microfluidics and nanomaterials studies, has allowed the development of an applicable model for the evaluation of new drugs, this material is named organ on a chip, which contemplates excellent results since it presents behavior similar to human physiology. However, this technique needs deeper studies and continuous research. The development of this material requires high-cost equipment, therefore, the economic-financial feasibility study becomes essential for accurate planning. Therefore, this work tends to carry out an economic and financial viability analysis for the implementation of such a productive process, seeking to reduce risks and contribute to decision-making through the investments acquired to carry out the research. After collecting financial data, and using deterministic methods, such as Internal Rate of Return (IRR), Net Present Value (NPV), Equivalent Uniform Annual Value (VAUE) and Payback, it was possible to estimate the investment in two scenarios, where scenario A is a private investment and scenario B is an investment in partnerships with public institutions. The first estimate of both scenarios presented an unfeasible result, however, after changes in the sales price of A and B and at the break-even point of B, the project presented viability, thus the importance of carrying out the economic-financial institutions, which provided knowledge of varied scenarios and possibilities of changes for the success of the investment.

Keywords: microfluidics; nanomaterials; deterministic methods.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Aumento de pesquisas relacionadas ao tema <i>organ on a chip</i> ou microfluídica.....	28
Figura 2 – Etapas da pesquisa	31
Figura 3 – Pilares para o desenvolvimento da empresa.....	32
Figura 4 – Processo de produção do protótipo.....	39
Figura 5 – Layout proposto para área laboral.....	43

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Descrição das etapas da pesquisa no período entre 2021 e 2022.....	31
Quadro 2 – Expectativas dispostas as Atividades Econômicas classificada com o código 7210-0/00	34
Quadro 3 – Móveis e equipamentos de escritório.....	35
Quadro 4 – Móveis para copa/cozinha	36
Quadro 5 – Equipamentos para produção.....	37
Quadro 6 – Atribuições da Mão de Obra	38
Quadro 7 – Descrição das etapas de produção.....	40

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Custos associados ao <i>layout</i> proposto	44
Tabela 2 – Custo de área Construída.....	44
Tabela 3 – Valores de orçamento para mobília do escritório	45
Tabela 4 – Valores de Orçamento Mobília para copa/cozinha	45
Tabela 5 – Equipamentos de laboratório.....	46
Tabela 6 – Aporte salarial para os profissionais requeridos	47
Tabela 7 – Estimativa do investimento inicial	47
Tabela 8 - Estimativa baseada na qualificação da mão de obra e dos valores de bolsa ofertados por Agências de fomento à pesquisa	49
Tabela 9 – Valores de material necessário.....	49
Tabela 10 – Custos fixo para um laboratório de análises.....	50
Tabela 11 – Estimativa de custos variáveis.....	50
Tabela 12 – Estimativa de retorno para o Cenário A.....	52
Tabela 13 – Estimativa de retorno para o Cenário B.....	53
Tabela 14 – Fluxo de Caixa e Análises Econômicas para o Cenário A.....	56
Tabela 15 – Fluxo de caixa e análises econômicas para o cenário B.....	58
Tabela 16 – Novo Fluxo de Caixa e Análises Econômicas para o Cenário A	59
Tabela 17 – Novo Fluxo de Caixa e Análises Econômicas para o Cenário B	60

LISTA DE SIGLAS

ABS	Acrilonitrila-butadieno-estireno
ANVISA	Agência Nacional de Vigilância Sanitária
CAPES	Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
CNAE	Classificação Nacional de Atividades Econômicas
CNPq	Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico
IC	Iniciação Científica
PDMS	<i>Polydimethylsiloxane</i>
PEC	Ponto de Equilíbrio Contábil
PEE	Ponto de Equilíbrio Econômico
SEBRAE	Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas
SELIC	Sistema Especial de Liquidação e de Custódia
SINAPI	Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil
TIR	Taxa Interna de Retorno
TMA	Taxa Mínima de Atratividade
VAUE	Valor Anual Uniforme Equivalente
VPL	Valor Presente Líquido

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	15
1.1	OBJETIVOS	17
1.1.1	Objetivo geral.....	18
1.1.2	Objetivos Específicos	18
2	DESENVOLVIMENTO.....	18
3	REVISÃO DE LITERATURA	19
3.1	ENGENHARIA ECONÔMICA	19
3.1.1	Investimento	20
3.1.2	Fluxo de Caixa.....	21
3.1.3	Custos Fixos e Variáveis.....	21
3.1.4	<i>Payback</i> Simples	22
3.1.5	<i>Payback</i> Descontado	22
3.1.6	Métodos Determinísticos de Análise de Investimentos.....	22
3.1.6.1	Taxa Interna de Retorno	22
3.1.6.2	Valor Presente Líquido	23
3.1.6.3	Valor Anual Uniforme Equivalente	23
3.1.6.4	Taxa Mínima de Atratividade	23
3.1.7	Risco de Projetos	24
3.2	INDÚSTRIA FARMACÊUTICA.....	25
3.3	TESTES CLÍNICOS	26
3.4	ORGAN ON A CHIP	27
4	METODOLOGIA.....	29
4.1	COLETA DE DADOS.....	29
4.2	CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA	30
4.3	ETAPAS DA PESQUISA	31
4.4	PLANEJAMENTO ESTRATÉGICO.....	32
4.5	PLANEJAMENTO ESTRUTURAL	33
4.6	CUSTOS PRÉ-OPERACIONAIS	34
4.6.1	Espaço Físico	34
4.6.2	Mobília e Equipamentos para Escritório e Copa	35
4.6.3	Equipamentos de Laboratório	37
4.6.4	Mão de Obra.....	38
4.7	CUSTOS OPERACIONAIS	39

4.7.1	Processo de Produção	39
4.7.2	Materiais de Fabricação	40
4.7.3	Custo Fixo e Variável	41
5	RESULTADOS E DISCUSSÕES	42
5.1	CENÁRIO A	42
5.1.1	Custos pré-operacionais.....	42
5.1.2	Espaço Físico	43
5.1.3	Mobília e Equipamentos de Escritório e Copa	44
5.1.4	Equipamentos de Laboratório	46
5.1.5	Mão de Obra.....	46
5.1.6	Custo Pré-operacional Total.....	47
5.2	CENÁRIO B	47
5.2.1	Custos pré-operacionais.....	48
5.3	CUSTOS OPERACIONAIS	49
5.4	FLUXO DE CAIXA	54
5.5	CONDIÇÕES IDEAIS.....	58
6	CONCLUSÕES.....	61

1 INTRODUÇÃO

Empresas, de modo geral, planejam estrategicamente suas áreas de atuação, sendo definidas pelas especificações dos produtos, bens ou serviços que irão dispor. Para se adaptarem as constantes transformações do mercado, devido principalmente pela competitividade do mesmo, e às mudanças tecnológicas que ocorrem, especialmente no período de pandemia, as empresas estão adaptando-se às novas transformações do mercado. Para isto, é preciso que os gestores reavaliem seus métodos, busquem o desenvolvimento de novos projetos e produtos, através da aquisição de novos equipamentos, alterações do sistema produtivo e até mesmo da implantação de novos métodos (CASAROTTO FILHO; KOPITTKKE, 2010).

A fim de minimizar os riscos de erros e custos não previstos, um planejamento correto é essencial para alcançar as metas e objetivos propostos pelo projeto. Entretanto, para se chegar aonde se deseja é necessário conhecer seus riscos e estar disposto a aceitá-los (BHIDE, 2002). As empresas necessitam obter dados seguros a respeito do novo projeto, principalmente quanto às vantagens e desvantagens do investimento. Nesse sentido, é necessário que os gestores realizem uma análise da viabilidade do investimento (CASAROTTO FILHO; KOPITTKKE, 2010).

A indústria da saúde está em considerável evolução, uma vez que se tem registrado o aumento no volume de produção de medicamento e conseqüentemente nos custos devido a atual situação mundial causada pelo COVID-19. Este novo cenário tem proporcionado a ampliação de pesquisas e consumos no setor, principalmente na produção de vacinas para o combate de novos vírus (HERNANDES; DEL VALHE, 2021).

No entanto, os custos de desenvolvimento de medicamentos são altos, sendo necessário criar e produzir dispositivos para teste e afins, utilizando métodos que sejam eficazes, e que proporcionem segurança e confiabilidade nos resultados obtidos. Portanto, estudos e pesquisas científicas que possuem alto valor tecnológico são propícios para atender a demanda dos avanços e necessidades de métodos sofisticados, despertando o interesse científico e atraindo novos investidores para transformar a indústria farmacêutica (ZHANG; RADISIC, 2017).

Segundo Bernardi (2008), no desenvolvimento novos projetos, uma pesquisa refinada aumenta as chances de sucesso. A empresa ou projeto de desenvolvimento

nunca estará totalmente imune aos erros e imprevistos e, por essa razão, novos projetos que possuem alto valor econômico agregado, devem sim efetuar uma pesquisa profunda e detalhada, levando em consideração a maior vulnerabilidade aos riscos. Estudos de viabilidade econômica e análises mercadológicas fornecem dados reais e mensuráveis para realização das tomadas de decisões (NETO; LIMA, 2014).

Ao se iniciar um processo de inovação, paralelamente inicia-se também uma nova oportunidade para se empreender. Esse processo possibilita uma conexão com três fontes de mudanças, sendo elas a tecnológica, a política e regulamentar, e a social ou demográfica (BARON; SHANE, 2007).

As exigências com relação a qualidade dos produtos são altas em diversos segmentos industriais, e são aplicadas em todas as etapas do processo produtivo. Dessa maneira, a etapa de validação se destaca nos níveis de exigência amparados pela legislação (CORRÊA, 2003). No Brasil a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) estabelece requisitos mínimos que devem ser seguidos para a fabricação de medicamentos, portanto, é necessário que as indústrias farmacêuticas adotem medidas de Boas Práticas de Fabricação para atender a legislação e garantir segurança ao consumidor (BRASIL, 2010).

É notável que muitas transformações ocorrem para atender a demanda do mercado, o qual exige cada vez mais uma maior produtividade e qualidade. Nas indústrias farmacêuticas não seria diferente, uma vez que nestas indústrias as exigências são ainda maiores, pois, seus produtos alteram o estado de saúde dos consumidores. Neste sentido, é necessário que os métodos utilizados garantam a segurança dos medicamentos (HERNANDES; DEL VALHE, 2021).

Para um medicamento ser levado ao mercado consumidor, é necessário que sejam realizados inúmeros testes para avaliação e aprovação. Esses procedimentos, em sua grande maioria, são realizados em animais acarretando um custo elevado, longo período de testes, podendo ainda ser considerado eticamente incorreto e, muitas vezes não correspondem precisamente com a fisiologia humana. Mediante isso, a comunidade científica vem buscando por tecnologias que apresentem melhores resultados (CAPLIN et al., 2015).

O crescente avanço da tecnologia permite a criação de sistemas da microengenharia, microfluídica e modelos biológicos de testes em plataformas denominadas *organ on chip*. Esse sistema possui semelhança muito próxima à fisiologia humana, e atrai a atenção de cientistas e investidores. No entanto, a

tecnologia proposta ainda possui muitos desafios e necessidade de estudos mais precisos para a validação (SKARDAL et al., 2017).

À medida que as pesquisas avançam, tornam-se notáveis os esforços das instituições de pesquisa no desenvolvimento desses modelos de sistemas de microengenharia. É previsto que as ofertas de produtos tenham valores mais significativos e as comparações de desempenho com o padrão de teste atual sejam realizadas mais precisas, entretanto, é necessário que ocorram definições fisiológicas e modelos de medicamentos relevantes para avaliação realizados por agências regulatórias e farmacêuticas. Nesse sentido, é fundamental percorrer um longo caminho de estudos, para que o método seja totalmente validado, mas vale ressaltar que a área está evoluindo consideravelmente e ocupando espaço comercial, devido as suas características positivas e únicas. O potencial do mercado é promissor, porém os custos para a execução de pesquisas e estruturas de laboratórios são altos (ZHANG; RADISIC, 2017).

Já existem no mercado internacional *start-ups* para atender a demanda de pesquisas e desenvolvimento de *organ on a chip*, que estão atraindo a atenção de investidores com interesse de transformar a indústria farmacêutica. Todavia o seguimento ainda necessita que os estudos contemplem também análises econômicas financeiras, de riscos de projetos, retornos de investimentos e previsão de lucros que o desenvolvimento pode gerar. Essas análises proporcionam ao interessado conforto e segurança para realização de maiores investimentos.

Logo, o objetivo deste trabalho foi avaliar a viabilidade econômica financeira no desenvolvimento da pesquisa científica e produção do protótipo de microengenharia denominados *organ on a chip*.

1.1 OBJETIVOS

Neste capítulo estão descritos o objetivo geral de abordagem do trabalho e os objetivos específicos desenvolvidos durante o período de pesquisa.

1.1.1 Objetivo geral

O principal objetivo deste trabalho consiste no estudo de viabilidade econômico-financeira de produção de um dispositivo tecnológico, aplicado às áreas da biomedicina denominado *organ on a chip*.

1.1.2 Objetivos Específicos

- Identificar os investimentos iniciais, custos e receitas operacionais para o desenvolvimento e pesquisa do dispositivo *organ on a chip*.
- Realizar pesquisa de mercado do dispositivo *organ on a chip*.
- Avaliar a viabilidade econômico-financeira do dispositivo *organ on a chip*.

