



PROJETO DE GRADUAÇÃO

**ANÁLISE DE CUSTOS EM SERVIÇOS DE PROTOTIPAGEM**

**Gabriel Queiroz Gongora**

**Brasília, Setembro de 2022**

**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA**

FACULDADE DE TECNOLOGIA

UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA  
Faculdade de Tecnologia  
Departamento de Engenharia de Produção

PROJETO DE GRADUAÇÃO  
**ANÁLISE DE CUSTOS EM SERVIÇOS DE PROTOTIPAGEM**

**Gabriel Queiroz Gongora**

*Projeto de graduação submetido ao Departamento de Engenharia  
de Produção como requisito parcial para obtenção  
do grau de Bacharel em Engenharia de Produção*

Banca Examinadora

Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Andréa Cristina dos Santos, UnB  
*Orientador*

\_\_\_\_\_

Prof. Dr. André Luiz Marques Serrano, UnB  
*Examinador Interno*

\_\_\_\_\_

Dr. Rafael Ernesto Kieckbusch, CNI  
*Examinador externo*

\_\_\_\_\_

## FICHA CATALOGRÁFICA

GONGORA, GABRIEL QUEIROZ

ANÁLISE DE CUSTOS EM SERVIÇOS DE PROTOTIPAGEM [Distrito Federal] 2022.

xvi, 80 p., 210 x 297 mm (EPR/FT/UnB, Bacharel, Engenharia de Produção, 2022).

Projeto de graduação - Universidade de Brasília, Faculdade de Tecnologia.

Departamento de Engenharia de Produção

1. Custeio ABC

2. Custos gerenciais

3. Análise de custos

4. Serviço de prototipagem

I. EPR/FT/UnB

II. Título (série)

## REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

GONGORA, G.Q. (2022). *ANÁLISE DE CUSTOS EM SERVIÇOS DE PROTOTIPAGEM*. Projeto de graduação, Departamento de Engenharia de Produção, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 80 p.

## CESSÃO DE DIREITOS

AUTOR: Gabriel Queiroz Gongora

TÍTULO: ANÁLISE DE CUSTOS EM SERVIÇOS DE PROTOTIPAGEM.

GRAU: Bacharel em Engenharia de Produção ANO: 2022

É concedida à Universidade de Brasília permissão para reproduzir cópias deste Projeto Final de Graduação e para emprestar ou vender tais cópias somente para propósitos acadêmicos e científicos. O autor reserva outros direitos de publicação e nenhuma parte desse Projeto Final de Graduação pode ser reproduzida sem autorização por escrito do autor.

---

Gabriel Queiroz Gongora

Depto. de Engenharia de Produção (EPR) - FT

Universidade de Brasília (UnB)

Campus Darcy Ribeiro

CEP 70919-970 - Brasília - DF - Brasil

## AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço minha mãe e meu pai, Maria Bernadete e Vilmar, por terem me apoiado em minhas decisões desde meu primeiro dia e, em especial, nos últimos dois anos. Além de serem meus maiores incentivadores, são acima de tudo meus modelos do que são boas pessoas para o mundo.

Agradeço meu irmão, Lucas, por toda a parceria e ajuda sempre que foi solicitado. Mesmo estando em outro continente, esteve extremamente presente em minha jornada e colaborou sem hesitar.

Agradeço também minha companheira, Isabella, que me deu paz mesmo nos dias onde nada parecia dar certo. Bastava uma ou duas palavras para eu ter certeza que, no final, tudo ficaria bem.

Para minha orientadora, prof<sup>a</sup>. Andréa, sou grato pela oportunidade e confiança de trabalhar no Laboratório. Foi uma experiência extremamente enriquecedora que me ajudou a decidir o que desejo fazer como vocação.

Aos meus colegas do LAB, que felizmente posso chamá-los de amigos e amigas, fica minha gratidão por toda a colaboração no desenvolvimento do projeto. Além de compartilharem ótimos momentos no Laboratório, estiveram presentes quando precisei de auxílio.

Aos amigos e amigas que fiz durante minha jornada na Universidade de Brasília, em especial Felipe e Guilherme, obrigado por compartilharem tantos momentos comigo. Das ocasiões de felicidade até de ansiedade, não desejaria ter feito a graduação em outro lugar. Acima de tudo, ótimas memórias foram construídas.

Por fim, à todos os amigos e amigas que fiz durante a vida, obrigado por estarem comigo no decorrer da realização desse trabalho. Deram o suporte necessário neste período e, mesmo que não tenham percebido, me ajudaram a manter o equilíbrio nos últimos momentos.

*Gabriel Queiroz Gongora*

---

## RESUMO

A partir da aplicação do método de custeio baseado em atividades (ABC), buscou-se obter os valores de custos na prestação de serviços de prototipagem de um Laboratório da Universidade de Brasília. Dentre os tipos de serviços, encontra-se impressão 3D, corte a laser, escaneamento e modelagem 3D. A presente pesquisa visa o custeio dos processos de produção citados, fornecendo à Instituição a compreensão da sua estrutura de custos e possibilitando aos gestores embasamento para a tomada de decisão. Como etapas para atingir esse resultado, foram identificados os processos, atividades e tarefas e, com esses dados, realizou-se o mapeamento de processos. Em seguida, levantaram-se os recursos consumidos na execução de cada etapa, além de mensurado o volume utilizado de cada item. A partir do cálculo de custos de cada recurso, obteve-se o custo das atividades e, após aplicação de diferentes formas de rastreamento, rateio e cálculos, dos processos. Com a utilização do método de custeio ABC, foi possível analisar a composição dos custos do Laboratório Aberto de Brasília e a compreensão detalhada dos recursos consumidos por cada processo e suas respectivas atividades. A partir dessas informações, o Laboratório possui uma forma de calcular fidedignamente os custos dos serviços prestados, além da possibilidade de analisar a estrutura de custos e otimizar a operação.

---

## ABSTRACT

From the application of the activity-based costing method (ABC), the research sought to obtain the cost values of prototyping services in a Laboratory at the University of Brasilia. Among the types of services are additive manufacturing, laser cutting, scanning, and 3D modeling. The present research aims at the costing of the mentioned production processes, providing the Institution with an understanding of its cost structure and providing managers with a basis for decision-making. As steps to achieve this result, processes, activities, and tasks were identified and, with these data, process mapping was developed. Then, the resources consumed in the execution of each step were raised, in addition to measuring the volume used for each item. From the cost calculation of each resource, the cost of the activities was obtained and, after applying different forms of tracking, apportionment and calculations of the processes. With the application of the ABC costing method, it was possible to analyze the composition of the costs of the Brasilia Open Laboratory and the detailed understanding of the resources consumed by each process and their respective activities. Based on this information, the Laboratory can reliably calculate the costs of services provided, in addition to the possibility of analyzing the cost structure and optimizing the operation.

# SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b>	<b>1</b>
1.1	OBJETIVO PRINCIPAL	2
1.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	2
1.3	ESTRUTURA DO TRABALHO	2
<b>2</b>	<b>REVISÃO DA LITERATURA</b>	<b>3</b>
2.1	IMPORTÂNCIA DOS CUSTOS	3
2.2	CUSTOS GERENCIAIS	4
2.3	CONCEITOS GERENCIAIS	4
2.4	MÉTODOS DE CUSTEIO	7
2.4.1	MÉTODOS DE CUSTEIO TRADICIONAIS	7
2.4.2	MÉTODOS DE CUSTEIO AVANÇADOS	9
2.5	COMPARAÇÃO ENTRE MÉTODOS DE CUSTEIO	12
2.6	ESCOLHA DO MÉTODO DE CUSTEIO	14
2.6.1	CUSTEIO ABC APLICADO EM PEQUENAS EMPRESAS DE SERVIÇOS	14
2.6.2	TRABALHOS ANTERIORES NO LAB	15
2.6.3	MANUFATURA ADITIVA E A TECNOLOGIA FDM	16
2.6.4	OUTROS PROCESSOS	17
2.7	CONSIDERAÇÕES DA REVISÃO DE LITERATURA	18
<b>3</b>	<b>METODOLOGIA</b>	<b>19</b>
3.1	DESENVOLVIMENTO DO ARTEFATO	22
3.1.1	INÍCIO	22
3.1.2	RECONHECIMENTO DOS PROCESSOS DESENVOLVIDOS NA REALIZAÇÃO DAS ATIVIDADES	23
3.1.3	ESTRUTURAÇÃO DOS PROCESSOS E ATIVIDADES	24
3.1.4	SEPARAÇÃO DE CUSTOS DIRETOS E INDIRETOS	25
3.1.5	IDENTIFICAÇÃO DOS RECURSOS CONSUMIDOS PELAS ATIVIDADES	25
3.1.6	IDENTIFICAÇÃO DOS DIRECIONADORES DE ATIVIDADES	26
3.1.7	CÁLCULO DOS CUSTOS DAS ATIVIDADES	26
3.1.8	MEDIÇÃO DOS CUSTOS DOS PROCESSOS	27
3.2	ANÁLISE DE DADOS	27
<b>4</b>	<b>DESENVOLVIMENTO</b>	<b>29</b>
4.1	UNIDADE DE ESTUDO	29
4.2	RECONHECIMENTO DOS PROCESSOS DESENVOLVIDOS NA REALIZAÇÃO DAS ATIVIDADES	33

4.3	ESTRUTURAÇÃO DOS PROCESSOS E ATIVIDADES .....	39
4.4	SEPARAÇÃO DOS CUSTOS DIRETOS E INDIRETOS .....	41
4.5	IDENTIFICAÇÃO DOS RECURSOS CONSUMIDOS PELAS ATIVIDADES.....	43
4.6	IDENTIFICAÇÃO DOS DIRECIONADORES DE ATIVIDADES .....	45
4.7	CÁLCULO DOS CUSTOS DAS ATIVIDADES .....	46
4.7.1	MÃO DE OBRA.....	46
4.7.2	CUSTOS INDIRETOS GERAIS .....	51
4.7.3	CUSTOS INDIRETOS ESPECÍFICOS.....	53
4.7.4	CUSTOS DIRETOS .....	56
4.8	MEDIÇÃO DOS CUSTOS DOS PROCESSOS .....	58
4.8.1	CUSTOS DOS PROCESSOS DE SUPORTE E GERENCIAIS .....	58
4.8.2	DISTRIBUIÇÃO DOS CUSTOS NOS PROCESSOS PRIMÁRIOS .....	61
4.8.3	DEFINIÇÃO DOS CUSTOS DOS PROCESSOS PRIMÁRIOS.....	63
<b>5</b>	<b>ANÁLISE DOS RESULTADOS .....</b>	<b>69</b>
5.1	SIMULAÇÃO DOS CUSTOS EM SERVIÇOS SIMPLES .....	69
5.2	VARIAÇÃO DA QUANTIDADE DE SERVIÇOS REALIZADOS POR MÊS .....	71
5.3	COMPARAÇÃO DE CUSTOS ENTRE MODELO ATUAL E ANTIGO .....	73
5.4	ESTRUTURA DE CUSTOS .....	74
<b>6</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>77</b>
	<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>79</b>

## LISTA DE FIGURAS

2.1	Lógica de Funcionamento do Custeio por Absorção em Empresas Prestadoras de Serviço .....	8
2.2	Lógica de Funcionamento do Custeio ABC .....	10
2.3	Distribuição de Custos no Custeio ABC .....	11
2.4	Proposta de Aplicação do Custeio ABC .....	14
3.1	Etapas do <i>Design Science Research</i> .....	19
3.2	Exemplo de Matriz de <i>Stakeholders</i> .....	22
3.3	Exemplo de Matriz RACI .....	24
3.4	Exemplo de Mapeamento de Processos .....	25
4.1	Estrutura Organizacional do LAB .....	29
4.2	Matriz de <i>Stakeholders</i> .....	31
4.3	Estrutura do LAB.....	31
4.4	Equipamentos de produção .....	32
4.5	Modelagem de peças .....	32
4.6	Matriz RACI.....	38
4.7	Fluxograma do processo “Prestação de Serviço” (PP01) .....	39
4.8	Fluxograma dos processos de produção .....	40
4.9	Fluxograma do processo “Manutenção - FDM” (PS06) .....	41
4.10	Planta Baixa do LAB .....	51
5.1	Custo dos serviços simples de cada processo.....	70
5.2	Proporção do tipo de custo no serviço simples.....	70
5.3	Cenários da escala de produção .....	72
5.4	Comparação de custos do modelo com benefícios e cálculo atual do LAB .....	73
5.5	Custo total mensal por tipo de custo .....	74
5.6	Diagrama de Pareto - Custo mensal sem benefício.....	75
5.7	Diagrama de Pareto - Custo mensal com benefício .....	75



## LISTA DE TABELAS

2.1	Composição dos Custos do LAB .....	16
3.1	Modelo de Atribuição de Custos às Atividades .....	27
4.1	Relação de Cargos e Remunerações .....	47
4.2	Duração de execução das atividades .....	48
4.3	Distribuição de custo de mão de obra nas atividades A23 e A24 .....	50
4.4	Distribuição das atividades nos ambientes .....	51
4.5	Custos Indiretos Gerais .....	52
4.6	Cálculo de custos por Ambiente .....	52
4.7	Cálculo de custos do Ambiente 4.....	53
4.8	Cálculo de depreciação.....	54
4.9	Cálculo do custo/hora dos equipamentos .....	54
4.10	Custos Indiretos Específicos .....	55
4.11	Distribuição de custos indiretos específicos nas atividades A23 e A24 .....	56
4.12	Custos Diretos.....	56
4.13	Distribuição de custos diretos nas atividades A06 e A08 .....	57
4.14	Custos totais dos processos .....	59
4.15	Total de pedidos nos últimos quatro meses.....	62
4.16	Distribuição dos pedidos por tipo de produção.....	62
4.17	Distribuição dos custos dos processos secundários para os primários sem benefícios	63
4.18	Distribuição dos custos dos processos secundários para os primários com benefícios	63
4.19	Custo total do processo PP01 .....	64
4.20	Custos sem benefício em base unitária .....	66
4.21	Custos com benefício em base unitária .....	66
4.22	Custo final dos processos primários sem benefício .....	68
4.23	Custo final dos processos primários com benefício .....	68
5.1	Dados para cálculo do serviço simples .....	69
5.2	Custos dos serviços simples e diferenças percentuais .....	69
5.3	Custo mensal do Laboratório .....	74

## LISTA DE QUADROS

2.1	Uso de Informações de Custos .....	3
2.2	Resultados da Aplicação dos Métodos de Custeio .....	12
2.3	Vantagens e Desvantagens dos Métodos de Custeio .....	13
2.4	Vantagens, Limitações, Oportunidade e Restrições da AM .....	17
3.1	Alocação no Projeto e Resultados das Etapas do <i>Design Science Research</i> .....	21
3.2	Exemplo de Dicionário de Processos .....	24
3.3	Exemplo de Processos, atividades e tarefas .....	24
3.4	Modelo de Separação de Custos .....	25
3.5	Modelo de Relação de Direcionadores de Recursos .....	26
3.6	Modelo de Alocação de Recursos .....	26
3.7	Modelo de Relação de Direcionadores de Atividades .....	26
4.1	Dicionário de Processos .....	33
4.2	Processos, atividades e tarefas do Laboratório Aberto de Brasília .....	34
4.3	Custos mapeados e classificações .....	41
4.4	Direcionares de custos dos recursos .....	43
4.5	Relação de atividades e recursos consumidos .....	44
4.6	Relação de Direcionadores de Atividades .....	46
4.7	Formas de distribuição e respectivas atividades .....	62
4.8	Formas de calcular os custos .....	65
4.9	Variáveis das equações .....	67
4.10	Fórmula de custo dos processos primários .....	67

# 1 INTRODUÇÃO

A conjuntura atual da globalização, com o crescimento da busca por qualidade por parte dos consumidores e aumento da oferta de produtos, força continuamente as empresas a se tornarem mais produtivas e eficientes. Parte essencial dessa competitividade exigida é a entrega de produtos, sejam bens ou serviços, de qualidade, com baixo preço e flexibilidade de produção. Para atingir a excelência nesses critérios, deve-se possuir o controle das atividades produtivas. Como resultado, o conhecimento interno da empresa permite a redução de desperdícios e de inconsistências nas entregas, possibilitando a melhoria dos processos (BORNIA, 2019).

Sob a perspectiva gerencial do negócio, busca-se embasamento para permitir o planejamento organizacional e contribuir com a tomada de decisão dos gestores. Uma informação de extrema importância que auxilia a gestão é a dos custos dos processos, esses sendo objetos de estudos da Contabilidade (MARTINS *et al.*, 2018). Para a visualização desses custos, deve-se aplicar princípios e métodos de custeio que, de acordo com Bornia (2019), são os dados relevantes para a análise e como será o processo de obtenção, respectivamente.

A partir do levantamento de custos, os gestores podem tomar decisões quanto a estrutura física da empresa, desempenho da equipe e dos produtos e de planejamento estratégico (LEPADATU, 2011). Inclusive, existem custos invisíveis na extensão de todas as empresas, estes que não são mensurados e consomem os alicerces da rentabilidade do negócio. Dessa forma, os custos, tanto os tangíveis quanto intangíveis, devem ser mensurados, uma vez que estes são fatores decisivos para a saúde e eficiência da empresa (BERNARDI, 2017).

Neste contexto, a sustentabilidade financeira do Laboratório Aberto de Brasília (LAB), da Faculdade de Tecnologia da Universidade de Brasília, é um dos temas de preocupação da equipe de gestores, uma vez que os recursos captados por meio dos serviços mantêm os custos de operação do LAB, como, por exemplo, o pagamento de bolsistas e estagiários. Logo, a gestão dos custos se torna fundamental no processo de tomada de decisão, influenciando no processo organizacional da operação, onde o Laboratório presta de serviços técnicos e tecnológicos à comunidade. Ademais, oferece suporte aos projetos finais de curso, disciplinas de metodologias ativas e outros projetos na área de desenvolvimento de protótipos (ZIMMERMANN, 2018).

Em 2019, Marques (2019) realizou o levantamento de custos do LAB. Dentre os resultados obtidos foi possível identificar o direcionamento de melhorias na gestão de recursos e pessoas. Todavia, a estrutura do LAB cresceu significativamente durante a pandemia de Covid-19, aumentando a capacidade produtiva e, conseqüentemente, alterando seus custos. Segundo Lepadatu (2011), a lacuna de dados pode prejudicar a tomada de decisão e o planejamento organizacional. À vista das necessidades dos gestores, procura-se proporcionar ferramentas para retratar fidedignamente os custos de sua produção e competir no mercado de serviços de prototipação. Neste novo cenário, surge a oportunidade de atualizar e aperfeiçoar o método de custeio empregado.

## 1.1 OBJETIVO PRINCIPAL

Analisar e estruturar os custos do Laboratório Aberto de Brasília para o apoio ao processo de decisão.

## 1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Compreender e selecionar método de custeio para ser implementado no LAB;
- Definir a metodologia a ser aplicada no LAB;
- Aplicar e analisar os resultados obtidos.

## 1.3 ESTRUTURA DO TRABALHO

A pesquisa será estruturada em seis capítulos, ordenados conforme a sequência lógica de execução do projeto:

1. **Introdução:** apresentação do contexto do trabalho, englobando o problema tratado, a justificativa para a realização da pesquisa assim como seus objetivos;
2. **Revisão da Literatura:** síntese das teorias relacionadas com a temática, fornecendo os principais conceitos e métodos para o desenvolvimento da pesquisa;
3. **Metodologia:** caracterização da pesquisa e descrição das etapas que serão utilizadas para a aplicação do *Design Science Research*;
4. **Desenvolvimento:** relato da aplicação da teoria na unidade de estudo e obtenção dos dados;
5. **Análise dos Resultados:** avaliação dos dados obtidos na etapa de desenvolvimento;
6. **Considerações Finais:** balanço da pesquisa e dos resultados obtidos, assim como o relato de possíveis trabalhos futuros.

## 2 REVISÃO DA LITERATURA

O capítulo tem por objetivo a apresentação dos principais termos e métodos de custeio para o desenvolvimento do trabalho. Serão evidenciadas as boas práticas para a utilização dos métodos de custeio e a aplicação em empresas prestadoras de serviços e, neste contexto, serão apresentadas as tecnologias encontradas no Laboratório Aberto de Brasília, englobando manufatura aditiva, corte a laser, escaneamento e modelagem 3D. Por fim, com o intuito de embasar a pesquisa e comparar os resultados obtidos, será apresentada a última aplicação do método de custeio no LAB.

### 2.1 IMPORTÂNCIA DOS CUSTOS

A gestão dos custos é parte central do processo de tomada de decisão. A partir dessa informação, é possível controlar outras áreas da empresa, como a operação produtiva. Também é por meio dos custos que se torna possível gerir a área financeira, verificando o orçamento da organização (LEPADATU, 2011). O Quadro 2.1 sumariza as diversas formas que Lepadatu (2011) sugere a utilização da informação de custos:

Quadro 2.1: Uso de Informações de Custos

<b>Informação Fornecida</b>	<b>Formas de Uso</b>
Custo unitário	- Determinação do preço do produto; - Continuação da linha de produto e volume de produção; - Margem de contribuição e performance.
Custo de departamento	- Otimização dos processos de produção.
Custos de mão-de-obra	- Discussão da política salarial.
Custo de perdas e desperdícios	- Incremento do controle de recursos.
Custo do volume de atividades	- Estimativa de lucro e controle de custos; - Planejamento estratégico.
Análise de custos	- Redução de custos; - Planejamento estratégico; - Continuação da linha de produto e volume de produção.

Fonte: Lepadatu(2011).

Lepadatu (2011) ressalta também que todos os sistemas de informação de custos são únicos para cada empresa, uma vez que devem atender os seus respectivos interesses. Neste contexto, deve-se entender quais são os custos que podem ser influenciados pela tomada de decisão, isto é, quais podem ser reduzidos ou até mesmo eliminados. Para definir se os dados são eficientes, deve-se contemplar os seguintes requisitos:

- O sistema se enquadra no tipo de produção da empresa?
- As análises de custos abrangem os objetivos dos gestores?
- Há constância na realização da análise de custos?
- Os gestores e pessoas de interesse estão recebendo as informações?
- Os dados possuem o nível de detalhamento necessário?

A assimilação do tema depende do conhecimento acerca da ciência que abrange o conteúdo estudado, a contabilidade, mais especificamente a dimensão gerencial. Para isto, o próximo tópico tem por objetivo a apresentação dos principais elementos que irão compor a pesquisa.

## **2.2 CUSTOS GERENCIAIS**

Contabilidade pode ser definida como um instrumento de suporte à tomada de decisão, tendo por objetivo o fornecimento de informações de todas as movimentações monetariamente mensuráveis de uma empresa (MARION, 2009). Com isso, os diversos interessados em uma entidade, como investidores, financiadores e funcionários, podem se posicionar quanto, por exemplo, a compra ou venda de patrimônios relacionados com a instituição. Todavia, a evolução dos sistemas produtivos impeliu que os sistemas contábeis se adaptassem às novas realidades e necessidades dos interessados, ajustando quais informações deveriam ser concedidas (MALACRIDA; YAMAMOTO; PACCEZ, 2019).

Para a realidade do estudo, será utilizada a contabilidade gerencial, vertente mais atual da área. No contexto de organizações com maior nível de complexidade, a análise gerencial buscou o incremento da gestão de custos. Deste modo, com o contínuo crescimento de empresas nas últimas décadas, a abordagem gerencial passou a exercer um papel estratégico de apoio ao planejamento e tomada de decisão, embasando a construção de orçamentos e padrões internos. Ademais, ela fornece informações da produção, impactando em atividades de manutenção e compra (MARTINS *et al.*, 2018).

## **2.3 CONCEITOS GERENCIAIS**

A partir da assimilação do conceito e fases da contabilidade, deve-se entender os elementos que compõe essa ciência. Tendo em vista a comunicação clara do trabalho realizado, é importante que se estabeleça um significado único para os termos utilizados. Caso contrário, não haverá o nível de entendimento necessário para a compreensão do estudo (MARTINS *et al.*, 2018). A seguir serão apresentados os principais termos utilizados na área:

**Gastos:** Segundo Martins *et al.* (2018), são todas aquisições de produtos, sejam eles bens ou serviços, que geram sacrifícios financeiros para a entidade. O gasto é contabilizado apenas no momento da transferência da propriedade da empresa, denominado de **desembolso**. Normalmente, o desembolso ocorre na forma de pagamento por dinheiro.

Já gastos relacionados com benefícios futuros são denominados **investimentos**. Dessa forma, as aquisições de produtos que não são consumidos de imediato, podendo ser alocados na categoria de ativos da empresa, podem ser considerados investimentos (MARTINS *et al.*, 2018).

**Custos:** são gastos para produção de bens ou serviços, sendo que o gasto se transforma em um custo apenas quando o recurso é utilizado. Dessa forma, a matéria-prima em determinado momento da análise pode ser classificada como gasto, quando adquirida, ou custo, quando consumida (MARTINS *et al.*, 2018).

Conforme Bornia (2019), os custos podem ser desdobrados segundo as seguintes categorias:

- **Classificação pela variabilidade:** neste caso, os custos podem ser **fixos** ou **variáveis**. Ele será classificado como fixo quando não houver variação conforme o volume produzido pela empresa, como o aluguel. Já os custos variáveis são aqueles que aumentam ou diminuem conforme a variação da produção, como no caso do consumo de matérias-primas. Em alguns casos, também há a classificação de custos semifixos, quando o custo varia em intervalos de volume de produção.
- **Classificação pela facilidade de alocação:** é possível separar entre as categorias **direto** e **indireto**. O custo é direto quando é possível fazer o relacionamento claro da quantidade de recursos utilizados com o volume de produção, como no caso de matérias-primas. Em contrapartida, o custo será indireto quando não há fácil alocação em relação à quantidade de itens produzidos, como no caso do aluguel. Essa situação contribui para a importância da aplicação de um método de custeio coerente com a realidade de produção da empresa, este que irá alocar tais custos.
- **Classificação pelo auxílio à tomada de decisão:** os custos podem ser divididos entre **relevantes** e **não relevantes**. Um custo será entendido como relevante quando for tópico de tomada de decisão, como a compra de determinada quantidade de matéria-prima. Caso um custo não tenha como ser impactado por uma escolha dos gerentes, entende-se que não há relevância para aquela situação específica.
- **Classificação pela facilidade de eliminação:** os custos fixos podem ser divididos entre **elimináveis** e **não elimináveis**, analisados com base em um curto período. A primeira categoria é referente aos custos que a empresa consegue evitar a curto prazo caso ocorra algum imprevisto, como energia elétrica em caso de paralisação. Já os não elimináveis fazem referência aos custos que não são passíveis de fácil eliminação, como impostos sobre a propriedade.