2 DESENVOLVIMENTO

A indústria farmacêutica realiza inúmeros testes qualitativos e quantitativos para garantir a segurança do uso de medicamentos e assegurar que se atinjam os resultados previstos. Porém, antes de serem validados para testes em humanos é necessário que sejam realizados testes em animais, dispendendo-se de muito tempo, altos custos para execução, além de comumente serem considerados eticamente incorretos, além de imprecisos quanto à resposta humana (CAPLIN et al., 2015).

Para ensaios experimentais que necessitam de respostas mais próximas à fisiologia *in vivo*, os dispositivos *organ on a chip* têm demonstrado bons resultados devido a sua capacidade de simular estruturas, comportamentos e funções dos órgãos humanos (LEÃO, 2016). Por apresentarem características muito semelhante à fisiologia humana e resultados experimentais realizados com excelência na resposta, os *organ on a chip*, quando comparados com métodos de testes tradicionais, tornam-se uma tecnologia com grande potencial de interesse da comunidade científica (BOVARD et al., 2017).

Com os resultados já obtidos, os avanços tecnológicos, a potencialidade do crescimento em pesquisas e os desafios que o tema apresenta, é possível considerar

que há ainda necessidade de investimento em estudos e pesquisa de qualidade, para a utilização e validação desse tipo de dispositivo (ISHIDA, 2018).

O interesse no desenvolvimento do método, deu origem ao surgimento de *start-ups* de pesquisa em *organ on a chip*, que estão atraindo a atenção de investidores, com potencial de transformar a indústria farmacêutica. Portanto, há também a necessidade de pesquisas e análises de viabilidade econômica e financeira que contribuam para o planejamento, gerenciamento de risco, tomada de decisão e previsão de lucros, sendo esse o estímulo principal para a realização deste trabalho.

3 REVISÃO DE LITERATURA

Para melhorar a compreensão do presente trabalho, a revisão da literatura apresentada a seguir contempla os temas que orientam a pesquisa, tais como engenharia econômica, análise de investimentos, fluxo de caixa, custos fixos e variáveis, métodos determinísticos de análise de investimentos, taxa interna de retorno (TIR), valor presente líquido (VPL), taxa mínima de atratividade (TMA), riscos de projetos, Indústria farmacêutica, *organ on a chip* e testes clínicos.

3.1 Engenharia Econômica

Analisar a viabilidade de um projeto é como realizar um exame para verificar sua justificativa, tomando-se em consideração os aspectos jurídicos, administrativos, comerciais, técnicos e financeiros (HIRSCHFELD, 2011). As empresas são influenciadas constantemente pela crescente competitividade, sendo elas de grande, médio ou pequeno porte. É essencial que os investimentos sejam assertivos para garantir o desenvolvimento do projeto e conseqüentemente da empresa. Assim como a engenharia de produção, a engenharia econômica possui inúmeros conceitos que relacionam planejamento estratégico, gestão de custos, processos, projetos e empreendedorismo (SEVERO, 2017). A engenharia econômica é muito abrangente, dispondo de inúmeras ferramentas e conceitos que auxiliam nas análises de investimentos. Pode ser definida como o conjunto de técnicas matemáticas simplificadoras da comparação econômica. Além disso, os resultados obtidos com o

uso dessas ferramentas são estimativas quanto ao cenário que se espera do investimento (BLANK; TARQUIN, 2009).

A viabilidade econômica se inicia com os testes numéricos de todo o sistema proposto, tais como: cronogramas de início do empreendimento, cronogramas de desembolsos de implantação e operação, quantificação dos investimentos fixos e de capital de giro, estimativas de custos e recursos necessários para financiamentos, bem como mensuração dos resultados previstos baseados nos preços de mercado e volume de vendas e os requisitos mínimos necessários à sobrevivência da empresa (BERNARDI, 2008).

A função financeira compreende todas as ações que envolvem um investimento, tais como financiamento e operação, que são bens e direitos da empresa, sendo os ativos essenciais para o funcionamento dos negócios (RASOTO et al., 2012). É possível utilizar inúmeras técnicas e ferramentas para tomada de decisão em novos projetos, porém os aspectos que possuem maiores importâncias são os financeiros (NEWNAN; LAVELLE, 2000). Essas análises que contribuem para a determinação da viabilidade de projetos são baseadas em geração de fluxo de caixa, e os critérios comumente adotados são VPL, TIR, *Payback* Simples e *Payback* descontado, dentre outros (GOMES; GOMES, 2012).

3.1.1 Investimento

Investimentos são considerados os ativos que contribuem para as atividades de produção e que beneficiam os períodos futuros. São considerados ativos permanentes e de longo prazo, que posteriormente se tornarão custos ou despesas, dependendo de sua origem ou natureza (BERNARDI, 2008). A decisão de investir ou não é complexa, uma vez que possui inúmeros fatores, podendo ser esses fatores de característica pessoal do investidor e, portanto, é essencial o conhecimento amplo do financeiro (VILELA et al., 2012).

Para um investidor sentir-se seguro e confortável com a realização de um possível investimento, é necessário que o objeto de investimento apresente lucros maiores ou de igual valor de retorno, quando comparado ao investimento inicial. Para um determinado negócio, é comum que sejam realizadas comparações do retorno financeiro esperado com o mesmo valor em uma aplicação financeira, uma vez que

os dois tenham o prazo de período de retorno igual. Assim, para que o investimento no negócio seja escolhido e considerado melhor que a aplicação financeira, é desejável que o seu valor de retorno seja maior e compense, uma vez que exige mais atenção, trabalho e que seus métodos sejam corretamente aplicados para se obter o sucesso desejável (HIRSCHFELD, 2011).

3.1.2 Fluxo de Caixa

Para ter uma visualização ampla de situações econômicas é necessário observar o fluxo de caixa, pois ele contempla os dados de entradas e saídas monetárias (HIRSCHFELD, 2010). Esses dados são observados de duas maneiras: gráfica e analítica. Assim, a projeção funcionará como uma ferramenta de visualização do sistema financeiro e sua movimentação, contribuindo para melhores tomadas de decisão, redução de custos e aumento de lucros (SEBRAE, 2018). O fluxo de caixa é essencial devido a sua característica de demonstrar os custos e benefícios mensais, anuais ou de um determinado período desejado (NEWNAN; LAVELLE, 2000).

3.1.3 Custos Fixos e Variáveis

Para a apuração das diversas informações oriundas dos setores de uma empresa, é necessário que sejam realizadas definições ou classificações para uma melhor compreensão e organização dos dados. Portanto, os custos são classificados em diretos, indiretos, fixos ou variáveis (LEONE, 2000).

Custos diretos podem ser considerados todos aqueles que estão ligados diretamente com a produção e são identificados facilmente. São considerados os custos de mão de obra direta e matéria prima (BRUNI, 2008). Os custos indiretos apresentam-se de forma contrária, sendo difícil sua identificação, pois não apresentam condição de medida objetiva e possuem a necessidade de utilização de técnicas de distribuição e integração (MARTINS, 2003). Já os custos fixos são definidos como aqueles que não variam com o volume de produção. Um exemplo para esse tipo de custo é o aluguel, independente do quanto a empresa produza ou em quanto tempo, o aluguel do local continua constante (MARTINS, 2003). Por fim, os

custos variáveis são conectados ao volume de produção, ou seja, o seu valor irá diminuir ou aumentar em relação proporcional ao volume de produção, e podem ser realizados através de medições (LEONE, 2000).

3.1.4 *Payback* Simples

O *Payback* simples é definido como a quantidade de períodos necessários para que o investimento seja recuperado, ou de uma forma mais objetiva, é o tempo necessário para que o investimento zere o fluxo acumulado. Esse método é dependente do fluxo de caixa, que deve ser analisado com mais informações para tomada de decisão (MOTTA et al., 2009).

3.1.5 *Payback* Descontado

O *Payback* descontado é semelhante ao simples, porém considera-se o valor temporal do dinheiro, utilizando o fluxo de caixa descontado e TIR a, então obtém-se o momento que o fluxo de caixa descontado irá chegar a zero, ou seja, é quando o investimento gera valor se comparado com a taxa de desconto usada (MOTTA et al., 2009).

3.1.6 Métodos Determinísticos de Análise de Investimentos

Diferentes métodos são utilizados para realizar análises financeiras e quando corretamente aplicados, todos visam um mesmo resultado (HIRSCHFELD, 2010). Os métodos comumente disponíveis para utilização são nomeados de TIR, *Payback*, VPL e VAUE que são dependentes da TMA.

3.1.6.1 Taxa Interna de Retorno

Também conhecida como taxa de retorno de caixa descontado ou taxa verdadeira de retorno, a TIR representa o valor presente líquido nulo (CASAROTTO FILHO; KOPITTKKE, 2010). Para tanto o VPL é considerado nulo quando o somatório

das receitas da TIR é igual ao somatório dos custos. Nesse sentido, a taxa interna de retorno subtraída da taxa mínima de atratividade, o resultado deve ser nulo ou positivo, ou então o projeto de investimento não é considerado viável (HIRSCHFELD, 2010). A TIR proporciona uma análise mais compreensível, pois em seus cálculos não contém taxas de juros, o que permite a comparação com a taxa mínima de atratividade (NEWNAN; LAVELLE, 2000).

3.1.6.2 Valor Presente Líquido

O objetivo do VPL é determinar um valor a partir do momento considerado inicial, proveniente de um fluxo de caixa que contempla uma variedade de dispêndio e receitas (HIRSCHFELD, 2010). Para realização dos cálculos do método do valor atual líquido, sendo também conhecido dessa forma, o valor presente líquido é feito um somatório de todos os valores e com o uso da taxa mínima de atratividade, desconta-se o fluxo, dessa forma obtém-se o valor presente dos termos de fluxo de caixa e, para finalizar, soma-se o valor inicial de investimento (CASAROTTO FILHO; KOPITTKKE, 2010). Para que o investimento seja considerável viável é necessário que o Valor Presente líquido seja maior que zero, pois se ele for nulo, significa que os valores de ganho são iguais ao de custo, o que demonstra que o rendimento do investimento está igual a taxa mínima de atratividade (HIRSCHFELD, 2010).

3.1.6.3 Valor Anual Uniforme Equivalente

Ao utilizar da taxa mínima de atratividade, o VAUE determina uma série anual uniforme equivalente às receitas e custos que o fluxo de caixa possui, assim é capaz de auxiliar na análise econômica, possibilitando a visualização das alternativas existentes (HIRSCHFELD, 2010). É também conhecido como valor uniforme líquido e deve ser não nulo, e o maior possível, assim como o valor presente líquido, dessa forma garante menos riscos ao investimento (CASAROTTO FILHO; KOPITTKKE, 2010).

3.1.6.4 Taxa Mínima de Atratividade

A taxa mínima de atratividade é determinada pelos interessados dos investimentos, utilizando o valor de quanto consideram válido como ganho financeiro. Esse valor é obtido por meio da comparação do investimento presente com outros

investimentos. É possível encontrar termos como Taxa de Expectativa, Taxa de Equivalência, Taxa de Interesse ou Taxa Equivalente de Juros, onde todos se referem à Taxa Mínima de Atratividade (HIRSCHFELD, 2010). Portanto, é preciso analisar e comparar o valor de retorno obtido em outros projetos e investimentos, bem como se a taxa de juros equivalente à rentabilidade for igual ou maior que o valor de retorno de outras aplicações. Sendo assim, o investimento proposto é considerado atrativo (CASAROTTO FILHO; KOPITTKKE, 2010).

Vale ressaltar que pessoas jurídicas, determinam a taxa mínima de atratividade considerando a característica do investimento (curto, médio ou longo prazo), enquanto pessoas físicas consideram a rentabilidade de caderneta de poupança e aplicações de banco (CASAROTTO FILHO; KOPITTKKE, 2010).

3.1.7 Risco de Projetos

Um dos desafios mais importantes na execução de um planejamento de projeto é o gerenciamento de riscos, ou gestão de riscos, que possui característica estimulante devido ao seu grau de complexidade, dados indefinidos ou inexistentes, entre outros fatores. Portanto, a execução do planejamento de riscos e suas estimativas necessitam de atenção e cuidado, sendo necessária uma listagem dos possíveis riscos, impactos negativos que podem afetar o projeto, e um plano de contingenciamento dos riscos (ROVAI, 2005).

Para TORRES (2002) só há riscos quando há incerteza, no entanto, pode haver incerteza sem risco. Assim como os custos, riscos e incertezas também possuem a necessidade de classificação e definição para o melhor entendimento e posteriormente tomadas de decisões eficientes. Risco e incerteza possuem definições diferentes, sendo considerados riscos os eventos que podemos discutir e refletir, e possivelmente acontecer, enquanto incerteza é imprevisível, não sendo possível prever ou elaborar previsões (MORGAN et al., 1990).

A gestão de risco tem como objetivo minimizar as consequências possíveis de impactos negativos ao projeto e maximizar as oportunidades. É essencial na execução do planejamento de projetos, sendo considerada uma das etapas mais importantes do projeto (ROVAI, 2005). É possível expressar que a gestão de riscos contempla a arte da ciência de encontrar, definir, analisar e controlar os riscos, de

maneira metódica durante todo o período de execução do projeto. Antecipa-se, portanto, as situações que são possíveis ocorrer e elaborar ações de prevenção contra os riscos e erros iminentes (TORRES, 2002).