**Despesas:** insumos utilizados direta ou indiretamente pela empresa para obtenção de receitas. Assim como nos custos, um recurso transita de classificação consoante o momento de análise. Em sua aquisição ele é um gasto, que posteriormente se transforma em um custo quando utilizado e, por fim, em uma despesa quando o produto, seja bem ou serviço, é vendido (MARTINS *et al.*, 2018).

**Depreciação:** De acordo com Malacrida, Yamamoto e Paccez (2019), é um tipo de despesa que considera o consumo de ativos imobilizados, como uma máquina, em termos financeiros. É uma forma de calcular monetariamente o desgaste pela utilização do equipamento. O valor depreciável é a diferença entre o custo de aquisição de um produto e seu valor residual, sendo a quantia esperada pela venda deste ao final de sua vida útil. A depreciação pode ser calculada pela divisão do valor depreciável por sua vida útil.

**Perdas:** Segundo Martins *et al.* (2018), são produtos consumidos irregular e involuntariamente. Diferentemente dos custos e despesas, a utilização desses itens não é realizada com a intenção de se obter receita. Essa perda não deve ser confundida com erros de fabricação, valores já considerados no planejamento da produção. No caso, são situações involuntárias, como acidentes e greves (perdas de mão de obra).

De forma mais abrangente, Bornia (2019) traz o conceito de **desperdício** como um esforço econômico que não gera benefícios para a empresa. Desta forma, o conceito engloba tanto as perdas quanto ineficiências do processo produtivo.

**Rateios de Custos:** Martins *et al.* (2018) define como a alocação de custos indiretos por meio de critérios subjetivos. Esse método de distribuir custos pode causar distorções na relação real da causa do consumo de recursos. Geralmente as bases para a repartição são os volumes de produção e atividades de cada departamento da empresa.

**Rastreo de Custos:** é a alocação de custos às atividades e produtos por meio de direcionadores que evidenciam a relação de causa e efeito entre recurso consumido e atividade realizada. Essa forma de relação visa mitigar os erros de distribuição de custos indiretos entre os diferentes processos da empresa. O rastreo difere do rateio por ser embasado em estudos e pesquisas, não apenas em decisões subjetivas (MARTINS *et al.*, 2018).

**Ativo:** Weil, Schipper e Francis (2013) definem como um recurso que pode ser utilizado para gerar retorno econômico para a empresa. Todavia, um recurso apenas será considerado um ativo caso a organização tenha posse desse recurso e possa utilizá-lo em períodos futuros e o retorno que sua utilização trará possa ser mensurado.

**Receita:** representa a aquisição de ativos pela empresa por meio da venda de produtos, sejam eles bens ou serviços (WEIL; SCHIPPER; FRANCIS, 2013). A entrada desses ativos pode ser tanto à vista, no momento da venda, quanto a prazo, recebendo em períodos futuros. Ademais, a receita pode ser dividida em três categorias: receita de venda, de serviço ou de investimento (SILVA; RODRIGUES, 2018).



**Resultado:** Silva e Rodrigues (2018) definem resultado como a diferença entre a receita obtida pela empresa e as despesas de operação. Quando o resultado é positivo, a empresa obtém **lucro**; todavia, quando os custos e despesas superam a receita, ocorre **prejuízo**.

## 2.4 MÉTODOS DE CUSTEIO

Conhecendo os principais conceitos da abordagem gerencial dos custos, torna-se viável assimilar o propósito dos métodos de custeio. Em mercados competitivos, o conhecimento geral da empresa é fator essencial para a sua boa administração e, conseqüentemente, de uma gestão próspera. Considerando os custos como parte relevante das informações internas, é importante a aplicação de um método de cálculo e análise de custos que se enquadre na realidade da empresa (MEGLIORINI, 2012).

Para Bornia (2019), é possível analisar sistemas de custos segundo a análise de quais dados são relevantes para a empresa, denominados princípios de custeio, e de como esses dados serão obtidos e processados, conhecido como método de custeio. Este último definirá quais informações serão trabalhadas e, posteriormente, como elas serão obtidas. Megliorini (2012) ressalta que cada método tem peculiaridades em relação às suas estruturas, sendo que o melhor método a ser aplicado deve ser consoante a realidade de cada empresa.

Portanto, a seguir serão detalhados os principais métodos de custeio para a estruturação de um sistema de custos de uma organização:

### 2.4.1 Métodos de custeio tradicionais

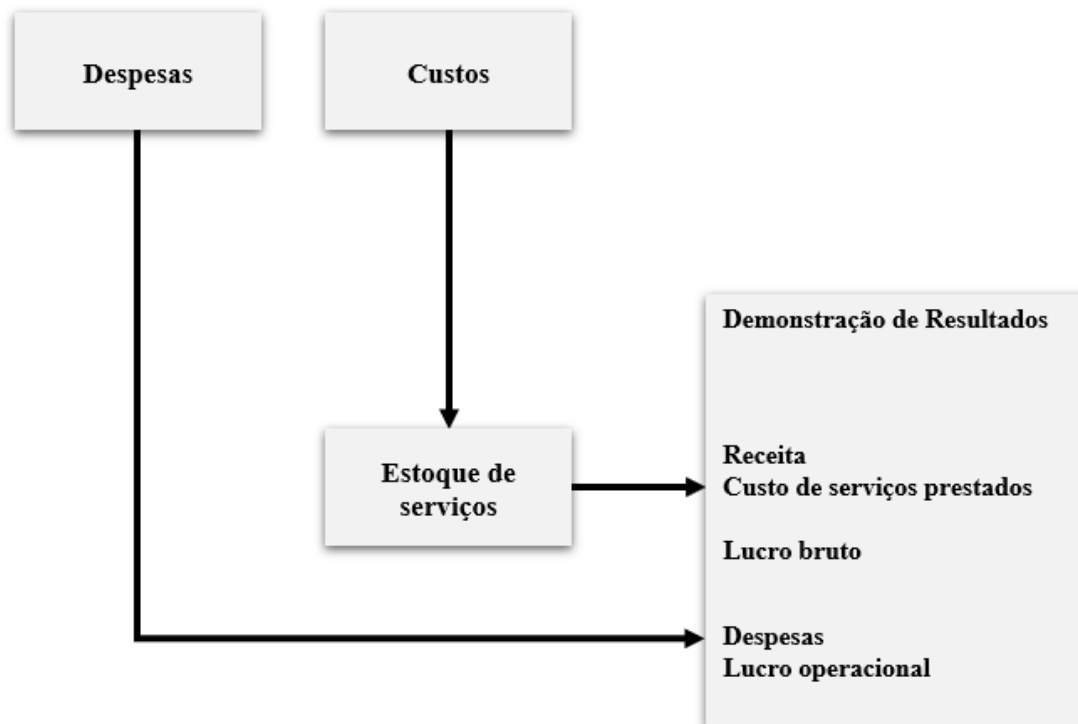
Segundo Megliorini (2012), os métodos tradicionais visam principalmente a apuração dos custos dos produtos, avaliando estes como os reais motivadores de custos. Os custeios dessa categoria são melhores aplicados quando a maioria do consumo de produção advém de custos diretos, como mão de obra e matérias-primas, considerados métodos baseados em volume. Neste trabalho, serão apresentados os custeios tradicionais: por absorção, variável e de seções homogêneas.

#### 2.4.1.1 Custeio por absorção

Esse método tem como princípio a apropriação tanto dos custos fixos quanto variáveis ao produto, seja ele bem ou serviço. Para tanto, deve-se separar os gastos nas categorias custos, despesas e investimentos. A última categoria será atribuída como ativos da empresa, não sendo “absorvida” pelo produto. Ademais, as despesas também não são atribuídas aos custos do produto (MEGLIORINI, 2012).

De posse de todos os custos de produção, realiza-se a separação desses em diretos e indiretos. O primeiro tipo de custo, como matéria-prima e mão de obra direta, é apropriado ao produto por meio da relação proporcional do consumo. Já os indiretos devem ser rateados nos diferentes produtos, para tentar alocar proporcionalmente a utilização de cada custo no desenvolvimento de um produto. (MEGLIORINI, 2012). A Figura 2.1 representa um modelo adaptado de Martins *et al.* (2018) da lógica do custeio por absorção:

Figura 2.1: Lógica de Funcionamento do Custeio por Absorção em Empresas Prestadoras de Serviço



Fonte: Martins *et al.* (2018).

#### 2.4.1.2 Custeio variável

Uma das críticas que esse método faz em relação ao custeio por absorção é a apropriação direta dos custos fixos ao produto. Em diferentes períodos de produção, uma empresa pode produzir uma quantidade variada de itens, sendo um problema a alocação de custos fixos por conta da irregularidade dos valores. Para corrigir essa situação, esse método considera como custos do produto apenas os custos variáveis, avaliando os fixos em etapas futuras (MEGLIORINI, 2012).

O autor também relata que essa diferença de tratamento de custos em relação ao custeio por absorção permite uma visão mais estratégica da produção, uma vez que é possível visualizar a margem de contribuição dos produtos, isto é, a diferença entre preço de venda e custos e despesas variáveis. Com isso, torna-se possível analisar quais produtos são mais rentáveis para a empresa e, conseqüentemente, tomar decisões quanto quais produto são interessantes para o negócio.

### 2.4.1.3 Seções homogêneas (RKW)

Em relação aos métodos tradicionais, esse tipo de custeio busca uma alocação mais precisa tanto dos custos quanto das despesas. Segundo Martins *et al.* (2018), o método faz o rateio dos custos indiretos e despesas aos diferentes departamentos e atividades das empresas para, posteriormente, atribuí-los aos produtos. Com isso, caso o rateio fosse feito perfeitamente, seriam descobertos os gastos integrais dos processos de produção.

Bornia (2019) estabelece a divisão desses custos pelos diferentes centros de custos da empresa, como o setor administrativo e financeiro. A partir disso, ele vincula unidades de trabalhos aos centros de custos, que retratam a relação de consumo dos recursos da empresa no momento de produção dos produtos. Isso posto, cria-se uma forma de vincular os custos indiretos aos setores da empresa e estes são refletidos proporcionalmente no custo do produto.

## 2.4.2 Métodos de custeio avançados

Essa categoria de custeio, também conhecida como métodos contemporâneos, se popularizou à medida que os sistemas de produção se tornaram mais robustos (MARTINS *et al.*, 2018). Nesse contexto, a adoção de novas tecnologias e aumento de complexidade da estrutura organizacional e de produção, com variedades de produtos e modelos, resultou no aumento dos custos indiretos nos processos produtivos (MEGLIORINI, 2012). Exemplificando a situação, o custo de mão de obra direta em sistemas de produção automatizados totaliza 5% dos custos. Já em sistemas tradicionais poderia totalizar de 20% a 40%, apresentando uma drástica redução (MAHER, 2001).

Portanto, tornou-se essencial a melhoria de precisão no cálculo dos custos indiretos, reduzindo a discrepância com a realidade (BORNIA, 2019). Isto posto, nesta seção será apresentado o custeio baseado em atividades (ABC), método mais difundido dessa categoria.

### 2.4.2.1 Custeio baseado em atividades

O custeio ABC foi desenvolvido para mitigar o problema da arbitrariedade de rateio de custos indiretos de outros métodos de custeio e melhorar a precisão da alocação dos custos (MEGLIORINI, 2012). Similarmente ao método de Seções Homogêneas, o custeio baseado em atividades (*Activity Based Costing*) visa estabelecer relações entre produtos e a atividades. Todavia, o método ABC utiliza o rastreamento de custos e visa outros princípios de custeio, voltados para a melhoria do gerenciamento da empresa. Dessa forma, mesmo que os cálculos sejam parecidos, as informações trabalhadas diferem (BORNIA, 2019).

A necessidade de vincular os custos às atividades antes dos produtos se deve ao fato das estruturas organizacionais terem sido alteradas pelo gerenciamento moderno. Os métodos de custeio tradicionais eram melhores aplicados quando as organizações tinham produções menos complexas e o rateio dos custos indiretos não tinha um impacto significativo nos custos finais dos produtos. Isso ocorria porque os custos diretos, como a mão de obra direta, tinham um impacto

maior no valor do produto. À medida que os custos indiretos se tornaram mais relevantes para o gerenciamento da produção, foi necessário adotar um modelo menos subjetivo para alocação de gastos (BORNIA, 2019). Esse conceito pode ser observado na Figura 2.2:

Figura 2.2: Lógica de Funcionamento do Custeio ABC



Fonte: Adaptado de Bornia (2019).

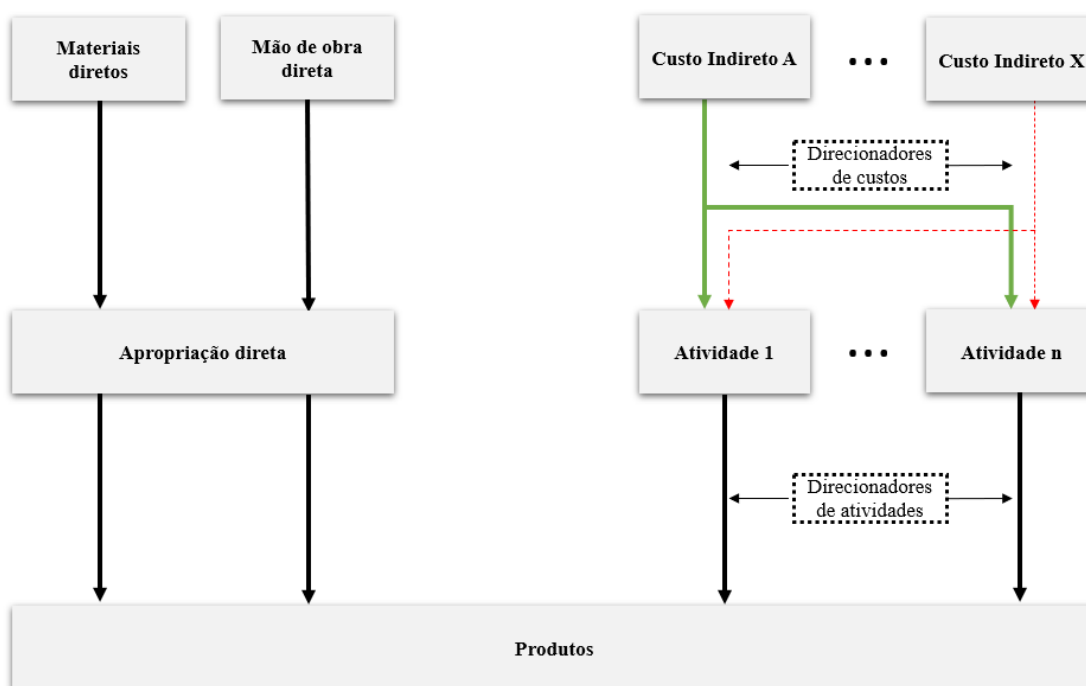
De acordo com Bornia (2019), Megliorini (2012) e Martins *et al.* (2018), os elementos a seguir são os principais componentes do método:

1. Mapeamento das atividades: Bornia (2019) define essa etapa como a modelagem da organização em atividades que, quando agrupadas em uma sequência lógica, formam processos. Dessa forma, há o desdobramento de um processo, como a fabricação de um produto, em diversas etapas menores para se alcançar esse objetivo. Segundo Megliorini (2012), esta etapa pode ser realizada por meio de entrevistas, aplicação de questionários e observação direta.
2. Distribuição dos custos às atividades: são alocados os custos diretos e indiretos à cada atividade. O desafio dessa etapa se encontra no rastreamento dos custos indiretos consumidos, como o salário de um funcionário que realiza diversas atividades. Neste caso, deve-se calcular o percentual do tempo destinado à realização de cada tarefa (BORNIA, 2019). Para esta etapa, Megliorini (2012) e Martins *et al.* (2018) propõe a seguinte ordem de alocação de custos:
  - (a) Apropriação dos custos diretos (de fácil identificação com determinada atividade).
  - (b) Rastreamento dos custos indiretos por meio de direcionadores de custos, estes que representam como o custo e a atividade estão relacionados, isto é, são os fatores causadores de custos. Os direcionadores podem ter diversos fatores, como a quantidade total de repetições ou o tempo, sendo que a definição do tipo para determinada atividade dependerá de uma análise de como ela é realizada. Exemplos de direcionadores de custos são a área ocupada de um departamento (aluguel) e o tempo da mão de obra (salário).
  - (c) Rateio dos custos restantes, por meio de critérios adequados definidos pelo pesquisador.

3. Distribuição dos custos das atividades indiretas às atividades diretas: para facilitar a atribuição de determinadas atividades, como administrativas, relacionam-se os custos primeiramente a outras atividades operacionais do que diretamente ao produto (BORNIA, 2019).
4. Distribuição dos custos aos produtos: após alocação dos custos às atividades diretas e indiretas, tanto por apropriação dos custos diretos quanto por meio dos direcionadores de custos, distribuem-se os custos aos produtos por meio das atividades mapeadas em seu processo (BORNIA, 2019). De acordo com Megliorini (2012), utiliza-se o conceito de direcionadores de atividades para identificar e quantificar como os objetos de custeio consomem as atividades mapeadas.

A Figura 2.3 ilustra a lógica das etapas de distribuição de custos no custeio ABC:

Figura 2.3: Distribuição de Custos no Custeio ABC



Fonte: Megliorini (2012).

Atrelado ao princípio de que existem atividades que não estão necessariamente dentro da lógica de produção, deve-se compreender os diferentes tipos de processos organizacionais. No âmbito de modelagem de processos, Campos (2014) faz a classificação via função dentro da empresa. Dessa forma, existem três tipos de processos, conforme o autor:

- Primário: também conhecido pelo termo finalístico, é aquele que entrega valor para o cliente externo, estando diretamente ligado a produção da empresa;
- Suporte: se conectam diretamente com os processos primários, fornecendo insumos para que a primeira categoria funcione adequadamente; também pode ser denominado de processo de apoio;

- Gerencial: operam na esfera estratégica da empresa, contribuindo para o desenvolvimento dos outros dois processos de forma alinhada com os objetivos da organização.

Esses processos podem estar relacionados com três níveis de planejamento, cada um relacionado com a organização de forma específica. Primeiramente, há o planejamento estratégico, que visa analisar oportunidades e ameaças de mercado, possuindo uma visão a longo prazo da situação e da empresa na totalidade. A segunda categoria é a tática, que possui um escopo menor em relação ao estratégico, se limitando a setores da empresa e a um período médio. O seu objetivo é a tradução dos objetivos traçados nos níveis hierárquicos mais altos da empresa para a operação, buscando manter a empresa alinhada em seus diferentes graus. Por fim, existe o planejamento operacional, referente à organização das atividades diárias, sendo o nível hierárquico que busca detalhar o que e como fazer quanto às demandas (CHIAVENATO, 2000).

## 2.5 COMPARAÇÃO ENTRE MÉTODOS DE CUSTEIO

Abbas, Gonçalves e Leoncine (2012) levantaram os resultados da aplicação de tais métodos no cenário nacional. A análise ocorreu por meio da revisão de trabalhos acadêmicos publicados no Congresso Brasileiro de Custos, no período de 2005 a 2010. Cada tipo de custeio confere ao aplicador determinadas informações, sendo função deste a escolha do método mais apropriado para as suas necessidades. Dessa forma, qual o melhor método de custeio é relativo à realidade de aplicação, sendo possível inclusive a aplicação conjunta deles. O Quadro 2.2 sumariza os métodos expostos anteriormente e os resultados de suas aplicações:

Quadro 2.2: Resultados da Aplicação dos Métodos de Custeio

<b>Métodos de Custeio</b>	<b>Resultados</b>
Absorção	- Identificação dos gastos e proposta de estrutura de centro de custos; - Valor de custos de recursos e departamentos; - Controle de gastos e identificação de possíveis desperdícios.
Variável	- Cálculo da rentabilidade dos produtos e de suas respectivas margens de contribuição; - Identificação do ponto de equilíbrio da operação; - Composição de custos inerentes dos produtos; - Simulação de cenários de produção a partir da margem de contribuição, alterando a capacidade de produção e total de vendas.
RKW	- Composição dos custos dos produtos; - Atribuição de responsabilidades e custos aos diferentes centros de custos; - Maximização da utilização da capacidade de produção.
ABC	- Rastreamento e controle dos processos e recursos envolvidos; - Fornecimento de informações acerca do desempenho de atividades; - Apuração dos custos dos objetos de custeio e de suas atividades; - Levantamento do custo mensal das atividades; - Análise da rentabilidade dos produtos.

Fonte: Adaptado de Abbas, Gonçalves e Leoncine (2012).

Como explicado anteriormente, a aplicação dos métodos deve ser realizada conforme a realidade da organização. Cada empresa apresenta diferentes necessidades de informação, assim como um funcionamento operacional único. Portanto, a aplicação de certos métodos pode ser mais vantajosa ou desvantajosa em determinados contextos (MARTINS *et al.*, 2018). O Quadro 2.3, adaptado de Abbas, Gonçalves e Leoncine (2012), sumariza as principais vantagens e desvantagens encontradas na literatura:

Quadro 2.3: Vantagens e Desvantagens dos Métodos de Custeio

<b>Método de Custeio</b>	<b>Aplicações</b>	<b>Resultados</b>
Absorção	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Método aceito pela legislação para demonstração de resultados;</li> <li>- Inclui no cálculo tanto os custos diretos quanto indiretos;</li> <li>- Implementação mais simples.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Rateio de custos por critérios arbitrários;</li> <li>- Custo unitário variável conforme volume de produção;</li> <li>- Baixo valor de aplicação para fins gerenciais;</li> <li>- Custos fixos ocorrem mesmo sem produção, podendo ocorrer perda de informação caso alocados nos produtos.</li> </ul>
Variável	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Custos fixos não são alocados aos produtos, tornando-se independentes da quantidade produzida;</li> <li>- Eliminação do rateio e da consequente subjetividade do método;</li> <li>- Identificação da rentabilidade de cada tipo de produto;</li> <li>- Permite o cálculo do ponto de equilíbrio;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Método não aceito pela legislação como demonstração de resultados;</li> <li>- Possível dificuldade para distinção de custos fixos e variáveis (existência de custos semifixos);</li> <li>- Distorção de resultados em caso de aumento da proporção dos custos fixos.</li> </ul>
RKW	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Levantamento e inclusão de todos os custos incorridos;</li> <li>- Visão geral das informações da empresa;</li> <li>- Desenvolve uma base justificada para o estabelecimento de preços.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Não há distinção de custos fixos e variáveis;</li> <li>- Rateio de custos indiretos por critérios arbitrários;</li> <li>- Implementação complexa;</li> <li>- Método não aceito pela legislação como demonstração de resultados.</li> </ul>
ABC	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Alto valor de aplicação para fins gerenciais;</li> <li>- Rastreamento dos custos indiretos e redução da subjetividade do rateio;</li> <li>- Gestão de processos e atividades da empresa;</li> <li>- Apuração dos custos de serviços;</li> <li>- Facilita a análise para melhoria dos processos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Implementação demorada e complexa, com dificuldade para adaptações;</li> <li>- Utiliza de dados subjetivos para definição das atividades;</li> <li>- Foco em processos específicos e redução da visão holística do negócio;</li> <li>- Método não aceito pela legislação como demonstração de resultados.</li> </ul>

Fonte: Adaptado de Abbas, Gonçalves e Leoncine (2012).

## 2.6 ESCOLHA DO MÉTODO DE CUSTEIO

Considerando as vantagens e desvantagens de cada método, assim como os resultados alcançados, deve-se escolher o método de custeio que mais se ajusta à realidade da unidade de estudo. Tendo em vista a natureza de prestador de serviços do Laboratório Aberto de Brasília, complexidade da organização, volume de custos indiretos e a necessidade de informações para o gerenciamento, o método de custeio ABC é o mais indicado para a situação. Complementarmente, a utilização do método contribuirá para a compreensão dos processos de produção e o custo de suas atividades, possibilitando futuras melhorias.

Para o devido embasamento desse método e da pesquisa, esta seção tem por objetivo a exposição de aplicações do custeio ABC e processos produtivos utilizados no Laboratório.

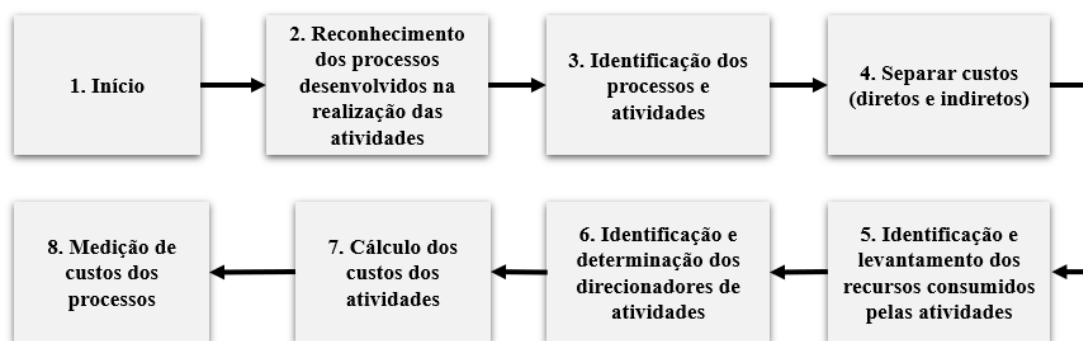
### 2.6.1 Custeio ABC aplicado em pequenas empresas de serviços

Generalizando para todos os tipos de empresas, Mestre (2011) afirma que o custeio ABC é aplicado para o conhecimento dos processos internos e suas respectivas atividades. Com isso, os gestores conseguem identificar a cadeia de valor e otimizá-la, uma vez que se visualiza as atividades que não agregam valor ao serviço.

Para alcançar os resultados esperados do método, Mestre (2011) explica que a aplicação consome muitos recursos da empresa. Dessa forma, a aplicação do custeio ABC em grandes empresas é mais comumente encontrada na literatura, considerando os recursos limitados de pequenas empresas (ROZTOCKI *et al.*, 2004). Para a aplicação do método nesse tipo de organização, deve-se ter uma precisão elevada para se enquadrar na curta tolerância quanto às despesas improdutivas (MESTRE, 2011).