3.2 Indústria Farmacêutica

Destacando-se nos setores produtivos como inovadora, a indústria farmacêutica possui capacidade de desenvolver grandes avanços em seus produtos, abrangendo as áreas biológicas, químicas e biomédicas (CAPANEMA, 2006). Em pressão constante, devido as questões ambientais, vencimento de patentes, e conseqüentemente, a diminuição da receita, custos limitados do sistema de saúde e regulamentação obrigatória exigente, é necessário que a indústria farmacêutica desenvolva meios de enfrentar os desafios e adquirir viabilidade para o futuro (PAUL et al., 2010).

Mesmo com o aumento significativo nos custos dos medicamentos, que ocorre devidos aos investimentos na pesquisa e desenvolvimento do mesmo, o número referente a aprovação de novas drogas no mercado tem diminuído. O tempo entre o desenvolvimento de um novo produto medicamentoso e a aprovação do mesmo para comercialização pode decorrer de dez a doze anos, portanto, é necessário que existam testes mais eficientes e precisos que garantam uma resposta rápida quanto a aprovação ou desaprovação de um medicamento, assegurando todos os efeitos e comportamentos da composição química. Um novo dispositivo de teste com esse potencial também contribuiria com outras empresas que também produzem produtos químicos, tais como cosméticos, alimentos, dentre outros, que também necessitam de testes e passam por desafios semelhantes (ZHANG; RADISIC, 2017).

É notável a necessidade de reduzir os custos para a indústria farmacêutica e melhorar a predição de novos medicamentos para contribuição eficiente em inúmeros tratamentos medicinais. Dessa maneira, torna-se necessária a criação de métodos de modelagem mais precisos (BAKER, 2011). Para melhorar a eficiência do processo de criação até a validação dos medicamentos, os ensaios celulares *in vitro* tornam-se uma opção viável e estão cada vez mais sendo aplicados na avaliação de segurança, toxicidade e eficácia medicamentosa (ISHIDA, 2018).

Com os avanços da tecnologia, engenharia e microfabricação de materiais e tecidos nos últimos anos, houve um crescimento significativo para o desenvolvimento de organoide *in vitro*, e plataformas denominada *organ on a chip*, que são sistemas capazes de imitar a fisiologia humana mais precisa que os métodos tradicionais utilizados. Essas plataformas possuem potencial para transformar as aplicações biomédicas e a indústria farmacêutica (SKARDAL et al., 2016).

3.3 Testes Clínicos

Como explicitado na seção anterior, para o desenvolvimento de novas substâncias farmacêuticas é necessário realizar testes avaliativos, a fim de compreender seus efeitos e comportamentos e garantir a segurança de sua utilização. Comumente se usa modelos animais para realização desses testes e validação, no entanto, esse método apresenta altos custos, muitas vezes não aplicáveis devido à falta de compatibilidade com as respostas humanas e eticamente questionáveis, de modo que a ciência vem buscando novos métodos mais eficientes (LEÃO, 2016).

No entanto, mesmo com os avanços em tecnologias e métodos de testes, que são extremamente rigorosos, envolvendo diferentes modelos computacionais, células tridimensionais, animais e até mesmo animais humanizados, ainda existe a necessidade de respostas mais seguras e próximas da realidade. Realizar esses testes diretamente em humanos sem riscos e danos à saúde seria o ápice para a descoberta de novas substâncias, entretanto ainda não é possível, uma vez que os custos continuam crescentes e há limitações financeiras e de validação (JODAT et al., 2019).

Uma das áreas que contemplam pesquisas e desenvolvimento de materiais capazes de realizar testes mais significativos é a nanotecnologia. Nas últimas décadas estudos levaram ao desenvolvimento de nanomateriais capazes de serem utilizados para testes de medicamentos (ZHANG; RADISIC, 2017). Os avanços nos estudos e pesquisas em sistemas de microengenharia e microfluídica contribuem para evolução de modelos denominados *organ on a chip*. No entanto, esses modelos ainda necessitam de muitos elementos, pesquisas e testes para serem validados (SKARDAL et al., 2017).

O progresso em estudos é crescente, e a nova tecnologia que está sendo desenvolvida possui muitas vantagens, mas é preciso que as pesquisas sejam contínuas para o alcance de um sistema mais preciso, facilmente manipulado e com menores custos. Dessa forma, os testes de medicamentos serão mais rápidos e eficientes, além de contribuir para o conhecimento mais preciso de parâmetros ambientais, fenômenos biológicos e maior entendimento da biologia e fisiologia existente (MORAES et al., 2012).

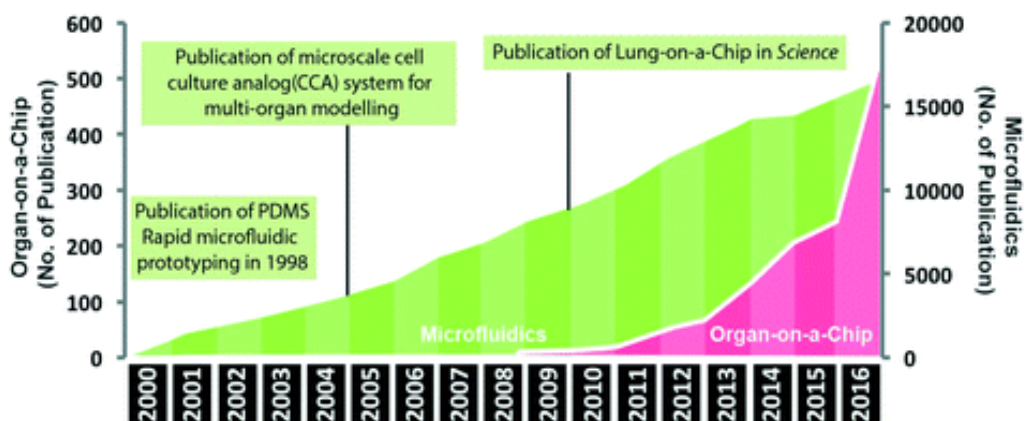
3.4 Organ on a Chip

Nos últimos anos o crescente número de pesquisas em engenharia de tecidos e micro fabricação proporcionam um avanço rápido no dimensionamento de organoides *in vitro* ou as dispositivos denominados *organ on a chip*. São materiais em dimensões 3D que apresentam resultados mais precisos que culturas 2D comumente utilizadas, ou até mesmo os modelos animais (SKARDAL; SHUPE; ATALA, 2016).

Com o objetivo de melhorar os estudos e testes clínicos de medicamentos, bem como reduzir custos e tempo de desenvolvimento, é necessário que um material possua características mais próximas da fisiologia humana. A microfluídica é uma área nova da ciência, tecnologia e inovação que aborda a produção reduzida de fluidos em escalas de micro e nano, com utilização de recursos e sistemas que apresentam geometria miméticas (COSTA, 2012). Dessa forma, as áreas de pesquisa microfluídica e engenharia de tecidos foram correlacionadas e deram a origem à essa tecnologia chamada de *organ on a chip* (ZHANG; RADISIC, 2017).

O *organ on a chip* contempla uma cultura de células microfluídicas e métodos de produção de microchip, sendo capaz de simular e apresentar resultados semelhantes a um órgão ou tecido. Além disso, esses dispositivos podem demonstrar resultados mais relevantes para análises de bioquímicos e atividades metabólicas de células vivas (BHATIA; INGBER, 2014). O dispositivo possui característica de tecnologias emergentes, sendo constituído por uma combinação de biologia celular, engenharia e tecnologia de biomateriais. Na Figura 1 pode-se observar o crescimento do número de pesquisas publicadas com o tema de *organ on a chip* e microfluídica (ZHANG; RADISIC, 2017).

Figura 1 – Aumento de pesquisas relacionadas ao tema organ on a chip ou microfluídica



Fonte: (ZHANG; RADISIC, 2017, p. 2396)

Devido as suas características miméticas e a compatibilidade com o comportamento fisiológico humano, o sistema *organ on a chip* é uma potente ferramenta que ultrapassa os testes que são realizados de forma *in vitro* (ISHIDA, 2018). Com os avanços das pesquisas, esse modelo de dispositivo compreende a capacidade viável por um período maior de tempo e são produzidos para obter propriedades funcionais mais semelhantes ao tecido original. No entanto, as práticas atuais aplicadas já são estabelecidas e válidas, e o dispositivo proposto ainda possui muitos desafios e apresenta custos relativamente altos devido a exigências de laboratórios mais estruturados e pesquisas de validação (SKARDAL et al., 2016).

Apesar de toda eficiência aqui demonstrada, os dispositivos *organ on a chip* não replicam a fisiologia humana total, uma vez que o corpo humano e tudo que o compreende é composto por órgãos, funções e sistema complexos (BOVARD et al., 2017).

É notável a característica promissora da pesquisa, devido aos seus resultados encontrados e sua semelhança com a fisiologia humana, o crescimento de novos modelos e suas aplicações ao longo do tempo fornecerá a criação e estudos de doenças e também testes pré-clínicos de substâncias de forma rápida e eficiente (SELIMOVIC et al., 2013).

4 METODOLOGIA

A metodologia a ser adotada tem como função reunir técnicas e dados necessários, assim como, organizá-los para encontrar respostas que contribuam para soluções dos problemas. No entanto, faz-se necessário que esta metodologia seja aplicada corretamente, de modo a serem validadas (BARROS; LEHFELD, 2011), uma vez que, métodos científicos compõem a ciência, mas nem todo método necessariamente está relacionado com a ciência (MARCONI; LAKATOS, 2012)

É correto afirmar que o saber científico tem como principal objetivo a resolução de problemas. Para que isso ocorra, faz-se necessário que a metodologia seja claramente definida e possua o conhecimento dos tipos de pesquisa que se deseja desenvolver. A combinação de métodos, caso necessária, deve ser feita da forma mais contundente possível para que se inicie o processo de definição de uma metodologia abrangente e replicável (KAUARK et al., 2010).

Para a finalização do processo de metodologia é necessário o tratamento de dados que contemplam: seleção, classificação, exclusão de dados incorretos, organização com o uso de tabelas e, por fim, a realização da análise e interpretação dos mesmos (MARCONI; LAKATOS, 2012). Para a realização do presente trabalho, a metodologia adotada é a utilização dos métodos determinísticos citados na revisão bibliográfica em conjunto com os tópicos abordados para análise de investimento. Esses métodos são comumente aplicados para estudos reais e/ou hipotéticos, e podem ser utilizados na abertura de novas empresas, decisões de expansão ou planejamento de novos projetos, buscando avaliar se realizar o investimento é viável ou não (SEVERO, 2017).

4.1 Coleta de Dados

Para a realização do estudo foi necessário coletar dados dos custos mediante os materiais, equipamentos, validações conforme as legislações existentes, estrutura predial e mão de obra qualificada para o desenvolvimento da pesquisa e produção do dispositivo. Vale ressaltar que esse é o maior desafio do trabalho, pois a pesquisa e desenvolvimento de *organ on a chip* se mostra promissora e executada em sua maioria em instituições internacionais. Ainda não existem dados de características

financeiras. Os dados existentes na literatura são de características técnicas, métodos experimentais, comparações, resultados obtidos em análises de laboratório e revisões bibliográficas.

Com isso, a realização deste trabalho tem também a finalidade de demonstrar o desafio de encontrar dados afim de se proporcionar o máximo de respostas possíveis para o desenvolvimento deste novo método e contribuir para estudos futuros. Os dados foram obtidos através de orçamentos, *websites* e contato eletrônico e organizados com o auxílio de ferramenta computacional Microsoft Excel ®.

4.2 Caracterização da Pesquisa

De acordo com a classificação do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), o presente estudo pertence à área de engenharia II, III e IV, pois contempla conceitos da Engenharia Química, Engenharia de produção e Engenharia Biomédica, respectivamente (GIL, 2010). A abordagem aqui desenvolvida pode ser determinada como quantitativa e qualitativa, uma vez que a interação das duas abordagens permite ao pesquisador correlacionar seus resultados e conclusões, para obtenção de melhores resultados e confiabilidade dos dados (GOLDENBERG, 2011).

Outra classificação usada para descrição de uma pesquisa é quanto a sua finalidade. O presente trabalho tem como característica o estudo de caso, pois, exige um profundo estudo e necessita de informações detalhadas para a sua total compreensão. Pesquisas com características de estudos de caso também são classificadas como pesquisas aplicadas, pois apresentam a devida aplicação prática dos conhecimentos e contribui para a resolução de problemas sociais (BOAVENTURA, 2004).

O estudo de caso tem a finalidade de buscar e analisar as informações de um respectivo tema de maneira aprofundada. Neste sentido é necessário também que alguns requisitos sejam atendidos, tais como severidade, coerência e originalidade (PRODANOV; DE FREITAS, 2013). Por fim, também se considera pesquisa exploratória como objetivo geral, uma vez que busca o aprofundamento do conhecimento do tema, dessa forma possibilita a análise da viabilidade econômica e financeira do desenvolvimento da pesquisa. Estudos acadêmicos, na grande maioria,

são considerados exploratórios pelo fato de não se possuir conhecimento consistente sobre o assunto no início de sua realização (GIL, 2010).