De modo geral, não há forma única para se aplicar o custeio ABC. A depender da realidade da unidade de estudo, autores adaptam as etapas do método. Mestre (2011) desenvolveu uma proposta de aplicação com base em empresas de pequeno porte do ramo de serviços. A Figura 2.4 mostra um esquema das etapas de aplicação:

Figura 2.4: Proposta de Aplicação do Custeio ABC



Fonte: (MESTRE, 2011).



Percebe-se que os principais elementos propostos por Borna (2019), Megliorini (2012) e Martins *et al.* (2018) foram desdobrados em mais etapas. De acordo com Mestre (2011), para a aplicação do método, primeiramente deve-se definir a finalidade do projeto e seus objetivos junto dos *stakeholders*. É de extrema importância a experiência em gestão de projetos para a devida elaboração de um trabalho executável. Em seguida, mapeiam-se as atividades para conhecer de forma sistêmica a estrutura de consumo dos recursos. A partir do mapeamento, são reconhecidos os processos e atividades, assim como os equipamentos e detalhes da operação (MESTRE, 2011).

Com a estrutura do local de aplicação definido, deve-se separar os recursos consumidos em diretos ou indiretos e levantar os dados de consumo de cada atividade. Com essas informações, deve-se identificar os direcionadores de custos e recursos, compreendendo a relação entre recursos e atividades. Por fim, calcula-se todos os custos das atividades e, posteriormente, aloca aos processos (MESTRE, 2011).

Em conjunto com a proposta de Mestre (2011), serão agregados procedimentos aplicados por Sallbring e Levin (2011) e Marques (2019) para o desenvolvimento da pesquisa. Os respectivos trabalhos aplicaram o método de custeio ABC em empresas prestadoras de serviços, sendo que o último foi desenvolvido em uma fase anterior do Laboratório Aberto de Brasília. No entanto, a pesquisa de Marques (2019) foi executada em outro contexto do Laboratório, havendo necessidade de analisar a nova estrutura de custos. As condições deste estudo serão apresentadas no próximo tópico.

## 2.6.2 Trabalhos anteriores no LAB

O estudo de caso realizado por Marques (2019) no LAB objetivava a aplicação do custeio ABC para identificação dos custos do serviço, com limitação do escopo da pesquisa aos custos relacionados com manufatura aditiva. Na realidade do trabalho de Marques (2019), a unidade apresentava grandes diferenças da atual, com capacidade de produção consideravelmente menor, outra estrutura organizacional e diferentes abordagens na execução de serviços. Para a aplicação do método, foram utilizadas as seguintes etapas:

1. Identificação dos processos primários e atividades de apoio: levantamento de dados por meio de documentos como o Macroprocesso do LAB e a *Blueprint*;
2. Descrição dos processos e atividades de apoio;
3. Definição dos recursos e seus respectivos direcionadores: identificação dos recursos utilizados nas atividades e como eles são consumidos;
  - (a) Elaboração da Matriz RACI: matriz de responsabilidades com a relação da participação dos diferentes cargos organizacionais em cada atividade;
  - (b) Atribuição de tempos de participação dos cargos em cada atividade. Com isso, foi possibilitado o rastreamento do custo de mão de obra;
  - (c) Rateio dos outros consumíveis conforme a taxa de reposição semestral dos recursos.

4. Alocação das atividades de apoio nos processos principais: etapa intermediária para possibilitar a transição dos custos para os processos;
5. Identificação das atividades que fazem parte do fluxo dos processos principais: mapeamento de processos e descrição das atividades com seus respectivos direcionadores de custos;
6. Cálculo da taxa de consumo por unidade dos direcionadores de custos;
7. Apropriação dos custos das atividades ao processo: determinação dos custos de cada serviço do LAB.

A Tabela 2.1 mostra o resultado da metodologia descrita, obtendo os custos para cada processo estudado. É importante ressaltar que na realidade da pesquisa, a empresa não necessitou desembolsar despesas de aluguel e energia elétrica, devido ao LAB estar instalado dentro da Universidade de Brasília.

Tabela 2.1: Composição dos Custos do LAB

ATIVIDADES	Processos				Custo/OS	Percentual do custo
	PP02	PP03	PP04	PP05		
	Execução de serviço modelagem	Execução de serviço impressão (FDM)	Execução de serviço impressão (PolyJet)	Execução de serviço maker		
TEMPO (h)	9,42	0,83	2,82	2,84		
MOD	R\$ 25,64	R\$ 4,82	R\$ 14,08	R\$ 10,84	R\$ 55,38	26%
Energia elétrica	R\$ 0,80	R\$ 0,14	R\$ 1,64	R\$ -	R\$ 2,57	1%
Depreciação	R\$ -	R\$ 5,25	R\$ -	R\$ 5,25	R\$ 10,50	5%
Material consumo FDM	R\$ -	R\$ 2,74	R\$ -	R\$ 2,74	R\$ 5,47	3%
Aluguel	R\$ 23,10	R\$ 17,41	R\$ 17,41	R\$ 17,41	R\$ 75,33	36%
AA02	R\$ 0,58	R\$ 0,58	R\$ 0,58	R\$ 0,58	R\$ 2,32	1%
AA03	R\$ -	R\$ 0,39	R\$ 0,39	R\$ 0,39	R\$ 1,17	1%
AA04	R\$ -	R\$ 0,78	R\$ 0,78	R\$ -	R\$ 1,56	1%
AA08	R\$ 0,13	R\$ 0,13	R\$ 0,13	R\$ 0,13	R\$ 0,51	0%
AA09	R\$ 0,50	R\$ 0,50	R\$ 0,50	R\$ 0,50	R\$ 1,98	1%
AA10	R\$ 0,95	R\$ 0,95	R\$ 0,95	R\$ 0,95	R\$ 3,81	2%
Matéria prima	R\$ -	R\$ 9,00	R\$ 37,80	R\$ -	R\$ 46,80	22%
Energia elétrica	R\$ -	R\$ 1,44	R\$ 2,55	R\$ -	R\$ 3,99	2%
<b>Custos/Ordem de serviço</b>	<b>R\$ 51,69</b>	<b>R\$ 44,12</b>	<b>R\$ 76,81</b>	<b>R\$ 38,78</b>	<b>R\$ 211,40</b>	<b>100%</b>
Nº de Ordens de Serviço	30	30	30	30	R\$ 6.342,09	
<b>Custo total</b>	<b>R\$ 1.550,78</b>	<b>R\$ 1.323,48</b>	<b>R\$ 2.304,34</b>	<b>R\$ 1.163,49</b>	<b>R\$ 6.342,09</b>	

Fonte: (MARQUES, 2019).

### 2.6.3 Manufatura aditiva e a tecnologia FDM

O principal tipo de serviço prestado pelo LAB envolve a manufatura aditiva (*Additive Manufacturing* – AM) via tecnologia de modelagem de deposição fundida (*Fused Deposition Modeling* – FDM). Segundo Gibson, Rosen e Stucker (2015), manufatura aditiva, popularmente conhecida como impressão 3D, pode ser definida como a formalização do processo de prototipação rápida. Essa tecnologia possibilita a criação de objetos a partir de modelos 3D, facilitando e acelerando o desenvolvimento de protótipos. De forma geral, a manufatura aditiva constrói objetos por meio

da adição de camadas de material, definidos pelo arquivo gerado em sistemas de projeto tridimensional auxiliado por computador (CAD).

O método FDM realiza a impressão do objeto pela extrusão de um polímero aquecido por meio de um bico extrusor. O material é levado para essa câmara aquecida por meio do movimento de engrenagens, que geram a pressão para realizar a extrusão. Em seguida, o material é depositado conforme a definição do computador, em uma plataforma ajustável. Como resultado, obtém-se um objeto físico que pode ser utilizado para diversos fins (GIBSON; ROSEN; STUCKER, 2015).

Segundo Baumers *et al.* (2016), existem muitos tipos de processos de manufatura aditiva, variando o tipo de técnica de deposição de camadas e o material, além de diversos outros pontos. Esses processos, mesmo que tendo várias diferenças, apresentam de forma geral as seguintes características:

Quadro 2.4: Vantagens, Limitações, Oportunidade e Restrições da AM

Tipo	Características
Vantagem	- Eficiência na manufatura de peças com geometrias complexas; - Possibilidade de produção de poucas peças.
Oportunidades de Mercado	- Prototipação rápida de produtos funcionais e complexos; - Alta personalização de peças.
Limitações	- Processo de produção devagar; - Baixa precisão comparada à processos tradicionais; - Dificuldade em repetibilidade da uniformidade de peças; - Eficiência de custos unitários.
Restrições de Mercado	- Custo extra pela utilização de materiais não convencionais; - Aumento de custos indiretos relacionados com o tempo; - Encarecimento do pós-processamento das peças; - Limitações econômicas para a produção de média/larga escala.

Fonte: Adaptado de Baumers *et al.* (2016).

#### 2.6.4 Outros processos

O LAB realiza outros tipos de serviços relacionados com prototipação. Esses processos serão brevemente explicados para contextualização da pesquisa. Todavia, é importante ressaltar que a aplicação do custeio ABC não depende do conhecimento detalhado das tecnologias e técnicas.

- **Stereolithography Apparatus (SLA):** é um tipo de manufatura aditiva que utiliza de feixes de laser automatizados para solidificar o polímero em forma de resina líquida. Como consequência dessa tecnologia, obtém-se alta precisão na impressão das peças (JACOBS, 1995).

- **Corte a Laser:** tecnologia para corte de objetos por meio do aquecimento rápido e focalizado do material. Esse processo ocorre por meio de um feixe eletromagnético de alta intensidade que usina o material por meio da liberação de fótons, resultado da excitação das ligações de CO<sub>2</sub> (POWELL, 1998).
- **Modelagem 3D:** é o processo desenvolvimento de protótipos mecânicos por meio de sistemas de modelagem CAD, permitindo um design ágil e elevado detalhamento de peças. A elaboração das peças nesses *softwares* fornece as características da geometria, assim como do comportamento estático, térmico, dinâmico e elétrico. Dessa forma, é possível compreender o design e funcionalidade do objeto. Ademais, a manufatura aditiva utiliza como input o objeto desenvolvido nesse processo (GIBSON; ROSEN; STUCKER, 2015).
- **Escaneamento:** técnica para obtenção de imagens 3D via triangulação de imagens de um objeto. O método utilizado é definido como escaneamento por luz estruturada e tem como princípio a coleta de imagens de diferentes partes da superfície do objeto que, posteriormente, constituirão um modelo 3D integral (BERALDIN, 2004). O escaneamento é utilizado no Laboratório como insumo para a modelagem 3D e manufatura aditiva.

## 2.7 CONSIDERAÇÕES DA REVISÃO DE LITERATURA

Com o levantamento bibliográfico, foi possível obter conhecimento acerca dos conceitos, técnicas e instrumentos necessários para o desenvolvimento da pesquisa. A partir da revisão dos tipos de custos existentes, definiu-se qual é o método mais adequado para a aplicação no estudo de caso. Dessa forma, a seção de Metodologia caracterizará a pesquisa e especificará como será realizado o emprego do custo baseado em atividades.

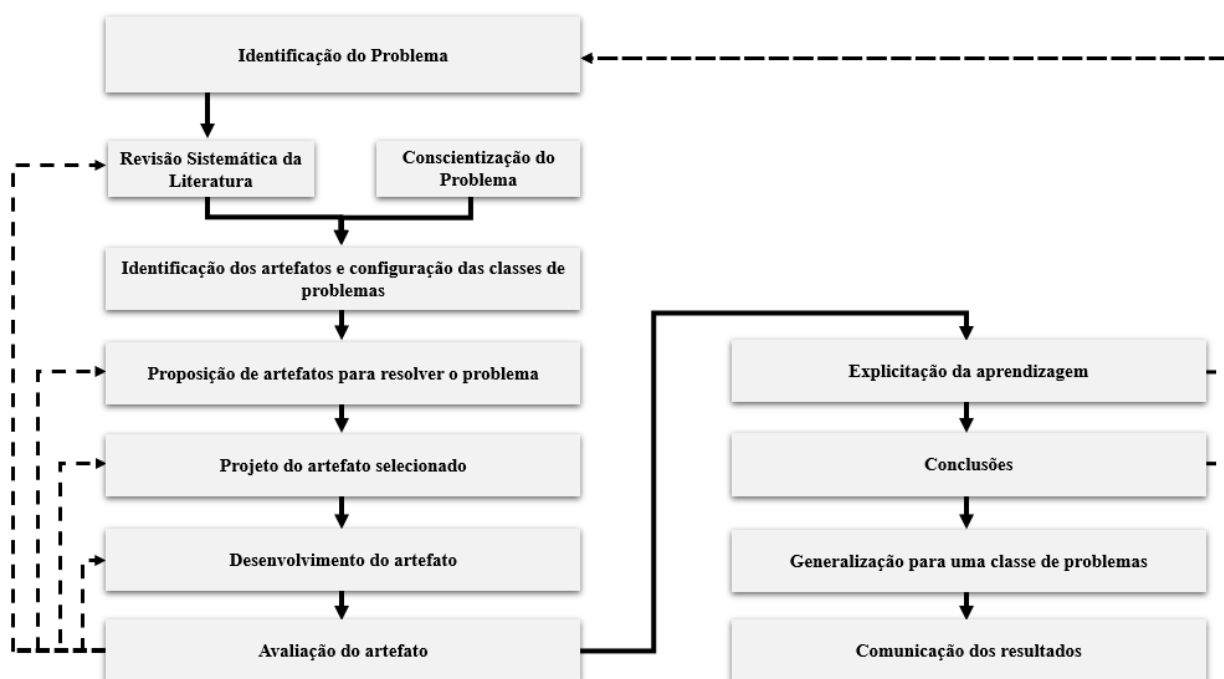
A revisão da literatura também contribuiu para a compreensão das principais tecnologias que englobam os serviços prestados pela empresa estudada. Essas informações embasaram a caracterização do Laboratório no capítulo de desenvolvimento do estudo de caso. Ademais, a revisão da aplicação anterior do custo ABC no LAB permitirá uma comparação entre os resultados obtidos nas duas fases da organização.

### 3 METODOLOGIA

Entende-se metodologia como a estrutura lógica utilizada pelo pesquisador para organizar a pesquisa. Ela deve ser empregada corretamente com o intuito dos objetivos da pesquisa serem alcançados. A sua definição acarreta decisão dos procedimentos a serem seguidos, dos instrumentos utilizados e como ocorrerá a coleta de dados (BLOISE, 2020).

Segundo, Dresch, Lacerda e Júnior (2015), o *Design Science Research* é um método de pesquisa que visa a prescrição de soluções para situações factuais, sendo muito utilizada na ampliação de conhecimentos na área de gestão. A ciência que embasa o método, o *Design Science*, tem como propósito a criação ou otimização de sistemas para a aplicação em problemas reais. Os autores sugerem a composição do método com as seguintes etapas e suas respectivas características, elucidadas na Figura 3.1:

Figura 3.1: Etapas do *Design Science Research*



Fonte: (DRESCH; LACERDA; JÚNIOR, 2015).

Na Figura 3.1, as setas contínuas e pontilhadas representam, respectivamente, a sequência lógica das etapas e os possíveis *loops* de *feedbacks* no desenvolvimento da pesquisa. Como primeira etapa, deve-se **identificar o problema** a ser estudado. Essa atividade tem como motivação a resolução de uma situação adversa, que necessita de uma justificativa plausível e de objetivos claros para a realização da pesquisa.

Após a definição do problema, deve-se **conscientizar acerca do problema**, isto é, obter as informações necessárias para entender o contexto, os possíveis artefatos para aplicar ao problema e seus requisitos para a solução satisfatória. Como definição, artefatos são modelos, métodos ou outros tipos de sistemas artificiais desenvolvidos pelo ser humano (DRESCH; LACERDA; JÚNIOR, 2015). No caso desta pesquisa, o artefato será um modelo de aplicação do custeio ABC.

Paralelamente à conscientização do problema e os possíveis artefatos a serem utilizados, o pesquisador deve fazer uma **revisão sistemática da literatura**. Dessa forma, compreendem-se as lacunas teóricas da área e qual a relevância do estudo a ser realizado. Com o levantamento bibliográfico e sua revisão, o autor obtém os conceitos, instrumentos e métodos que servirão como base para a elaboração do artefato. A partir destes conhecimentos, estabelece-se as fronteiras do estudo, isto é, quais serão os objetivos da pesquisa (DRESCH; LACERDA; JÚNIOR, 2015). No presente trabalho, o mapeamento da literatura se ateve na área de conhecimento da contabilidade e tecnologias utilizadas pelo LAB, focando nos métodos de custeio encontrados na literatura.

Com os métodos encontrados na etapa anterior, no caso deste trabalho, os métodos de custeio, **identificam-se os artefatos e configuração das classes de problemas**. O primeiro tópico diz respeito a escolha do artefato mais indicado para a resolução do problema. Caso não se encontre na literatura, pode-se construir um artefato para a pesquisa. O segundo tópico é referente a encontrar problemas similares na literatura, isto é, uma situação generalizada com sua respectiva prescrição (DRESCH; LACERDA; JÚNIOR, 2015). Para esta pesquisa, a classe de problema é o cálculo de custos em um sistema complexo e o artefato utilizado será o custeio ABC.

A seguir, são elaboradas **propostas de artefatos** e, conseqüentemente, **um projeto final** para utilizar no contexto. O projeto contém as principais características do modelo, limites e componentes de aplicação. A consolidação desse método com todos os detalhes e prontamente aplicável é conhecido como **desenvolvimento do artefato** (DRESCH; LACERDA; JÚNIOR, 2015). Considerando que não foram encontrados artefatos prontamente aplicáveis à situação de estudo, deverá ser desenvolvido um modelo adaptado do custeio ABC para resolução do problema.

Após o seu planejamento, deve-se **avaliar** o artefato. Além da visualização do seu comportamento quando aplicado, são utilizadas ferramentas para analisar se os requisitos da etapa de conscientização estão sendo satisfeitos. Ademais, além da avaliação do artefato, testam-se as limitações e condições de aplicação. Caso não sejam necessárias adaptações no modelo, pode-se aplicar o artefato (DRESCH; LACERDA; JÚNIOR, 2015).

Finalizando a análise dos resultados obtidos, deve-se discorrer acerca das dificuldades e avanços encontrados no decorrer da pesquisa. Esta etapa é conhecida como **explicitação de aprendizagem**. Após este passo, formalizam-se os resultados da pesquisa e possíveis trabalhos futuros na **conclusão**. Por fim, como mecanismo de avanço da ciência, enquadra-se o artefato desenvolvido em **uma classe de problemas generalizada** e publica-se a pesquisa para a **comunicação dos resultados**. As últimas duas etapas visam a divulgação dos conhecimentos e a repetibilidade do método por outros pesquisadores (DRESCH; LACERDA; JÚNIOR, 2015).

Tendo em vista a organização clara da pesquisa, o Quadro 3.1 tem por objetivo o relacionamento das etapas da metodologia de pesquisa com as partes do projeto. Em seguida, será explicado o artefato utilizado no estudo, aglutinando as etapas de proposta, projeto final e desenvolvimento de artefato. Considerando que não foram encontrados artefatos prontamente aplicáveis à situação de estudo, deverá ser desenvolvido um modelo adaptado do custeio ABC para resolução do problema. Neste caso, o modelo proposto por Mestre (2011) será complementado por outras ferramentas aplicados por Sallbring e Levin (2011) e Marques (2019).

Os resultados de cada etapa foram sumarizados no Quadro 3.1. Ademais, também foram explicitados os locais na dissertação que englobam cada etapa.

Quadro 3.1: Alocação no Projeto e Resultados das Etapas do *Design Science Research*

<b>Etapa</b>	<b>Alocação na monografia</b>	<b>Resultados</b>
Identificação do problema Conscientização do problema	Introdução Revisão da Literatura	Formalização do problema da pesquisa Descrição das faces do problema, ambiente a ser aplicado e requisitos do artefato
Revisão sistemática da literatura	Revisão da Literatura	Fornecimento de subsídios para a condução da pesquisa
Identificação dos artefatos e configuração das classes de problemas	Revisão da Literatura	Síntese de métodos e classes de problemas relacionados com a pesquisa
Proposição de artefatos para resolver o problema	Metodologia	Formalização das propostas de artefatos
Projeto do artefato selecionado	Metodologia	Desdobramento de requisitos do artefato e dos instrumentos para desenvolvimento e avaliação
Desenvolvimento do artefato	Metodologia	Artefato funcional
Avaliação do artefato	Desenvolvimento e Análise dos resultados	Artefato avaliado
Explicitação das aprendizagens	Conclusão	Descrição das dificuldades e evoluções obtidos
Conclusões	Conclusão	Resultados da pesquisa
Generalização para uma classe de problemas	Conclusão	Generalização do artefato para aplicação em outros contextos
Comunicação dos resultados	-	Publicação da pesquisa

Fonte: Autoria Própria.

As técnicas de análise e coletas de dados para a construção dessa pesquisa podem ser divididas em duas categorias: as utilizadas na revisão da literatura, para embasar a pesquisa, e as inseridas nas etapas do artefato, como ferramentas para possibilitar a aplicação do custeio ABC. A primeira categoria utiliza da coleta de dados via referências bibliográficas obtidas por meio de: livros acadêmicos, artigos científicos encontrados na plataforma Periódicos da CAPES e teses de graduação e pós-graduação. Em relação à coleta de dados no artefato, serão utilizadas técnicas documentais, via análise de documentos da organização, entrevistas e observações diretas. As características de cada técnica serão apresentadas em seus respectivos tópicos de aplicação.

### 3.1 DESENVOLVIMENTO DO ARTEFATO

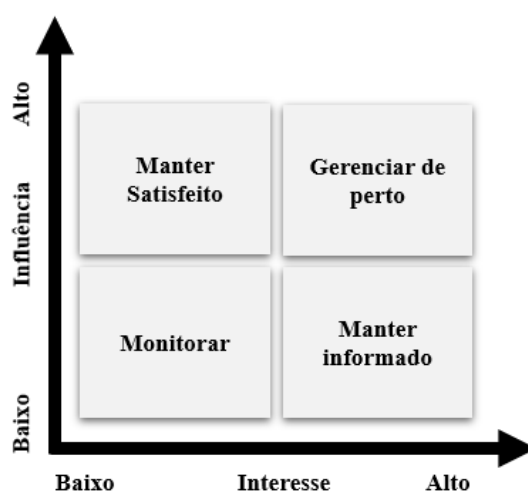
Esta seção descreve o artefato aplicado, englobando a sua estrutura, as técnicas de coletas e análise de dados, justificando a seleção dessas ferramentas. Para o desdobramento do artefato, deve-se explicitar os procedimentos a serem realizados e a forma de avaliá-los, além dos resultados esperados (DRESCH; LACERDA; JÚNIOR, 2015). O artefato foi baseado na estrutura proposta por Mestre (2011), aliado às ferramentas utilizadas por Sallbring e Levin (2011) e Marques (2019).

#### 3.1.1 Início

A primeira fase do método procura o detalhamento da unidade de aplicação do estudo. Para isso, será necessário o conhecimento da estrutura do local e da equipe via observações do cotidiano, etapa indicada por Marques (2019). Complementarmente, Sallbring e Levin (2011) buscam construir uma matriz com o mapeamento dos *stakeholders*.

- **Observação direta:** vivência da rotina do Laboratório e observação da estrutura da organização. Desta forma, busca-se a compreensão dos detalhes da unidade de estudo via observações gerais e de forma não estruturada, buscando manter a liberdade dos membros do LAB (DRESCH; LACERDA; JÚNIOR, 2015). A partir dessa etapa, será elaborado o organograma da empresa.
- **Matriz de mapeamento de Stakeholders:** de acordo com Sallbring e Levin (2011), esta etapa é relevante, pois indica quem são os principais interessados e influenciadores da pesquisa. Essa informação contribui para a organização do projeto e da validação das informações. A Figura 3.2 mostra a estrutura modela da matriz.

Figura 3.2: Exemplo de Matriz de *Stakeholders*



Fonte: Adaptado de Sallbring e Levin (2011).



A partir da realização dessas atividades, obtém-se o conhecimento inicial da unidade de estudo, dados para o embasamento do método. Portanto, a fase de iniciação fornece as informações básicas do projeto.

### 3.1.2 Reconhecimento dos processos desenvolvidos na realização das atividades

Para compreender o consumo de recursos, deve-se identificar os processos desenvolvidos na empresa, estes sendo resultados de grupos de atividades. A **identificação dos processos** é importante para a compreensão de todas as etapas para a execução de um serviço, além de contribuir para a visualização do consumo de recursos. No caso da pesquisa, esses dados serão obtidos por meio de entrevistas com a equipe e observação das atividades. Ademais, será utilizada a matriz de Responsabilidades RACI (responsável, autorizador, consultado e informado), aplicada por Marques (2019) para a identificação da participação de cada pessoa nas atividades. Esse mecanismo, já aplicado anteriormente no LAB, será atualizado para a nova realidade, podendo ser um importante recurso para os gestores da empresa.

- **Entrevistas com a equipe:** De acordo com Gil (2008), uma das vantagens das entrevistas é a flexibilidade quanto às respostas e explicações dadas pelo entrevistado. As entrevistas realizadas nesta etapa podem ser classificadas como por pauta não estruturada, tendo como característica principal uma condução flexível, permitindo ao entrevistado mais liberdade quanto a descrição de suas atividades. Os temas das entrevistas será a função de cada colaborador no LAB e as respectivas atividades desempenhadas de forma detalhada.
- **Observação direta:** acompanhamento do cotidiano dos colaboradores do Laboratório, visando obter informações complementares às entrevistas. A técnica será realizada individualmente e de forma não estruturada, buscando manter a liberdade dos membros do LAB (DRESCH; LACERDA; JÚNIOR, 2015).
- **Técnica documental:** análise de documentos existentes no Laboratório, como mapeamentos de processos e matriz de macroprocessos para compreensão do local de estudo.
- **Matriz de responsabilidades RACI:** conforme o PMI (2017), a matriz visa o entendimento do papel de cada cargo nas diferentes atividades da empresa. Dessa forma, é possível compreender o gasto de recursos humano em cada etapa do processo.
- **Dicionário de Processos:** Adaptado de Mestre (2011), essa ferramenta pode ser utilizada para descrever detalhadamente todos os processos realizadas no Laboratório (Quadro 3.2). Em adição, serão listas as atividades e tarefas, caso existam, de cada processo (Quadro 3.3).

Quadro 3.2: Exemplo de Dicionário de Processos

Processo	Tipo	ID	Descrição
Prestação de Serviço	Primário	PP01	Atividades administrativas que compõe os fluxos de atividades dos processos primários.