4.3 Etapas da Pesquisa

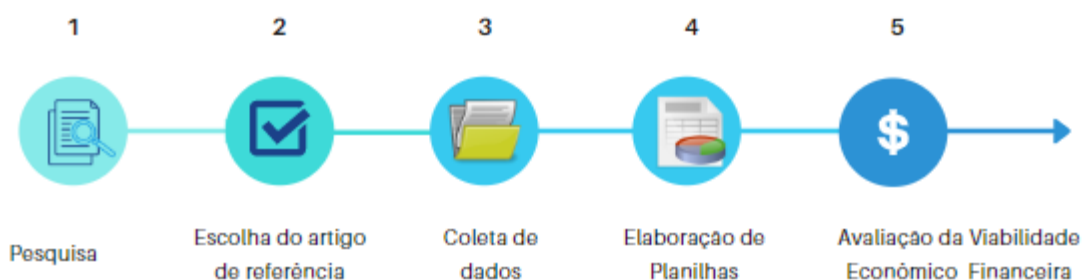
Para desenvolvimento e organização da pesquisa, foi necessário a divisão das etapas, as quais são necessárias para a organização e melhor busca na obtenção de dados. A descrição das etapas seguidas no desenvolvimento da pesquisa está apresentada no Quadro 1. Em seguida, na Figura 2 é ilustrada a sequência das etapas realizadas no decorrer da pesquisa.

Quadro 1 – Descrição das etapas da pesquisa no período entre 2021 e 2022

Etapas da pesquisa	Descrição
1. Pesquisa	Pesquisa em base de dados on-line, incluindo artigos, dissertações, projetos e <i>websites</i> de órgãos públicos e privados; e contato eletrônico via e-mail.
2. Escolha do Artigo	Definição da referência a ser utilizada para planejamento e estruturação da empresa nos métodos e materiais utilizados.
3. Coleta de dados	Buscar pelos valores financeiros dos materiais e equipamentos utilizados na referência escolhida.
4. Elaboração das Planilhas	Organização e formatação dos dados coletados com o uso do Microsoft Excel.
5. Avaliação da Viabilidade Econômico Financeira	Organização e definição de custos pré-operacionais, operacionais e aplicação das análises.

Fonte: Autoria própria

Figura 2 – Etapas da pesquisa



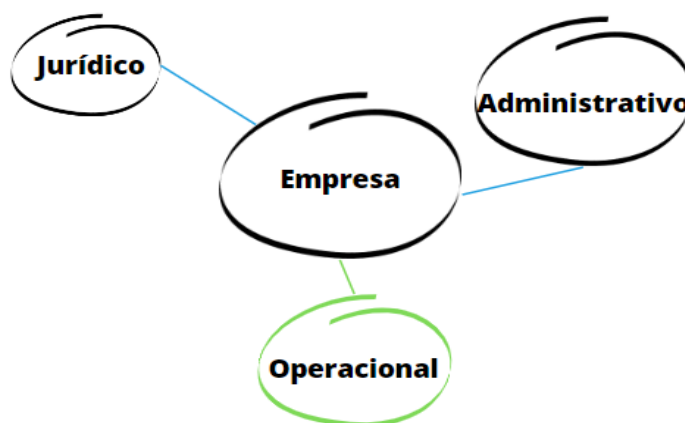
Fonte: Autoria própria

4.4 Planejamento Estratégico

Limitações da pesquisa – o presente estudo foi realizado entre os anos de 2020 e 2022, portanto muitas informações se limitam a esse período, devido as correções monetárias que ocorrem ao longo do tempo. É sabido que no desenvolvimento de projetos, são necessários aplicações de ferramentas de projetos, para garantir assertividade e cumprimento dos objetivos.

Na etapa de pesquisa, foi necessário primeiramente necessário a compreensão do tema abordado para iniciar o desenvolvimento, e os métodos necessários para a sua produção. Uma empresa, pode ser visualizada com três grandes áreas, sendo essas áreas jurídica, administrativa e operacional. Com base nas pesquisas realizadas, foi possível definir três pilares de suma importância para o desenvolvimento da empresa, são eles, jurídico, administrativo e operacional, ilustrado na Figura 3.

Figura 3 – Pilares para o desenvolvimento da empresa



Fonte: Autoria própria

O pilar jurídico contempla liberações e permissões necessárias para o progresso da empresa, além da compra de equipamentos e material, uma vez que estes podem requerer a liberação por parte de órgãos reguladores. A Lei 10357, por exemplo, regula o controle e a fiscalização sobre produtos químicos que possam ser utilizados de maneira com fim ilícito, que possam ocasionar dependência física ou psíquica (BRASIL, 2001).

O pilar administrativo, por sua vez, é definido como o planejamento organizacional, gerenciamento de finanças, bem como recursos humanos. Por fim, o pilar operacional compreende a área de pesquisa e o desenvolvimento do protótipo, além dos métodos e equipamentos que serão necessários para a sua produção. Também são escopo do pilar operacional a organização do layout de produção, o treinamento da mão de obra e o controle de qualidade.

Com as definições devidamente compreendidas, é importante ressaltar que o presente estudo foi voltado especificamente para a pesquisa e desenvolvimento do protótipo, sendo considerado para análise de viabilidade financeira apenas o processo produtivo, que está diretamente ligado com a área operacional. As áreas jurídicas e administrativas são de extrema importância, no entanto, não serão levadas em consideração nesse estudo, bem como a análise mercadológica, pois há limitações de tempo e de obtenção de dados devido à complexidade do protótipo. Ademais, a análise econômico-financeira abrange apenas custos e receitas, desconsiderando o estudo aprofundado sobre seus potenciais cliente, concorrentes e fornecedores.

4.5 Planejamento Estrutural

Para realização do projeto de análise, é necessário que seja feita a identificação dos custos pré-operacionais e operacionais. Para isso, é necessário que o processo de desenvolvimento seja amplamente conhecido. Como já descrito anteriormente, as cinco primeiras etapas são consideradas como custos pré-operacionais. Neste sentido, os respectivos valores devem ser atribuídos. A Classificação Nacional de Atividades Econômicas (CNAE), de acordo com o IBGE o modelo de empresa é classificado com o código 7210-0/00, que compreende a seção M Atividades Profissionais, científicas e técnicas, Divisão 72 Pesquisa e Desenvolvimento Científico, Grupo 72.1 Pesquisa e Desenvolvimento Experimental de Ciências Físicas e Naturais, classe 72.10-0 e subclasse 7210-0/00 (IBGE, 2022). As expectativas frente as Atividades Econômicas classificada com o código 7210-0/00 está disposta no Quadro 2.

Quadro 2 – Expectativas dispostas as Atividades Econômicas classificada com o código 7210-0/00

Esta subclasse compreende	As atividades de pesquisa e desenvolvimento realizadas no âmbito das ciências da vida, tais como: medicina, biologia, bioquímica, farmácia, agronomia e conexas
	As atividades de pesquisa e desenvolvimento realizadas no âmbito das ciências físicas e de engenharia, tais como: matemática, física, astronomia, química, geociências e conexas

Fonte: Adaptado de IBGE (2022).

4.6 Custos Pré-operacionais

Os custos pré-operacionais foram identificados de quatro maneiras: espaço físico, mobílias para escritório e copa, equipamentos de laboratório, e mão de obra necessária. É válido ressaltar que estes custos pré-operacionais são necessários como investimento inicial para o desenvolvimento da pesquisa de um *organ on a chip*. Neste sentido, a Equação 1 descreve o somatório dos custos pré-operacionais.

$$C_{po} = Ef + Me + El + Mo \quad \text{Equação 1}$$

C_{po} : Custo pré-operacional

Ef : Custo de espaço físico

Me : Custo de mobílias de escritório e copa

El : Equipamentos de laboratório

Mo : Custo de mão de obra

4.6.1 Espaço Físico

Para determinar o espaço físico das instalações para a primeira etapa de pesquisa e planejamento, foi usado como referência o espaço físico uma sala comum de estudo ou escritório, devido a essa primeira etapa possuir apenas obtenção de dados, *brainstorming*, planejamento e desenho de processo produtivo, no entanto ao iniciar a produção do protótipo é necessário possuir uma estrutura de laboratório, e

que siga as regras e normas de segurança. Para dados de dimensionamento, adotou-se tamanho mínimo, e o *layout* foi dimensionado de maneira intuitiva para a correta operação dos equipamentos.

4.6.2 Mobília e Equipamentos para Escritório e Copa

A mobílias e equipamentos para o início da pesquisa, foram estipuladas mediante ao número de indivíduos para início da pesquisa, e foram realizados três orçamentos para obtenção do valor médio de custos. No item outros destinou-se 15% do valor médio total obtido para compras de material para escritório (canetas, cadernos, clips, grampeadores, ajustes, decoração e afins). As mobílias e equipamentos foram orçados mediante a NR17 e que dispões diretrizes e requisitos para condições de trabalho (BRASIL, 1978). As mobílias e equipamentos para escritório, e suas especificações estão descritas no Quadro 3.

Quadro 3 – Mobílias e equipamentos de escritório

Quantidade	Mobília e Equipamento		Especificações
	3	Computadores	Computadores com capacidade média, que comportem softwares de computação gráfica e de simulação e modelagem.
	4	Cadeiras	Cadeiras ergonômicas com ajustes de altura, giratória, e com rodas
	3	Mesa de escritório/estudos	Tamanho Médio
	3	Kit mouse e teclado	Sem fio e com receptor USB
	3	Monitor extra de trabalho	Sendo 21,5", 19,5" e 18,5", outras características podem variar
	3	Fones de ouvido com microfone.	Podendo ser supra auricular ou intra-auricular, com ou sem fios.
	1	Quadro Branco	No mínimo de 100x70 cm, podendo ter dimensões maiores
	1	Ar condicionado	No mínimo de 9000 Btus.
3	Luminárias de mesa	Tamanho médio para mesa.	

	1	Outros	Canetas, papéis, acessórios, ajustes, iluminação e decoração
--	---	--------	--

Fonte: Autoria própria

São necessários também equipamentos para uma cozinha/copa, proporcionando aos três funcionários contratados, um ambiente para refeições e intervalos necessário, no item Utensílios, destinou-se 10% do valor total. Os valores estão expostos no Quadro 4.

Ressalta-se que os valores e orçamentos obtidos, sofrem variações constantemente, portanto todo e qualquer valor está exposto a variações devido a localização da loja, com ou sem frete, modelos, marcas e lançamentos, para mais ou para menos do valor orçado. É indicado realizar orçamentos em semanas e meses diferentes, e observar essa variação, e assim que possível, que obtiver o menor custo, realizar a compra.

Quadro 4 – Móveis para copa/cozinha

Quantidade	Móvel	Especificações
	1	Geladeira
1	Armário	Tamanho Pequeno/Médio, com portas, cores podem variar.
1	Mesa lugares + 4 cadeiras	Podendo ser de madeira, plástico ou vidro Quadrada ou redonda.
1	Bebedouro	Purificador de água com conexão na torneira. Contendo água gelada e natural.
1	Micro-ondas	No mínimo 20 L, podendo variar a cor.
1	Cafeteira	Tamanho pequeno ou médio, podendo variar cor
1	Utensílios domésticos	Copos, talheres, pratos, decoração e entre outros.

Fonte: Autoria própria

4.6.3 Equipamentos de Laboratório

Para determinação dos equipamentos necessários, adotou-se como referência os dados de Órfão (2014), onde é apresentado o processo de desenvolvimento do modelo, materiais e equipamentos utilizados. Em seguida buscou-se de orçamentos *online*, contato via e-mail e ligações para obtenção dos valores financeiros dos mesmos. Os equipamentos de laboratório para produção do protótipo também são considerados custos pré-operacionais, e estão descritos no Quadro 5.

Quadro 5 – Equipamentos para produção

Quantidade	Equipamentos		Especificações
	1	Bomba de vácuo	Com compressor e lubrificada a óleo.
1	Balança digital	Deve ser de precisão com proteção de vidro.	
1	Dessecador	De vidro e com sílica como agente dessecante	
1	Fornos ou estufa	Câmara metálica e atingindo mínimo de 150 °C	
1	Placa de aquecimento	Sendo possível de elevar a temperatura no mínimo 150 °C	
1	Impressora/Extrusora 3D	Impressora de filamento, com bicos de 0.2mm, 0.3 mm e 0.4 mm.	
1	X-Ato ou Estilete	Tamanho médio ou grande, cores podem variar	
2	Espátulas;	Aço inox em formato de colher em uma extremidade e formato de espátula em outra extremidade	
2	Becker	Podem ser de plástico ou vidro com tamanhos 50 mL, 100 mL ou 1000 mL.	
1	Proveta	Deve ser de vidro, tamanhos podem variar.	
1	Termômetro	Sendo digital, podendo ser imergido em solução ou de infravermelho.	
1	Paquímetro	Universal de aço inoxidável.	

Fonte: Adaptado de Orfão (2014).

4.6.4 Mão de Obra

O protótipo que se deseja produzir exige conhecimento multidisciplinar, tais como engenharias, design, tecnologia, biomedicina, dentre outras. No entanto, para o início do desenvolvimento, assumiu-se necessário três indivíduos com níveis de conhecimento técnico, bacharelado e pós-graduação. As especificações e habilidades foram definidas mediante as necessidades operacionais para a produção. Tais informações são encontradas no Quadro 6.

Após definido o número mínimo de indivíduos, especificações e objetivo, buscou-se o piso salarial para cada um. Para determinação do salário de nível técnico, notou-se durante as pesquisas novas propostas de leis para possíveis alterações, no entanto nota-se que nesses projetos e proposto o valor de 75% comparado ao valor de salário de um engenheiro, portanto manteve-se o mesmo valor para o nível técnico devido a todos os outros encargos que devem ser adicionados.

Quadro 6 – Atribuições da Mão de Obra

	Mão de Obra	Objetivo	Especificações
Quantidade	Técnico/a de Laboratório (1)	Auxiliar na escolha, compra e organização dos equipamentos e produtos químicos necessários para produção do protótipo.	É necessário formação de nível técnico em curso de química
	Engenheiro/a (1)	Responsável pelo desenvolvimento da pesquisa, desenho dos processos de produção, produção da geometria do protótipo, escolha de material, definições, pesquisa de legislação e validações importantes.	É necessário formação de nível de graduação, em engenharias, habilidades com softwares de computação gráfica, ferramentas de gerenciamento de projetos.
	Engenheiro/a Mestre ou Doutor (1)	Responsável final pelo desenvolvimento, garantia da segurança e qualidade durante a produção. Atuar como gerente geral, organizador financeiro, buscar por investidores. Tomador de decisão final, buscar por inovação, melhorias em métodos e materiais utilizados.	É necessário formação de nível de pós-graduação em engenharias, habilidades com o desenvolvimento de pesquisa científica, aprofundamento em simulação e modelagem de processos. Habilidades com softwares de simulação.

Fonte: Autoria própria

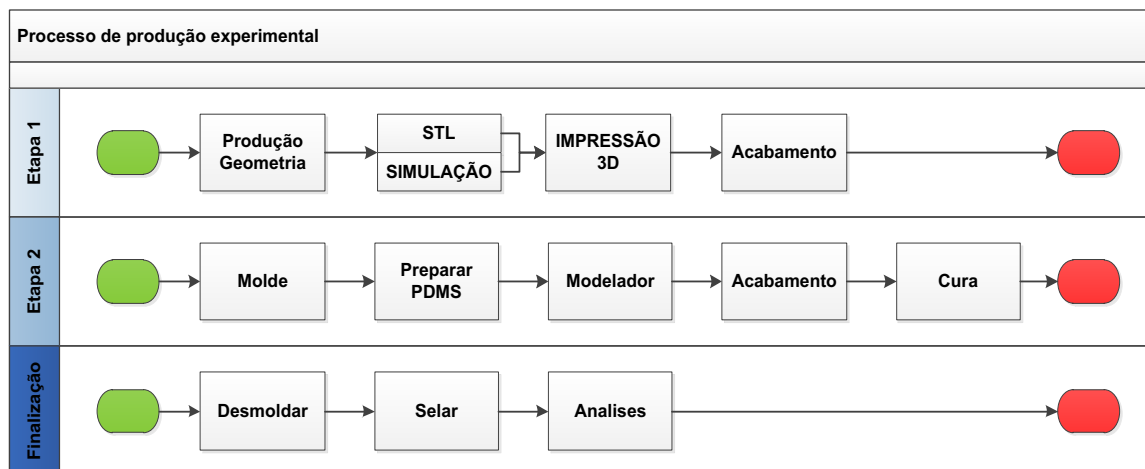
4.7 Custos Operacionais

Para determinação dos custos operacionais, adotou-se os dados de Órfão (2014), onde o mesmo apresenta o processo de desenvolvimento do modelo, materiais e equipamentos utilizados. Em seguida procedeu-se à busca de orçamentos online, contato via e-mail e ligações para obtenção dos valores financeiros dos mesmos.

4.7.1 Processo de Produção

Para produção do protótipo, é necessária compreensão do processo de produção e as especificações de cada etapa. Na Figura 4 é demonstrada este processo. As etapas de produção estão descritas no Quadro 7.

Figura 4 – Processo de produção do protótipo



Fonte: Adaptado de Orfão (2014).

Quadro 7 – Descrição das etapas de produção

	Processo	Descrição
Etapa 1	Produção da geometria	Desenvolvimento digital através de um software CAD.
	STL (<i>Stereolithography</i>)	Transformação do arquivo digital em um arquivo <i>Stereolithography</i> . Que permite que uma geometria 3D seja considerada apenas a superfície externa.
	Simulação	Análises numéricas computacional com uso de softwares.
	Impressão 3D	Impressão em material termoplástico da geometria desenvolvida.
	Acabamento	Aplicação de vapor de acetona para suavização de rugosidades na geometria impressa.
	Etapa 2	Molde
Preparar PDMS (<i>Polidimetilsiloxano</i>)		Mistura dos componentes do material, homogeneização e adicionar a caixa modeladora.
Modelador		União do molde juntamente com a mistura PDMS.
Acabamento		Colocar no exsiccador para eliminação de bolhas que ocorrem com o contato dos materiais (PDMS e geometria).
Cura		Exposição por 42 horas a temperatura ambiente, para que a eliminação de bolhas ocorra de forma lenta.
Finalização	Desmoldar	Aplicação de água aquecida e cortes precisos.
	Selar	Aplicação de PDMS nos cortes realizados.
	Análises	Aplicação das análises requeridas no modelo final obtido.

Fonte: Adaptado de Orfão (2014).

4.7.2 Materiais de Fabricação

O desenvolvimento do dispositivo *organ on a chip* envolve técnicas da microfluídica, que possui o objetivo de reduzir volumes de fluidos em escalas nano e micro. Para esse processo de produção do dispositivo é comumente utilizado técnicas de litografia suave (PIMENTEL, 2018).

Inicialmente os dispositivos microfluídicos eram produzidos em vidro, quartzo ou silício, no entanto esses materiais são mais complexo e custosos (MCDONALD et al., 2000). Sendo assim, surgiu o uso de materiais elastoméricos, sendo o PDMS (polidimetilsiloxano) o material comumente utilizado, devido a simplicidade do método

de fabricação, sendo possível a integração de válvulas, secadores, filtros, bombas e misturadores (KUNCOVA-KALLIO; KALLIO, 2006). Segundo Órfão, 2014, responsável por produzir um modelo de estudo, em sua dissertação expõe os materiais e equipamentos utilizados.

A partir desses dados, buscou-se por orçamentos dos materiais, no entanto ressalta-se que os valores operacionais são orçados até a produção do protótipo, as aplicações e análises técnicas da referência não serão adotadas como dados.

4.7.3 Custo Fixo e Variável

Para realização da produção do protótipo, foi necessário realização de orçamentos com fornecedores, por meio de e-mail contato telefônico e websites, dessa forma foram obtidos os valores do material. Os custos fixos e variáveis devem ser definidos para realização do fluxo de caixa e são considerados os custos variáveis o material utilizado para produção, e os custos fixos foram obtidos através de referências bibliográficas.

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Esta seção é destinada à apresentação dos resultados obtidos durante a pesquisa, concomitante às discussões fundamentadas no que está disponível na literatura científica até o presente momento. A pesquisa foi direcionada em dois cenários. No primeiro cenário (Cenário A) é realizada a estimativa de investimento considerando todos os investimentos pré-operacionais necessários. Enquanto no segundo cenário (Cenário B), o investimento inicial é considerado de forma parcial, uma vez que a pesquisa será realizada por intermédio de Instituições Públicas, em outras palavras, não são considerados os investimentos de espaço físico, o que inclui mobília e equipamentos de laboratório. Neste caso, apenas o custo pré-operacional de mão de obra é levado em consideração. Vale ressaltar que a diferença entre os cenários A e B é dada apenas quanto aos custos pré-operacionais. Outra consideração a se apontar é que a taxa desejada de retorno do investimento para os dois cenários permanecem iguais.

Desta forma, a partir deste ponto, os custos pré-operacionais e operacionais de ambos os cenários serão explanados de maneira segregada, ou seja, a próxima seção será dedicada aos custos do cenário A. Em seguida, o mesmo será feito com o cenário B.

5.1 Cenário A

No Cenário A é considerado o investimento em sua totalidade. Em outras palavras, aqui, o investimento parte desde a composição do espaço físico do laboratório até os custos de operação.

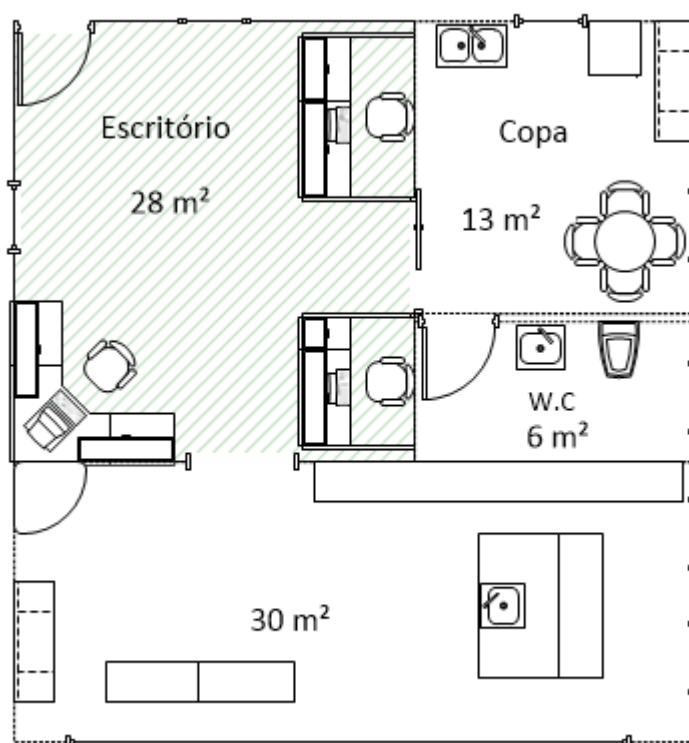
5.1.1 Custos pré-operacionais

Os custos pré-operacionais são todos aqueles investimentos necessários para a inicialização do projeto, para o presente estudo, os custos pré-operacionais foram divididos em espaço físico, mobílias e equipamentos de escritório e copa, equipamentos de laboratório e mão de obra.

5.1.2 Espaço Físico

O projeto de um laboratório químico necessita, sobretudo de uma avaliação prévia não apenas dos equipamentos, ferramentas e reagentes. Antes de tudo, é importante que o projeto arquitetônico contemple os dimensionamentos espaciais, componentes físicos, zoneamentos funcionais, materiais de construção, planejamento quanto à circulação dos trabalhadores e ainda o acabamento interno, no sentido de tornar a prática laboral mais confortável aos pesquisadores (WIRIYAKRAIKUL et al., 2022). Neste sentido, foi proposto um *layout* que pudesse suprir as necessidades arquitetônicas, físicas e técnicas. A Figura 5 apresenta uma área de construção no total de 77 metros quadrados. Com espaços devidamente segregados para maior conforto e segurança dos trabalhadores. É possível observar a área do laboratório devidamente afastada das áreas do escritório e da copa, bem como do lavabo de uso comum.

Figura 5 – Layout proposto para área laboral



Fonte: Autoria própria

De acordo com dados do Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e do Índice Nacional da Construção Civil (IBGE, 2022) foi possível detalhar os custos associados ao *layout* proposto. Desta forma, tais dados são apresentados na Tabela 1.

Tabela 1 – Custos associados ao *layout* proposto

Variável/ Unidade geográfica	Custo médio por m² em moeda corrente (R\$)	Custo médio por m² em número índice (Número índice)	Custo médio por m² em variação percentual no mês (%)	Custo médio por m² em variação percentual no ano (%)	Custo médio por m² em variação percentual em doze meses (%)
Brasil	1669,19	835,50	0,44	10,22	13,11

Fonte: IBGE (2022)

O custo médio de construção do metro quadrado é de R\$ 1.669,19, portanto estima-se um valor de investimento para a construção de aproximadamente R\$ 128.527,60. Aqui, este valor foi adotado como investimento para construção. Na Tabela 2 expressada tais definições.

Tabela 2 – Custo de área Construída

Area construída m²	Custo estimado (R\$)	Total (R\$)
77	1669,19	128.527,60

Fonte: Autoria própria

5.1.3 Mobília e Equipamentos de Escritório e Copa

Os valores médios bem como valor final de mobília para escritório são estimados para os três funcionários contratados utilizarem usar individualmente mostrados na Tabela 3.

Tabela 3 – Valores de orçamento para mobília do escritório

Quantidade	Itens	Valor Final (R\$)	Valor final (R\$)
3	Computadores	3562,36	10.687,12
4	Cadeiras	329,99	1.319,98
3	Mesa de escritório/estudos	392,05	1.176,17
3	Kit mouse e teclado	138,62	415,86
3	Monitor extra de trabalho	538,96	1.616,88
3	Fones de ouvido com microfone.	54,46	163,41
1	Quadro branco	198,19	198,19
1	Ar condicionado	1492,96	1.492,96
3	Luminárias de mesa	76,46	229,38
		6784,09	17.299,94
1	Outros	Total x 15%	2594,99
		Total	19.894,93

Fonte: Autoria própria

Na Tabela 4, por sua vez, é apresentado os valores iniciais para mobília e utensílios de copa para funcionários. O orçamento de mobília para copa e cozinha determinou-se importante baseando-se nas Normas Regulamentadoras 17 e 24, que estabelecem parâmetros ergonômicos e condições ideais de trabalho (BRASIL, 1978).

Tabela 4 – Valores de Orçamento Mobília para copa/cozinha

Quantidade	Itens	Valor Médio (R\$)	Valor Final (R\$)
1	Geladeira	1869,99	1869,99
1	Armário	348,52	348,52
1	Mesa lugares + 4 cadeiras	421,60	421,60
1	Bebedouro	377,60	377,60
1	Micro-ondas	458,03	458,03
1	Cafeteira	119,60	119,60
		3595,36	3595,36
1	Utensílios domésticos	Total x 10%	359,53
		Total	3.954,89

Fonte: Autoria própria

5.1.4 Equipamentos de Laboratório

A estrutura de um laboratório é dimensionada pelo espaço físico, bem como pelos equipamentos a serem utilizados. Na Tabela 5 é apresentado os valores orçados para os equipamentos de laboratório.