Fonte: Autoria própria.

Quadro 3.3: Exemplo de Processos, atividades e tarefas

Processo	Atividades	ID	Tarefas
Prestação de Serviço	Atividade 1	A01	Tarefa A, tarefa B, tarefa C.
	Atividade 2	A02	Tarefa A, tarefa B, tarefa C.

Fonte: Autoria própria.

Figura 3.3: Exemplo de Matriz RACI

Organograma RACI	Pessoa				
	Ann	Ben	Carlos	Dina	Ed
Atividade					
Criar termo de abertura	A	R	I	I	I
Coletar os requisitos	I	A	R	C	C
Enviar solicitação de mudança	I	A	R	R	C
Desenvolver plano de teste	A	C	I	I	R
	R = responsável pela execução		A = responsável pela aprovação		C = aquele que é consultado
					I = aquele que é informado

Fonte: (PMI, 2017).

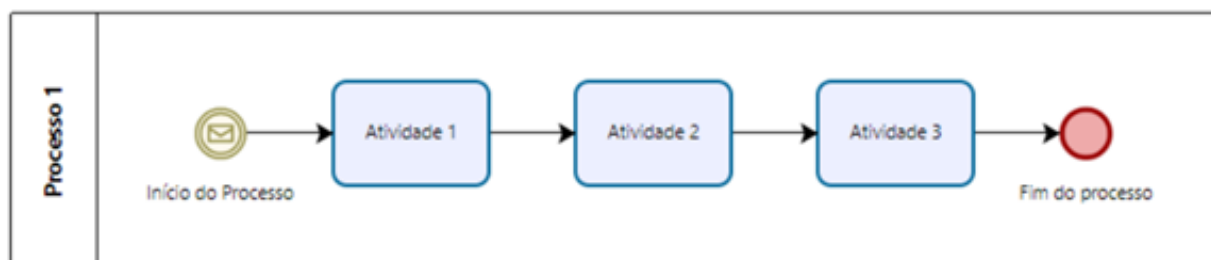
### 3.1.3 Estruturação dos processos e atividades

Para sistematizar a estrutura da empresa, deve-se mapear os processos internos a partir das informações obtidas na etapa anterior. As atividades podem estar dentro do fluxo de realização do processo (primárias) ou serem de suportes, ou gerenciais, como o treinamento dos colaboradores. Dessa forma, serão rastreadas relações entre as atividades de apoio e às atividades realizadas nos processos e, posteriormente, distribuídas.

Com a definição das atividades realizadas em cada processo, é possível atribuir os custos de cada etapa da realização desse fluxo. Para o mapeamento, será utilizada a *Business Process Model and Notation* (BPMN), notação padronizada para facilitar o entendimento dos processos e atividades mapeados.

- **Mapeamento de Processo:** essa ferramenta propõe a visualização da sequência lógica de etapas que compõe um processo com um objetivo específico. Na forma de fluxograma, o mapeamento também identifica o tipo de atividade, responsável, ramificações de tomada de decisão e outras situações presentes na realização do processo. A notação BPMN busca colaborar para o fácil entendimento dos mapeamentos pelas pessoas, com linguagem simples e padronizada (CAMPOS, 2014). A Figura 3.4 exemplifica a estrutura de um fluxograma.

Figura 3.4: Exemplo de Mapeamento de Processos



Fonte: Autoria própria.

### 3.1.4 Separação de custos diretos e indiretos

A partir da organização das atividades, deve-se obter as informações relevantes para a alocação dos custos. Esses dados servirão como base para a aplicação do método e, caso essa fase não seja desenvolvida corretamente, o custeio ABC terá sua precisão consideravelmente reduzida. Dessa forma, são identificados todos os custos das atividades, sendo estes separados entre diretos e indiretos. Pode-se obter essas informações por diversas fontes via técnica documental. Caso insuficiente, informações provenientes das entrevistas e observações nas etapas anteriores podem ser utilizadas. O Quadro 3.4 mostra a estrutura da separação de custos.

Quadro 3.4: Modelo de Separação de Custos

<b>Categoria</b>	<b>Custo</b>	<b>Código</b>	<b>Classificação</b>
Infraestrutura	Aluguel	RI01	Indireto
Infraestrutura	Energia Elétrica	RI02	Indireto

Fonte: Autoria própria.

### 3.1.5 Identificação dos recursos consumidos pelas atividades

Essa etapa visa o levantamento dos recursos consumidos por cada atividade dentro de um processo. Nesta etapa, os custos diretos são alocados nas atividades sem intermediários. Isto, pois a relação de consumo é facilmente visualizada. No caso dos custos indiretos, há a necessidade da utilização **direcionadores de custos**, estes que representam como o custo e a atividade estão relacionados. Dessa forma, é possível fazer o rastreamento dos custos quando alocados às atividades.

Caso não seja possível estabelecer um critério objetivo, os custos indiretos serão distribuídos por rateio. Será utilizado como critérios o volume de produção de cada processo e as atividades de cada departamento da empresa. Os Quadros 3.5 e 3.6 mostram, respectivamente, a relação de recursos e seus direcionadores de custos e a forma de alocação nas atividades.

Quadro 3.5: Modelo de Relação de Direcionadores de Recursos

<b>Código de custo</b>	<b>Modo de consumo</b>	<b>Unidade de medida</b>
RI01	Tempo utilizado para a realização de cada atividade	Horas
RP04, RP05	Quantidade de material consumido na atividade	ml

Fonte: Autoria própria.

Quadro 3.6: Modelo de Alocação de Recursos

<b>Atividade</b>	<b>Recurso 1</b>	<b>Recurso 2</b>	<b>Recurso 3</b>	<b>Recurso 4</b>
Atividade 1	X	X		
Atividade 2		X	X	
Atividade 1	X			X

Fonte: Autoria própria.

### 3.1.6 Identificação dos direcionadores de atividades

De forma similar à etapa anterior, deve-se estabelecer uma relação entre as atividades realizadas e os processos desenvolvidos. Utiliza-se o conceito de **direcionadores de atividades** para identificar e quantificar como os objetos de custeio consomem as atividades mapeadas. Ademais, como citado no mapeamento de processos, as atividades podem ser primárias ou de apoio. A primeira categoria será alocada diretamente aos processos, enquanto a segunda será rateada entre as atividades primárias. O Quadro 3.7 mostra a relação entre as atividades e seus respectivos direcionadores, informando também a unidade de medida e o tipo de atividade.

Quadro 3.7: Modelo de Relação de Direcionadores de Atividades

<b>Atividade</b>	<b>Direcionador de atividade</b>	<b>Unidade de medida</b>
A01, A02, A03	Quantidade de solicitações de pedidos de produção	Unidade

Fonte: Autoria própria.

### 3.1.7 Cálculo dos custos das atividades

Com as relações de consumo entre recursos e atividades estabelecidas, aloca-se o custo de cada recurso de forma proporcional à sua utilização. O resultado dessa etapa é a identificação dos custos de cada atividade para a empresa. Essa informação possibilita melhorias dos processos por meio da otimização das atividades mais custosas e eliminação das etapas que não agregam valor. Ela será realizada via etapas, distribuída na seguinte ordem: mão de obra, custos indiretos gerais (existentes em todas as atividades), custos indiretos específicos, custos diretos.

Vale ressaltar que na etapa de cálculo de mão de obra serão levantados os tempos utilizados para a execução de cada atividades. Esses dados serão insumos para o cálculo dos custos indiretos gerais e específicos. A ideia geral do cálculo pode ser visualizada na Tabela 3.1, sendo que cada etapa sofrerá adaptações específicas.

Tabela 3.1: Modelo de Atribuição de Custos às Atividades

Atividade	Recurso 1		Recurso 2		Total
	Consumo	Custo	Consumo	Custo	
Atividade 1	10	R\$A	20	R\$B	R\$X
Atividade 2			30	R\$B	R\$Y
Atividade 3	20	R\$A			R\$Z

Fonte: Autoria própria.

### 3.1.8 Medição dos custos dos processos

Similar a etapa anterior, a fase final da aplicação do custeio ABC visa a alocação do consumo de cada atividade proporcionalmente aos processos. Como já se conhece os custos de cada atividade e o tempo para sua execução, o resultado desta etapa é a medição do custo dos processos. Para isso, serão realizadas as seguintes etapas:

- **Distribuição dos custos dos processos de suporte e gerenciais:** levantamento dos custos totais de cada processo de apoio, obtido via soma dos custos de mão de obra, indiretos e diretos;
- **Distribuição dos custos nos processos primários:** via rastreamento dos processos de apoio, será obtido a distribuição dos tipos não finalísticos nos processos primários;
- **Definição dos custos dos processos primários:** somatório dos custos da última etapa com os valores de mão de obra, indiretos e diretos dos processos primários. Será considerado também os impostos e desperdícios de produção.

## 3.2 ANÁLISE DE DADOS

Para analisar os resultados obtidos pela aplicação do artefato, serão utilizadas alguns tipos de ferramentas estatísticas e comparações. Por meio desses mecanismos, será possível visualizar o impacto de cada custo dentro da operação do Laboratório e fazer considerações quanto às possíveis alterações no processo produtivo. A análise conterà:

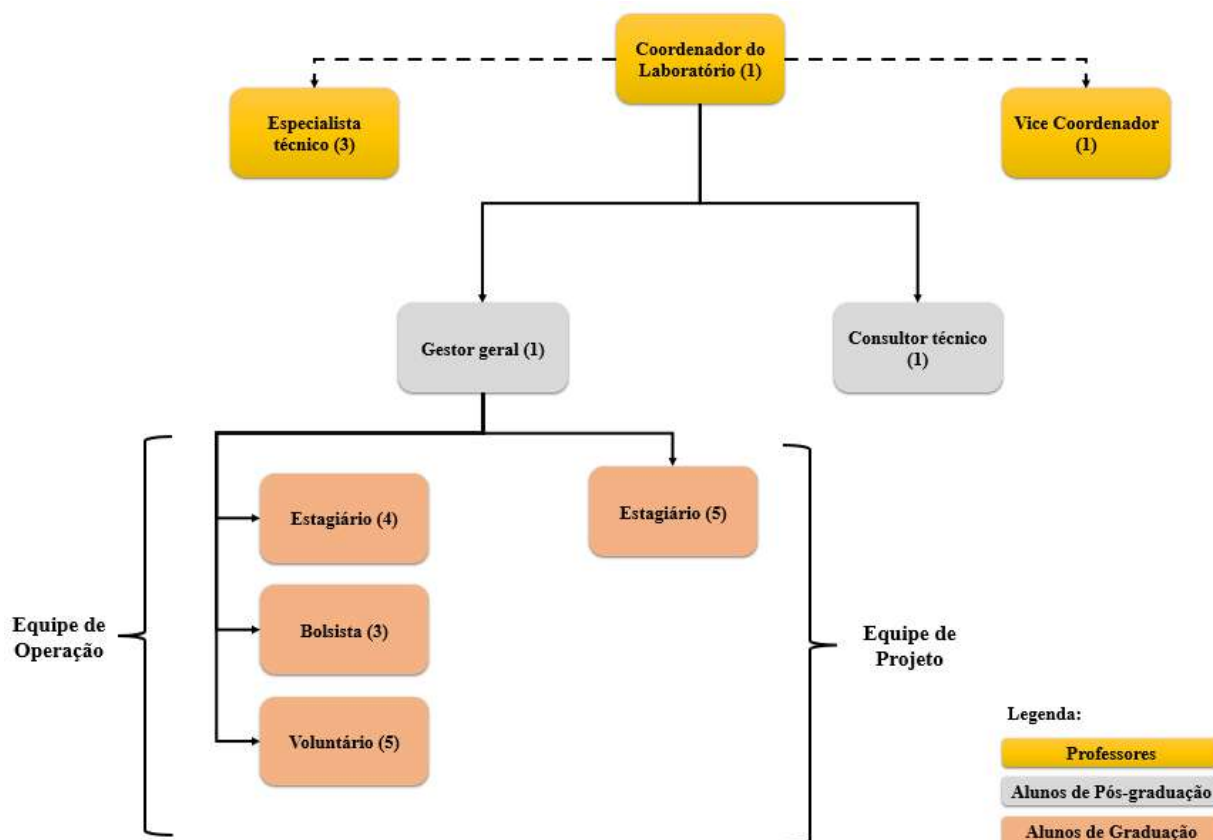
- Comparação entre os valores de custos dos processos com e sem benefícios por conta da Universidade de Brasília;
- Diagrama de Pareto para identificação dos principais itens dentro de um critério. A ferramenta elenca os dados em ordem decrescente em forma de colunas e mostra o acúmulo percentual de valores por linha. Essa visualização possibilita categorizar os itens e priorizar a otimização dos elementos de maior dimensão. Para o estudo, a ferramenta permitirá a identificação dos custos mais importantes para o Laboratório.
- Simulação do impacto da variação da produção nos custos dos processos;
- Cálculo dos custos totais dentro de um mês operacional consoante a realidade atual do Laboratório;
- Comparação entre o cálculo de custos do modelo elaborado neste trabalho com o utilizado atualmente no LAB.