Tabela 5 – Equipamentos de laboratório

Quantidade	Itens	Valor médio (R\$)	Valor final (R\$)
1	Bomba de vácuo	1494,71	1.494,71
1	Balança digital	5664,40	5.664,40
1	Dessecador	645,82	645,82
1	Fornos ou estufa	27955,51	27.955,51
1	Placa de aquecimento	1490,05	1.490,05
1	Impressora/Extrusora 3D	2016,16	2.016,16
1	X-Ato ou Estilete	10,85	10,85
2	Espátulas	39,13	78,27
2	Becker	4,75	9,50
1	Proveta	42,04	42,04
1	Termômetro	37,67	37,67
1	Paquímetro	63,97	63,97
		Total	39.508,99

Fonte: Autoria própria

5.1.5 Mão de Obra

Para os indivíduos com formação em engenharia, adotou-se a Lei nº 4958-A/1996 (BRASIL, 1966), que dispõe sobre a remuneração de profissionais diplomados em Engenharia, Química, Arquitetura, Agronomia e Veterinária de seis salários mínimos, considerando o salário mínimo para 2022 R\$ 1.212,00 (BRASIL,2022). Vale ressaltar que o salário de nível técnico foi mantido igual para fins de realização dos cálculos. Na Tabela 6 é mostrado sobre os valores previstos para os salários dos referidos profissionais.

Tabela 6 – Aporte salarial para os profissionais requeridos

Profissional	Quantidade	Salário Previsto (R\$) *	Total Previsto para 1 ano (R\$) *
Técnico(a) de Laboratório	1	7.272,00	87.264,00
Bacharel(a) em Engenharia	1	7.272,00	87.264,00
Mestre em Engenharia	1	7.272,00	87.264,00
Total Previsto para 1 ano*			261.792,00

* Valores aproximados

Fonte: Autoria própria

5.1.6 Custo Pré-operacional Total

Ao se considerar os valores obtidos por meio de orçamentos, explicitados nas seções anteriores, foi possível estimar os custos pré-operacionais totais, que são apresentados na Tabela 7.

Tabela 7 – Estimativa do investimento inicial

Espaço Físico (R\$)	128.527,60
Mobílias de Escritório e Copa (R\$)	23.849,82
Equipamentos de Laboratório (R\$)	39.508,99
Mão de Obra (R\$)	261.792,00
TOTAL (R\$)	453.678,45

Fonte: Autoria própria

Ressalta-se que essas estimativas são apenas projeções baseadas nos orçamentos realizados, e também no processo de produção adotado como referência, logo eles podem sofrer alterações.

5.2 Cenário B

No Cenário B, a pesquisa é realizada por instituições públicas, onde o custo de mão de obra é financiado por órgãos de fomento à pesquisa, então serão apenas

considerados custos pré-operacionais como o espaço físico, a mobília para escritório e copa, bem como os equipamentos de laboratório.

5.2.1 Custos pré-operacionais

Foi estimado um cenário B no qual é sugerido o desenvolvimento do projeto por meio de parcerias e acordos com instituições públicas, sendo elas institutos, universidades e parque tecnológico. Segundo o estudo realizado pela *Clarivate Analytics*, empresa norte americana, “Pesquisa no Brasil – Um relatório para CAPES”, aponta que a produção científica brasileira é realizada em sua maioria exclusivamente por instituições públicas (ANALYTICS, 2017)

Portanto para a projeção do cenário B, seguiu-se o mesmo processo de cálculos, a mudança ocorreu no seguinte item: Mão de obra. No entanto, após a realização da pesquisa por meio de instituições públicas, ainda será necessário o investimento como no cenário A, para realização das vendas e dessa forma o cálculo usado para o cenário B, deu-se por meio da Equação 2.

$$C_{po} = Ef + Me + El \quad \text{Equação 2}$$

C_{po} : Custo pré-operacional

Ef : Custo de espaço físico

Me : Custo de mobílias de escritório e copa

El : Equipamentos de laboratório

Para a mão de obra foi estimado o valor inicial apenas para conhecimento, baseado em valores de bolsa de pesquisa ofertadas pela CAPES, e estão descritos na tabela 8.

Tabela 8 - Estimativa baseada na qualificação da mão de obra e dos valores de bolsa ofertados por Agências de fomento à pesquisa

Quantidade	Mão de Obra	Valor da Bolsa (R\$)	Período (Anos)	Total (R\$)
1	IC	400,00	1	4.800,00
1	Mestrado	1.500,00	2	36.000,00
1	Doutorado	2.200,00	4	105.600,00
1	Pós-doutorado	4.100,00	1	49.200,00
Total				195.600,00

Fonte: Autoria própria

Para custos variáveis considera-se apenas o custo com material, sendo o custo variável total que será mantido o mesmo valor de R\$ 13.985,67. O material é necessário comprar para o desenvolvimento do protótipo. Os custos fixos serão os mesmos para fins de realização de cálculos, vale ressaltar que a instituição pública também possui custos mesmo possuindo estrutura.

5.3 Custos Operacionais

Sabe-se que custos operacionais são aqueles necessários para que a empresa funcione, e são considerados os custos variáveis a quantidade de material utilizado para produção e estão descritos na Tabela 9.

Tabela 9 – Valores de material necessário

Lista de Material	Quantidade	Unidade	Valor médio (R\$)	Valor Final (R\$)
Álcool Etílico	1	L	9,78	9,78
Filamento ABS	1	kg	133,13	133,13
Acetona	1	L	58,46	58,46
PDMS	3900	g	5.861,88	5.861,88
Total (R\$)				6.063,26

Fonte: Autoria própria

Os custos fixos, segundo SEBRAE (2019) para um laboratório de análises clínicas o custo fixo estimado que está na Tabela 10, porém os valores foram adaptados para o presente estudo.

Tabela 10 – Custos fixo para um laboratório de análises

Despesas Fixas	Valor Anual (Total R\$)	Valor Anual Adaptado (R\$)
Água	9.600,00	1.800,00
Luz	12.000,00	6.000,00
Internet	4.800,00	2.400,00
Impostos, Tributos e taxas	36.000,00	36.000,00
Assessoria Contábil	21.600,00	8.000,00
Materiais de Limpeza e Manutenção	15.600,00	6.000,00
Telefone	3.600,00	1.200,00
Publicidade	21.600,00	12.000,00
Mão de Obra de Produção		51.400,00
TOTAL		124.800,00

Fonte: Adaptado SEBRAE (2019, p.27).

No entanto, como o protótipo desenvolvido ainda está em fase de pesquisa e desenvolvimento, os testes realizados em laboratório são apenas para fins de estudos e análises, portanto adotou-se dados hipotéticos para quantidade de material utilizado. É necessário que isso seja feito para projeções de custos variáveis e posteriormente de fluxo de caixa, bem como todas as outras análises. A projeção de custo variável está estimada na Tabela 11.

Tabela 11 – Estimativa de custos variáveis

Material utilizado	Quantidade	Unidade	Valor	Quantidade de unidades produzidas	Valor unitário (R\$)	Valor final (R\$)
Álcool Etilico;	1	L	9,78	10	0,70	391,33
Filamento ABS	1	kg	133,13	400	0,33	133,13
Acetona	1	L	58,46	10	5,84	2.338,60
PDMS	3900	g	5861,88	210,81	27,80	11.122,54
Protótipo	18,50	g		Total Custo variável		13.985,67
			Custo variável Unitário			34,96

Fonte: Autoria própria

Após estimada a quantidade de material necessária e a quantidade de protótipos produzidos, estimou-se o custo variável unitário e o custo variável total e, em seguida, com esses valores obtidos calculou-se o ponto de equilíbrio contábil e ponto de equilíbrio econômico. O cenário A, representa a forma privada de

investimento para o projeto, ou seja, o investidor arca com todos os custos, desde estrutura necessária para produção, leis trabalhistas, legislação e entre outros.

O ponto de equilíbrio é o fator permissivo se a atividade de estudo será lucrativa ou não, e pode ser representado tanto em quantidade de volume ou em valores monetários RAIMUNDINI (2008). Ponto de equilíbrio contábil, é aquele que possibilita a estimativa em volume necessário para cobrir os custos, no entanto o com lucro zero (BRUNI, 2004). Para determinar o ponto de equilíbrio do presente estudo para ambos os cenários, adotou-se a Equação 3, seguida do memorial de cálculo.

$$PEC = \frac{\text{Custos fixos}}{\text{Margem de contribuição unitária}} \quad \text{Equação 3}$$

Custos Fixos: **R\$ 124.800,00**

Margem de Contribuição Unitária: Preço de venda – Custo Variável Unitário

Custo Variável Unitário: **R\$ 34,96**

Preço de venda = Custo Variável Unitário + 50% do Custo Variável Unitário

Preço de venda = **R\$ 52,44**

Com a aplicação da Equação 3, temos:

$$PEC = \frac{124.800,00}{52,44 - 34,96} \cong 7.138,73 \text{ Unidades}$$

O valor de aproximadamente 7.138,73 representa a quantidade anual de protótipos que se deve vender para pagamento de custos e sem obtenção de lucro, desta forma torna-se necessário vender 7.139 unidades ao ano, e ao mês esse valor seria de aproximadamente 595 unidades. Com esses valores, calculou-se o ponto de equilíbrio econômico. Ponto de Equilíbrio econômico apresenta a quantidade de faturamento suficiente para cobrir os custos e obtenção de lucros mediante ao mercado e ao valor investido (BRUNI, 2004).

Para o presente estudo, o valor de investimento inicial apresenta um total de R\$ 453.678,45. Atualmente a taxa SELIC é de 13,75 % ao ano, o qual adotaremos como referência, no entanto quando se trata de investimento em negócios, projetos e

entre outros, é esperado que o valor de retorno seja maior que a taxa adotada como referência. O investidor quem decide o quanto espera de retorno, estimou-se um cenário de 20 % ao ano, valores que estão especificados na Tabela 12.

Tabela 12 – Estimativa de retorno para o Cenário A

Investimento inicial (R\$)	Taxa SELIC 13,75 % a.a. (R\$)	Taxa estimada 20% a.a. (R\$)
453.678,45	62.380,78	90.735,69

Fonte: Autoria própria

Para o ponto de equilíbrio econômico no Cenário A, foi utilizada a Equação 4, seguida do memorial de cálculo.

$$PEE = \frac{\text{Custos Fixos} + \text{Lucro desejado}}{\text{Margem de Contribuição unitária}} \quad \text{Equação 4}$$

Custos Fixos: **R\$ 124.800,00**

Margem de Contribuição Unitária: Preço de venda – Custo Variável Unitário

Custo Variável Unitário: **R\$ 34,96/unidade**

Preço de Venda: Custo Variável Unitário + 50% do Custo Variável Unitário

Preço de Venda: **R\$ 52,44/unidade**

Lucro desejado: **R\$ 90.735,69**

Com a aplicação da Equação 4, temos:

$$PEE = \frac{124.800,00 + 90.735,69}{52,44 - 34,96}$$

PEE \cong 12.328,93 Unidades

Portanto, para que o negócio apresente retorno é necessário vender 12.329 unidades de protótipo ao ano, ou então 1028 unidades ao mês.

O cenário B, representa a realização do projeto por intermédio de instituições públicas, tais como universidades, institutos e entre outros. O investimento inicial foi estimado, sem os custos de mão de obra, mediante aos valores de bolsa de pesquisa serem custeados pelos órgãos de fomento à pesquisa, no entanto investimentos em edificação, equipamentos de laboratório e escritório, mesmo as instituições possuindo estrutura, após a pesquisa o investidor ainda terá que ter o espaço para produção bem como os equipamentos e posteriormente a realização de vendas.

Tabela 13 – Estimativa de retorno para o Cenário B

Investimento inicial (R\$)	Taxa SELIC 13,75 % a.a. (R\$)	Taxa estimada 20% a.a. (R\$)
191.886,45	26.422,76	38.377,29

Fonte: Autoria própria

É notável que o valor encontrado do ponto de equilíbrio contábil no cenário B, é o mesmo que no cenário A, devido aos valores de custo fixo e margem de contribuição unitária foram mantidos os mesmos, e a taxa estimada de retorno também. Porém, ao calcular o ponto de equilíbrio econômico, foi utilizada a Equação 4, anteriormente descrita, substituindo-se os valores para o novo cenário correspondente:

Custos Fixos: **R\$ 124.800,00**

Margem de Contribuição Unitária: Preço de venda – Custo Variável Unitário

Custo Variável Unitário: **R\$ 34,96**

Preço de Venda: Custo Variável Unitário + 50% Custo Variável Unitário

Preço de Venda: **R\$ 52,44**

Lucro desejado: **R\$ 39.120,00**

Com a aplicação da Equação 4, temos:

$$PEE = \frac{124.800,00 + 38.377,29}{52,44 - 34,96}$$

$$PEE \cong 9333,96$$

A partir disto, é possível apontar que o ponto de equilíbrio para o cenário B diminui, sobretudo devido ao investimento inicial ser menor que no cenário A. Contudo, a taxa desejada de retorno mantém-se a mesma, ou seja, 20 %. Após calculados os pontos de equilíbrio é possível determinar o fluxo de caixa de ambos os cenários.

5.4 Fluxo de Caixa

Com base nos cálculos já realizados foi elaborado um fluxo de caixa e em seguida realizou-se uma análise dos resultados obtidos. Para a execução do fluxo de caixa usou-se o Microsoft Excel bem como suas funções. Os cálculos foram desenvolvidos tanto para o cenário A, como para o cenário B. Assim sendo:

I. Cenário A

Para o fluxo de caixa, primeiramente calculou-se a receita, onde o ponto de equilíbrio econômico é a referência de quantidade que se deve produzir multiplicado pelo preço de venda. A Equação 5 foi utilizada para esta finalidade.

$$Receita = PEE \cdot Preço \text{ de venda} \quad \text{Equação 5}$$

PEE: 12.328,93

Preço de venda: R\$ 52,44/ Unidade

$$Receita = 12.328,93 \cdot 52,44 \cong \mathbf{646.607,07 \text{ unidades}}$$

Em seguida foi preciso calcular o Custo Variável Total, referente a quantidade produzida. O Custo Variável Total é a multiplicação da quantidade produzida e o custo variável unitário. Desta forma, a Equação 6 foi utilizada.

$$\text{Custo Variável Total} = PEE \cdot \text{Custo Variável Unitário}$$

Equação 6

PEE: **12.328,93 unidades**

Custo Variável Unitário: **R\$ 34,96/ Unidade**

$$\text{Custo Variável Total} = 12.328,93 \cdot 34,96 \cong \text{R\$ 431.071,38}$$

Por fim, o Lucro Operacional foi calculado de acordo com a Equação 7.

$$\text{Lucro Operacional}$$

Equação 7

$$= \text{Receita} - \text{Custo Variável Total} - \text{Custos Fixo}$$

Receita: **R\$ 646.607,07**

Custo Variável Total: **R\$ 431.071,38**

Custos Fixos: **R\$ 124.800,00**

$$\text{Lucro Operacional} = 646.607,07 - 431.071,38 - 124.800,00 \cong \text{90.735,69}$$

É notável que o valor do lucro operacional encontrado é o mesmo que se busca atingir com o desenvolvimento do protótipo, onde deseja-se obter 20 % do investimento inicial. Com os valores estimados, estima-se o fluxo de caixa, que está na Tabela 14.

Tabela 14 – Fluxo de Caixa e Análises Econômicas para o Cenário A

Ano	Gastos (R\$)	Receita (R\$)	Lucro (R\$)	Saldo (R\$)
Ano Inicial	453.678,45		-453.678,45	-453.678,45
Ano 1	555.871,38	646.607,07	90.735,69	-362.942,76
Ano 2	555.871,38	646.607,07	90.735,69	-272.207,07
Ano 3	555.871,38	646.607,07	90.735,69	-181.471,38
Ano 4	555.871,38	646.607,07	90.735,69	-90.735,69
Ano 5	555.871,38	646.607,07	90.735,69	0,00
Ano 6	555.871,38	646.607,07	90.735,69	90.735,69
Ano 7	555.871,38	646.607,07	90.735,69	181.471,38
Ano 8	555.871,38	646.607,07	90.735,69	272.207,07
Ano 9	555.871,38	646.607,07	90.735,69	362.942,76
Ano 10	555.871,38	646.607,07	90.735,69	453.678,45
TIR	15%			
TMA	20%			
PAYBACK	A partir do ano 6			
VPL	R\$ - 1.702,98			

Fonte: Autoria própria

Assim que o VPL, se apresenta com resultado negativo, sendo calculado pela fórmula disponível no Microsoft Excel, já demonstra que o projeto não é viável nessas condições, e nesse caso nem se prossegue com o cálculo de VAUE.

II. Cenário B

Seguindo a mesma linha de raciocínio compreendida no cenário A, para determinar o fluxo de caixa no cenário B, a receita foi calculada pela utilização da Equação 5, substituindo-se os valores:

PEE: **9.333,96**

Preço de venda: **R\$ 52,44/ Unidade**

$$Receita = 9.333,96 \cdot 52,44 \cong \mathbf{R\$ 489.473,13}$$

Do mesmo modo, a Equação 6 foi utilizada para calcular o Custo Variável Total, sendo assim:

PEE: **R\$ 9.333,96**

Custo Variável Unitário: **R\$ 34,96/ Unidade**

$$\text{Custo Variável Total} = 9.333,96 \cdot 34,96 \cong \text{R\$ 326.354,58}$$

Por fim, o Lucro Operacional foi calculado de acordo com a Equação 7:

Receita: **R\$ 489.473,13**

Custo Variável Total: **R\$ 326.354,58**

Custos Fixos: **R\$ 124.800,00**

$$\text{Lucro Operacional} = 489.473,13 - 326.354,58 - 124.800,00 \cong \text{R\$ 38.318,54}$$

É notável que o valor do lucro operacional encontrado é próximo ao que se busca atingir com o desenvolvimento do protótipo, onde deseja-se obter 20% do investimento inicial. Com os valores estimados, estima-se o fluxo de caixa, que está na Tabela 15.

Tabela 15 – Fluxo de caixa e análises econômicas para o cenário B

Ano	Gastos (R\$)	Receita (R\$)	Lucro (R\$)	Saldo (R\$)
Ano Inicial	-191.886,45		-191.886,45	-191.886,45
Ano 1	451.154,58	489.473,13	38.318,54	-153.567,90
Ano 2	451.154,58	489.473,13	38.318,54	-115.249,35
Ano 3	451.154,58	489.473,13	38.318,54	-76.930,80
Ano 4	451.154,58	489.473,13	38.318,54	-38.612,26
Ano 5	451.154,58	489.473,13	38.318,54	-293,71
Ano 6	451.154,58	489.473,13	38.318,54	380.24,84
Ano 7	451.154,58	489.473,13	38.318,54	763.43,39
Ano 8	451.154,58	489.473,13	38.318,54	114.661,94
Ano 9	451.154,58	489.473,13	38.318,54	152.980,49
Ano 10	451.154,58	489.473,13	38.318,54	191.299,04
TIR	15%			
TMA	20%			
PAYBACK	A partir do 6 ano			
VPL	R\$ -31.237,00			

Fonte: Autoria própria

Assim que TIR apresenta valores menores que a TMA e o VPL sendo calculado pela formula disponível no Microsoft Excel, apresenta resultado negativo, já demonstra que o projeto não é viável nessas condições, e nesse caso nem se prossegue com o cálculo de VAUE.

Portanto como ambos os cenários se mostraram inviáveis, é necessário então que seja feito alterações para encontrar o cenário ideal para ambos.

5.5 Condições Ideais

Como visto anteriormente, os cenários não se mostraram viáveis na primeira condição inicial, no entanto com base nos cálculos já realizados, questiona-se quais os valores poderiam ser alterados, para então chegar à condição ideal. Logo, com meio de simulações nas tabelas realizadas no Microsoft Excel, os cálculos foram desenvolvidos tanto para o cenário A, como para o cenário B. como segue:

III. Cenário A

Após alterações nas planilhas, encontra-se que quando apenas o preço de venda é alterado de R\$ 52,44 para R\$ 58,44, um aumento de acima de 10% do valor de venda inicial e mantido o ponto de equilíbrio econômico, o projeto já apresenta viável. com os valores estimados, estima-se o novo fluxo de caixa, que está na Tabela 16.

Tabela 16 – Novo Fluxo de Caixa e Análises Econômicas para o Cenário A

Ano	Gastos (R\$)	Receita (R\$)	Lucro (R\$)	Saldo (R\$)
Ano Inicial	-453.678,45		-453.678,45	-453.678,45
Ano 1	555.871,38	720.503,10	164.631,72	-289.046,73
Ano 2	555.871,38	720.503,10	164.631,72	-124.415,00
Ano 3	555.871,38	720.503,10	164.631,72	40.216,73
Ano 4	555.871,38	720.503,10	164.631,72	204.848,45
Ano 5	555.871,38	720.503,10	164.631,72	369.480,18
Ano 6	555.871,38	720.503,10	164.631,72	534.111,91
Ano 7	555.871,38	720.503,10	164.631,72	698.743,63
Ano 8	555.871,38	720.503,10	164.631,72	863.375,36
Ano 9	555.871,38	720.503,10	164.631,72	1.028.007,08
Ano 10	555.871,38	720.503,10	164.631,72	1.192.638,81
TIR	34%			
TMA	20%			
PAYBACK	A partir do ano 3			
VPL	R\$ 236.535,46			
VAUE	R\$ 56.419,09			

Fonte: Autoria própria

Nota-se que após a alteração no preço de venda, o *payback* inicia no terceiro ano, e o VPL se torna positivo, e o VAUE apresenta um valor considerável.

IV. Cenário B

Seguindo a mesma linha de raciocínio compreendida no cenário A, para determinar a condição ideal para o cenário B, os valores foram simulados, e encontra-se a viabilidade quando o ponto de equilíbrio é mantido fixo e apenas o valor de preço

de venda é alterado, de R\$ 52,44 para R\$ 53,44 aumento apenas de um real no preço de venda. O novo cenário com os valores estimados, estima-se o fluxo de caixa, que está na Tabela 17.

Tabela 17 – Novo Fluxo de Caixa e Análises Econômicas para o Cenário B

Ano	Gastos (R\$)	Receita (R\$)	Lucro (R\$)	Saldo (R\$)
Ano Inicial	-191.886,45		-191.886,45	-191.886,45
Ano 1	451.154,58	498.807,09	47.652,51	-144.233,94
Ano 2	451.154,58	498.807,09	47.652,51	-96.581,42
Ano 3	451.154,58	498.807,09	47.652,51	-48.928,91
Ano 4	451.154,58	498.807,09	47.652,51	-1.276,39
Ano 5	451.154,58	498.807,09	47.652,51	46.376,12
Ano 6	451.154,58	498.807,09	47.652,51	94.028,63
Ano 7	451.154,58	498.807,09	47.652,51	141.681,15
Ano 8	451.154,58	498.807,09	47.652,51	189.333,66
Ano 9	451.154,58	498.807,09	47.652,51	236.986,18
Ano 10	451.154,58	498.807,09	47.652,51	284.638,69
TIR	21%			
TMA	20%			
PAYBACK	A partir do ano 5			
VPL	R\$ 7895,38			
VAUE	R\$ 1.883,23			

Fonte: Autoria própria

Nota-se que após a alteração no preço de venda, o *payback* inicia no sexto ano, e o VPL se torna positivo, e o VAUE apresenta um valor considerável.

6 CONCLUSÕES

Realizar as análises econômicos financeiras de um projeto, em sua fase inicial juntamente com o planejamento, é de extrema importância, fim de reduzir falhas, e também demonstrar as melhores condições de operação. Dessa forma é possível definir os preços de vendas para se atingir o lucro desejado, bem como analisar se o projeto será lucrativo ou não, e em quanto tempo irá proporcionar retorno.

O objetivo desse estudo, foi verificar a viabilidade econômico financeira de investimentos em pesquisa científica para produção de um protótipo chamado *organ on a chip*, o qual está sendo muito utilizados pela indústria farmacêutica. As análises do investimento, foram realizados de duas formas, a primeira de forma privada, onde o investidor arcaria com todos os custos, e a segunda com parcerias com instituições públicas brasileiras. Vale ressaltar que aspectos legais não foram citados devido a sua complexidade. Para a realização das análises econômicas, foi necessário entender os processos de produção do protótipo, bem como os equipamentos e materiais necessários para o seu desenvolvimento, e em seguida buscou-se pelos seus valores através de orçamentos e site de vendas.

A organização de dados, definição dos custos pré-operacionais, operacionais, fixos e variáveis, precificação, quantidade de produção, ponto de equilíbrio, fluxo de caixa foram essenciais para então a utilização dos métodos determinísticos de investimentos em ambos os cenários, de fato um processo árduo e trabalhoso, que requer muita atenção, porém após a finalização e produção das planilhas, é possível simular e modelar de várias formas e analisar o comportamento de ambos os cenários.

Nas condições iniciais ambos os cenários se mostraram inviáveis de investimento. No entanto quando alteradas as variáveis de preço de venda no cenário A e cenário B, ambos se mostram viáveis, sendo o cenário B com menor valor de investimento inicial, e apresentando menor taxa interna de retorno com 21%, enquanto A com 34%. Para o *payback* o cenário A inicia-se no terceiro ano e no cenário B no quinto ano. No entanto deve-se ressaltar que no cenário A o investimento inicial é maior que no cenário B, portanto em questões de valores financeiro, o cenário A, irá apresentar quantidade maiores, devido a proporção.

No entanto, se as análises realizadas orientam para melhores tomadas de decisão, em qual dos cenários seria a melhor opção para realização do projeto? Sabendo que hoje no Brasil grande parte das pesquisas científicas são realizadas por instituições públicas, apresentando resultados de ótima qualidade e também reconhecidas por instituições internacionais, é orientado então para que esse projeto seja realizado com parcerias com as instituições públicas, uma vez que estão bem preparadas e há garantia de segurança, qualidade e entrega de ótimos resultados, e também é válido ressaltar que, investimento em pesquisa científica nem sempre deve-se esperar o retorno financeiro como o ponto mais importante, mas sim todo o conhecimento e abertura de novos horizontes que se abrem durante o desenvolvimento, além na capacitação e crescimento profissional que é gerado no ambiente acadêmico.

Por fim, o projeto após as alterações nas variáveis de operação, tornam-se viáveis ambos os cenários, de maneira geral o projeto é viável, e sugere-se para futuros trabalhos pesquisas e análises mercadológicas para um aprofundamento no estudo realizado.

REFERÊNCIAS

- ANALYTICS, Clarivate. **RESEARCH IN BRAZIL**: a report for capes by clarivate analytics. Brasil: Clarivate Analytics, 2017. 73 p. Disponível em: <https://www.gov.br/capes/pt-br/centrais-de-conteudo/17012018-capes-incitesreport-final-pdf>. Acesso em: 16 nov. 2022.
- BAKER, M. A living system on a chip. **Nature**, v. 471, n. 7340, p. 661–665, 2011.
- BARON, R. A.; SHANE, S. A. **Empreendedorismo: uma visão do processo**. Cengage Learning, 2007.
- BARROS, A. J. P. D.; LEHFELD, N. A. D. S. **Fundamentos de metodologia: um guia para a iniciação científica**. Fundamentos de metodologia: um guia para a iniciação científica, 2011.
- BERNARDI, L. A. **Manual de empreendedorismo e gestão: fundamentos, estratégias e dinâmicas**. 1º ed. Atlas, 2008.
- BHATIA, S. N.; INGBER, D. E. Microfluidic organs-on-chips. **Nature Biotechnology**, v. 32, n. 8, p. 760–772, 2014. Nature Publishing Group.
- BHIDE, A. **Financiamento por bootstrapping: a arte das start-ups**. Rio de Janeiro: Campus: Coletânea Harvard Business Review: Empreendedorismo e Estratégia, 2002.
- BLANK, L.; TARQUIN, A. **Engenharia econômica**. AMGH Editora, 2009.
- BOVARD, D.; ISKANDAR, A.; LUETTICH, K.; HOENG, J.; PEITSCH, M. C. Organs-on-a-chip. **Toxicology Research and Application**, v. 1, p. 239784731772635, 2017.
- BRASIL. CAPES. . **Valores de Bolsas**. 2012. Disponível em: <https://www.gov.br/capes/pt-br/aceso-a-informacao/acoes-e-programas/bolsas/prestacao-de-contas/valores-de-bolsas>. Acesso em: 16 nov. 2022.
- BRASIL. Constituição (1978). Lei nº 3.214, de 8 de junho de 1978. **Norma Regulamentadora No. 17 (Nr-17)**. BRASIL: Portaria Mtb Nº 3.214, 8 jun. 1978. Disponível em: <https://www.gov.br/trabalho-e-previdencia/pt-br/composicao/orgaos-especificos/secretaria-de-trabalho/inspecao/seguranca-e-saude-no-trabalho/normas-regulamentadoras/nr-17-atualizada-2021.pdf>. Acesso em: 21 nov. 2022.
- BRASIL. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. (org.). **Classificação Nacional de Atividades Econômicas**. Classificações estatísticas nacionais, para temas selecionados, usadas no sistema estatístico e nos cadastros administrativos do País e as classificações internacionais a elas associadas. Disponível em: <https://concla.ibge.gov.br/busca-online-cnae.html?subclasse=7210000&view=subclasse>. Acesso em: 14 nov. 2022.
- BRASIL. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **SINAPI - Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil**. 2022.

Custos médios e índices, segundo as áreas geográficas, outubro 2022. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/precos-e-custos/9270-sistema-nacional-de-pesquisa-de-custos-e-indices-da-construcao-civil.html?t=resultados>. Acesso em: 14 nov. 2022.

BRASIL. Lei nº 10357, de 27 de dezembro de 2001. **Lei no 10.357, de 27 de Dezembro de 2001.** BRASIL: Presidência da República, Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/leis_2001/l10357.htm. Acesso em: 15 nov. 2022..

BRASIL. Ministério da Saúde, Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). Resolução da Diretoria Colegiada RDC nº 17, de 16 de abril de 2010: dispõe sobre as Boas Práticas de Fabricação de Medicamentos. **Diário Oficial da União**, 2010.

BRASIL. Norma Regulamentadora nº 3.214, de 8 de junho de 1978. Portaria MTb n.º 3.214, de 08 de junho de 1978. **Nr 24 - Condições Sanitárias e de Conforto nos Locais de Trabalho.** BRASIL, BRASIL, Disponível em: <https://www.gov.br/trabalho-e-previdencia/pt-br/composicao/orgaos-especificos/secretaria-de-trabalho/inspecao/seguranca-e-saude-no-trabalho/normas-regulamentadoras/nr-24-atualizada-2022.pdf>. Acesso em: 21 nov. 2022.

BRUNI, A. L. **A administração de custos, preços e lucros.** Atlas, 2008.

BOAVENTURA, E. M. **Metodologia da Pesquisa.** São Paulo: Atlas. 2004.

CAPANEMA, L. X. D. L. A indústria farmacêutica brasileira e a atuação do BNDES. **BNDES Setorial**, v. 23, p. 193–216, 2006.

CAPLIN, J. D.; GRANADOS, N. G.; JAMES, M. R.; MONTAZAMI, R.; HASHEMI, N. Microfluidic Organ-on-a-Chip Technology for Advancement of Drug Development and Toxicology. **Advanced Healthcare Materials**, v. 4, n. 10, p. 1426–1450, 2015.

CASAROTTO FILHO, N.; KOPITKE, B. H. **Análise de Investimentos: matemática financeira, engenharia econômica, tomada de decisão.** 11º ed. Vertice, 2010.

CORRÊA, J. C. V. **Qualidade dos medicamentos comercializados no Brasil segundo dados do Instituto Nacional de Controle de Qualidade em Saúde e do Instituto Adolfo Lutz**, 2003. Universidade de São Paulo.

COSTA, M. Q. D. N. **Desenvolvimento de microfluídica em papel para utilização em biossensores.** [s.l.] Universidade Nova de Lisboa, 2012.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa.** 5º ed. São Paulo, 2010.

GOLDENBERG, M. **A arte de pesquisar: como fazer pesquisa qualitativa em Ciências Sociais.** 12º ed. Rio de Janeiro: Record, 2011.

GOMES, L. F. A. M.; GOMES, C. F. S. Tomada de decisão gerencial: enfoque multicritério. **Editores Atlas SA.**, 2012.

HERNANDES, J. R.; DEL VALHE, C. N. **Viabilidade de processos contínuos para a indústria farmacêutica: um estudo de caso sobre vacina VLP**, 2021.

Universidade Federal de São Paulo (Unifesp).

HIRSCHFELD, H. **Engenharia Econômica e Análise de Custos**. 7º ed. São Paulo: Atlas, 2010.

HIRSCHFELD, H. **Engenharia Econômica e Análise de Custos: Aplicações Práticas para Economistas, Engenheiros, Analistas de Investimentos e Administradores**. 7º ed. São Paulo: Atlas, 2011.

ISHIDA, S. Organs-on-a-chip: Current applications and consideration points for in vitro ADME-Tox studies. **Drug Metabolism and Pharmacokinetics**, v. 33, n. 1, p. 49–54, 2018. Elsevier Ltd. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.dmpk.2018.01.003>>. .

JODAT, Y. A.; KANG, M. G.; KIAEE, K.; et al. Human-Derived Organ-on-a-Chip for Personalized Drug Development. **Current Pharmaceutical Design**, v. 24, n. 45, p. 5471–5486, 2019.

KAUARK, F. S.; MANHÃES, F. C.; MEDEIROS, C. H. **Metodologia da Pesquisa: Guia Prático**. Itabuna, BA: Via Litterarum, 2010.

KUNCOVA-KALLIO, J.; KALLIO, P. J. PDMS and its Suitability for Analytical Microfluidic Devices. , p. 2486–2489, 2006. IEEE.

LEÃO, P. A. G. G. C. **Desenvolvimento de vaso sanguíneo biomimético em plataforma microfluidica de poliéster-toner (pt)**, 2016. Universidade de São Paulo.

LEONE, G. S. G. **Curso de Contabilidade de Custos: Contém Critério do Custeio ABC**. 2º ed. São Paulo: Atlas, 2000.

MARCONI, M. D. A.; LAKATOS, E. M. **Técnicas de pesquisa: planejamento e execução de pesquisa; amostragens e técnicas de pesquisa; elaboração, análise e interpretação de dados**. 7º ed. São Paulo: Atlas, 2012.

MARTINS, E. Contabilidade de custos. **atlas**, v. 9, 2003.

MCDONALD, J. C.; DUFFY, D. C.; ANDERSON, J. R.; CHIU, D. T. Review General Fabrication of microfluidic systems in poly (dimethylsiloxane). , 2000.

MORAES, C.; MEHTA, G.; LESHER-PEREZ, S. C.; TAKAYAMA, S. Organs-on-a-Chip: A focus on compartmentalized microdevices. **Annals of Biomedical Engineering**, v. 40, n. 6, p. 1211–1227, 2012.

MORGAN, M. G.; HENRION, M.; SMALL, M. **Uncertainty: a guide to dealing with uncertainty in quantitative risk and policy analysis**. Cambridge university press., 1990.

MOTTA, R. D. R.; CALOBA, G. M.; NEVES, C. D.; DA COSTA, R. P.; NAKAGAWA, M. Engenharia econômica e finanças. **Elsevier Brasil**, 2009.

NETO, A. A.; LIMA, F. G. **Fundamentos de administração financeira**. Editora Atlas

SA, 2014.

NEWMAN, D. G.; LAVELLE, J. P. **fundamentos de engenharia econômica**. LTC, 2000.

ÓRFÃO, Eládio César Gonçalves. **Estudo Numérico e Experimental do comportamento biomecânico do aneurisma quando sujeito a pressão interna**. 2014. Tese de Doutorado. Instituto Politecnico de Braganca (Portugal).

PAUL, S. M.; MYTELKA, D. S.; DUNWIDDIE, C. T.; et al. How to improve RD productivity: The pharmaceutical industry's grand challenge. **Nature Reviews Drug Discovery**, v. 9, n. 3, p. 203–214, 2010.

PIMENTEL, E. J. S. **NOVA GERAÇÃO DE SISTEMAS MICROFLUÍDICOS BASEADA EM MATERIAIS POLIMÉRICOS INTELIGENTES** Dissertação de Mestrado, 2018. Universidade do Minho. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/269107473_What_is_governance/link/548173090cf22525dcb61443/download%0Ahttp://www.econ.upf.edu/~reynal/Civilwars_12December2010.pdf%0Ahttps://think-asia.org/handle/11540/8282%0Ahttps://www.jstor.org/stable/41857625>. .

Planalto. Presidência da República. Salário mínimo sobe para R\$ 954 a partir de 1º de janeiro. 2018f. Disponível em: Acesso em: 14 nov. 2022.

PRESIDÊNCIA DA REPÚBLICA DA CASA CIVIL. Dispõe sobre a remuneração de profissionais diplomados em Engenharia, Química, Arquitetura, Agronomia e Veterinária. **Lei no 4.950-A, de 22 de Abril de 1966**. Brasília, DF: Auro Moura Andrade, 22 abr. 1966. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l4950a.htm. Acesso em: 14 nov. 2022.

PRODANOV, C. C.; DE FREITAS, E. C. **Metodologia do trabalho científico: métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico**. 2º ed. Editora Feevale, 2013.

RAIMUNDINI, Simone Leticia; BIANCHI, Márcia; ZUCATTO, Luis Carlos. Ponto de equilíbrio e otimização sob a perspectiva da matemática. **Enfoque: Reflexão Contábil**, v. 27, n. 2, p. 39-55, 2008.

RASOTO, A.; GNOATTO, A. A.; OLIVEIRA, A. G. D.; et al. **Gestão financeira: enfoque em inovação**. Aymarã Educação, 2012.

ROVAI, R. L. **Modelo estruturado para gestão de riscos em projetos: estudo de múltiplos casos**, 2005. Universidade de São Paulo.

SEBRAE - Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas. **Empreendedorismo no Brasil: Relatório Executivo 2018**.

SEBRAE. **Como montar um laboratório de análises clínicas**. Brasil: Sebrae, 2019. 51 p.

SELIMOVIC, Š.; DOKMECI, M. R.; KHADEMHOSEINI, A. Organs-on-a-chip for drug discovery. **Current Opinion in Pharmacology**, v. 13, n. 5, p. 829–833, 2013.

SEVERO, A. B. **Análise de viabilidade econômico-financeira de um empreendimento no setor alimentício.**, 2017. Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

SKARDAL, A.; MURPHY, S. V.; DEVARASETTY, M.; et al. Multi-tissue interactions in an integrated three-tissue organ-on-a-chip platform. **Scientific Reports**, v. 7, n. 1, p. 1–16, 2017.

SKARDAL, A.; SHUPE, T.; ATALA, A. Organoid-on-a-chip and body-on-a-chip systems for drug screening and disease modeling. **Drug Discovery Today**, v. 21, n. 9, p. 1399–1411, 2016. Elsevier Ltd. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.drudis.2016.07.003>>. .

TORRES, O. F. F. Curso de engenharia econômica e análise de riscos no CEGP. **São Paulo: FCAV/POLI-USP**, 2002.

VILELA, M.C. et al. Análise da viabilidade econômico-financeira de projeto de piscicultura em tanques escavados. 2012.

WIRIYAKRAIKUL, Chatchai et al. Características de problemas de segurança de laboratório em instalações de laboratório acadêmico em uma universidade tailandesa. **ACS Chemical Health & Safety** , v. 29, n. 2, pág. 214-222, 2022.

ZHANG, B.; RADISIC, M. Organ-on-A-chip devices advance to market. **Lab on a Chip**, v. 17, n. 14, p. 2395–2420, 2017. Royal Society of Chemistry.