## 4 DESENVOLVIMENTO

### 4.1 UNIDADE DE ESTUDO

Como apresentado inicialmente, o Laboratório Aberto de Brasília visa a prestação de serviços técnicos e tecnológicos à comunidade. As entregas dos protótipos ocorrem via utilização do espaço físico do Laboratório e por meio dos recursos humanos. O LAB funciona via conceito de gerações, sendo que a equipe é renovada periodicamente. Dessa forma, há uma necessidade constante de treinamentos dos integrantes e ciclo de aprendizagem. Atualmente, a equipe é composta por membros da Universidade de Brasília, podendo ser do corpo docente, que ocupam posições de coordenação e orientação técnica, alunos da pós-graduação, com cargos de supervisão e orientação e estudantes de graduação, que exercem principalmente funções de operação. A Figura 4.1 mostra a estrutura organizacional do Laboratório:

Figura 4.1: Estrutura Organizacional do LAB



Fonte: Autoria própria.

O organograma demonstra a composição do Laboratório, sendo que o valor entre parênteses representa a quantidade de cada tipo de membro. Para o cotidiano da operação e levantamento

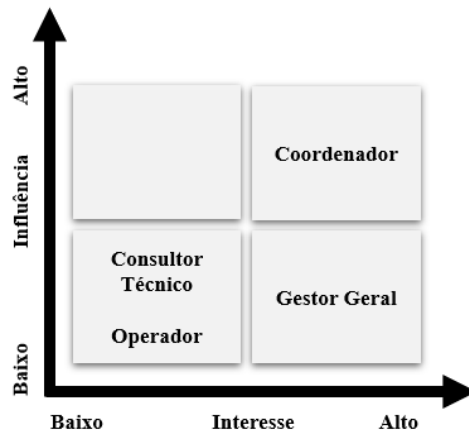
dos custos, não há participação significativa do vice coordenador ou especialistas técnicos, desconsiderados do cálculo dos custos. Em relação ao restante da equipe, as pessoas foram separadas consoante as funções exercidas, uma vez que cada cargo é consumido de forma diferente pelas atividades. Portanto, podem ser observadas as seguintes ocupações:

- Coordenador(a) do Laboratório: pessoa responsável pela gestão estratégica, encarregada principalmente do gerenciamento de parcerias e relacionamento com os *stakeholders*;
- Gestor(a) Geral: encarregado da gestão tática do Laboratório, alinhando as necessidades do coordenador com a equipe operacional; participa diretamente das discussões acerca da gestão estratégica; responsável também pelo relacionamento com clientes gerais e interlocução com a Finatec, responsável pela parte financeira do LAB;
- Consultor(a) Técnico: responsável pela análise de projetos de complexidade elevada e suporte à equipe operacional em questões técnicas de prototipagem de peças;
- Gestor(a) Operacional: gere a equipe operacional na realização dos serviços, responsável pelas decisões ao nível operacional; auxilia o gestor geral e coordenador no desenvolvimento estratégica;
- Gestor(a) de Projetos: posição similar ao gestor operacional, porém voltado a um projeto específico; possui habilidades específicas para gestão da comunicação;
- Operador(a): pessoa responsável pela realização das demandas de serviço técnico, como impressão de peças, corte a laser, escaneamento e modelagem. Dentre os operadores, há três classificações:
  - Tipo A: possui vínculo de estágio com a Instituição e fundamentos aprofundados em determinadas áreas do conhecimento. Costumam ter habilidades específicas no desenvolvimento das atividades;
  - Tipo B: Similar ao operador Tipo A, porém possui vínculo de bolsa de extensão com o LAB;
  - Tipo C: membros voluntários do Laboratório com um nível de especialidade menor do que as outras categorias; normalmente realiza trabalhos mais genéricos.

De forma geral, há uma relação de verticalidade entre os custos, sendo que o tempo do coordenador é o mais custoso, seguido pelo gestor geral e consultor técnico. Na área operacional da empresa, considerada para o cálculo dos serviços, existem estagiários, bolsistas e voluntários, sendo que esta última categoria não apresenta custos do seu tempo para a operação. Os valores de custo de cada categoria, assim como as atividades realizadas por cada função, serão apresentados nas próximas etapas da aplicação do método ABC. A partir do organograma também foi possível construir a matriz de *stakeholders*. Para isto, foi necessário entender quem são as pessoas impactadas pela aplicação da pesquisa científica, isto é, quem são as partes envolvidas nesse processo. Dessa forma, foi elaborada a matriz de *stakeholders*, apresentada na Figura 4.2.



Figura 4.2: Matriz de Stakeholders



Fonte: Autoria própria.

Em relação à infraestrutura do Laboratório, ele está sediado no prédio ULEG-FT, da Universidade de Brasília, e por conta disso recebe benefícios quanto ao aluguel e contas de energia e água. Os valores também serão tratados nas etapas de levantamento de custos. A Figura 4.3 mostra a estrutura do Laboratório, sendo composto por um espaço de aproximadamente 110 m<sup>2</sup>. Ainda na Figura 4.3, é possível verificar a fazenda de impressoras 3D via FDM, que conta com 38 impressoras ativas, sendo 36 de tecnologia FDM e duas de SLA. Ademais, como equipamentos ligados diretamente aos meios de produção, a Figura 4.4 mostra, respectivamente, o equipamento de impressão 3D via SLA, de corte a laser e de escaneamento. Por fim, a Figura 4.5 apresenta um dos membros do Laboratório trabalhando na modelagem de peças.

Figura 4.3: Estrutura do LAB



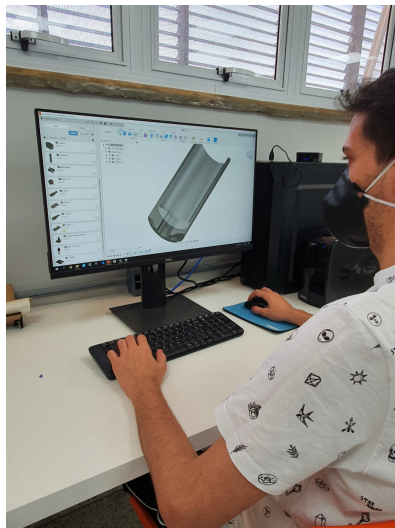
Fonte: Autoria própria.

Figura 4.4: Equipamentos de produção



Fonte: Autoria própria.

Figura 4.5: Modelagem de peças



Fonte: Autoria própria.

A apresentação dos equipamentos e da equipe são de extrema importância para a aplicação do método, tendo em vista que é necessária a compreensão precisa da estrutura do Laboratório para a construção de resultados reais. Todavia, ainda é necessário compreender quais são os principais processos realizados pela empresa.

De acordo com Campos (2014), os processos serão divididos nas categorias: primário, quando entregam valor diretamente para o cliente; suporte, quando fornecem insumos para o correto desenvolvimento dos processos finalísticos; e gerencial, quando funcionam como mecanismos de alinhamento entre a gestão estratégica e a operação.

Como explicado por Chiavenato (2000), os processos estão relacionados com diferentes tipos de planejamento empresarial. No contexto do trabalho, busca-se explorar o nível operacional, este que apresentará os detalhes das operações, fornecendo as informações necessárias para o levantamento dos custos. Portanto, a partir do embasamento da primeira etapa de aplicação do método, serão obtidas as minúcias dos processos realizados para o desenvolvimento do serviço.

## 4.2 RECONHECIMENTO DOS PROCESSOS DESENVOLVIDOS NA REALIZAÇÃO DAS ATIVIDADES

A partir das informações obtidas na etapa anterior, foram separados os processos e suas respectivas atividades e tarefas. As informações foram obtidas a partir da observação direta das atividades desenvolvidas no Laboratório e de entrevistas com a equipe. Neste contexto, classificaram-se os processos como primários quando estes retornam valor direto para o cliente. Os processos de suporte e gerenciais, como explicado por Campos (2014), colaboram para o desenvolvimento dos classificados como primários, sendo que seus custos serão alocados de forma ponderada a cada serviço realizado para o cliente. O Quadro 4.1 sumariza todos os processos encontrados no Laboratório, seus respectivos tipos e descrição:

Quadro 4.1: Dicionário de Processos

Processo	Tipo	ID	Descrição
Prestação de Serviço	Primário	PP01	Atividades administrativas que compõe os fluxos de atividades dos processos primários.
Impressão 3D – SLA	Primário	PP02	Desenvolvimento de peças físicas via impressão 3D por resina.
Impressão 3D – FDM	Primário	PP03	Desenvolvimento de peças físicas via impressão 3D por deposição de material fundido (filamento).
Corte a laser	Primário	PP04	Desenvolvimento de peças físicas via corte a laser de madeiras e acrílicos.
Escaneamento	Primário	PP05	Digitalização de peças físicas em objetos 3D.
Modelagem	Primário	PP06	Criação e ajuste de objetos 3D de acordo com os requisitos do cliente.
Gestão Estratégica	Gerencial	PG01	Realização de reuniões periódicas para discussão de resultados e planejamento do Laboratório, além da gestão de clientes estratégicos.
Gestão Operacional	Gerencial	PG02	Realização de reuniões periódicas para gestão da produção, análise de pedidos e atendimento à visitantes e clientes.
Gestão da Comunicação	Suporte	PS01	Gestão dos meios de comunicação do Laboratório, como redes sociais e site.
Treinamento	Suporte	PS02	Capacitação da equipe nos aspectos técnicos e organizacionais.
Gestão de Pessoas	Suporte	PS03	Organização dos documentos da equipe e gestão de processos seletivos.
Gestão Financeira	Suporte	PS04	Gestão dos pagamentos, controle do sistema Convenir e emissão de notas fiscais.

<b>Processo</b>	<b>Tipo</b>	<b>ID</b>	<b>Descrição</b>
Gestão de Conhecimento	Suporte	PS05	Organização do sistema Teams e desenvolvimento de documentos internos.
Manutenção – FDM	Suporte	PS06	Conserto preditivo e corretivo do maquinário e equipamentos de impressão 3D de tecnologia FDM.
Manutenção - Laser	Suporte	PS07	Conserto preditivo e corretivo do maquinário e equipamentos de corte a laser.
Estocagem	Suporte	PS08	Armazenamento e gestão de matérias-primas e materiais de consumos.

Fonte: Autoria Própria.

Cada processo apresentado possui suas respectivas atividades e, em alguns casos, tarefas. Essa subdivisão ocorre para atividades com um fluxo lógico mais complexo, possuindo tarefas em sua composição. É importante ressaltar que são as tarefas, ou atividades, que consomem os recursos do Laboratório, sendo que esses valores serão repassados para os processos nas etapas finais do método. A relação de atividades e tarefas de cada processo pode ser encontrada no Quadro 4.2.

Em relação aos processos primários, todos possuem um fluxo de atividades iguais, variando apenas nas etapas de aplicação da técnica. Dessa forma, atividades como atendimento ao cliente, envio de orçamento, entre outras, são comuns a todas. Portanto, foi criado o processo “Prestação de Serviço” para mitigar a redundância dos cálculos. A distribuição dos custos de desse processo será feita com base na frequência de realização de cada tipo de serviço.

Quadro 4.2: Processos, atividades e tarefas do Laboratório Aberto de Brasília

<b>Processo</b>	<b>Atividades</b>	<b>ID</b>	<b>Tarefas</b>
Prestação de Serviço	Atendimento ao cliente;	A01	Analisar demandas, solicitar informações necessárias, cadastrar pedido na plataforma Teams, Criar pasta e adicionar arquivo do pedido.
	Análise do pedido e orçamento;	A02	Analisar viabilidade, fatiar peça, preencher informações no Teams, salvar arquivos gcode no teams, calcular orçamento e salvar orçamento no Teams.
	Encaminhamento do orçamento.	A03	Analisar orçamento, encaminhar orçamento e atualizar dados, solicitar dados do cliente, atualizar planilha de acompanhamento de pedidos.
	Controle de qualidade;	A04	Processar peça, validar peça produzida, preencher planilha de controle de produção, armazenar peça.
	Finalização do serviço.	A05	Avaliar produção, atualizar planilha de acompanhamento de pedidos, disponibilizar peça para retirada.
Impressão 3D – SLA	Setup de impressão (SLA);	A06	Colocar Luva descartável e máscara, abrir impressora, tirar, limpar e repousar tanque de resina, calibrar mesa de impressão, inserir e prender tanque de resina, agitar e descansar resina, carregar arquivo no cartão SD.
	Impressão (SLA);	A07	Selecionar gcode, imprimir arquivo, preencher planilha de controle, abrir impressora, inclinar mesa de impressão, retirar mesa e remover peças.

Processo	Atividades	ID	Tarefas
	Finalização de impressão (SLA).	A08	Mergulhar e mexer peças em álcool isopropílico, limpar e recolocar mesa de impressão, tirar e limpar tanque de resina, guardar excesso de resina, recolocar tanque de resina, curar peça com luz UV.
Impressão 3D – FDM	Setup de impressão (FDM);	A09	Verificar filamento em estoque, pesar e selecionar filamento, selecionar impressora, ligar impressora, verificar mesa de impressão, carregar filamento, aplicar spray adesivo, carregar arquivo no cartão SD.
	Impressão (FDM);	A10	Selecionar gcode, imprimir arquivo, observar primeira camada.
	Finalização de impressão (FDM).	A11	Retirar mesa, remover peças, preencher planilha de controle, limpar mesa, retirar e guardar filamento, desligar impressora.
Corte a laser	Setup de corte;	A12	Ligar energia, lâmpada e laser, abrir tampa e inserir chapa, colocar peso na chapa, calibrar distância do bico de corte, inserir pen drive com arquivo, selecionar arquivo, ajustar área de corte e fechar tampa da cortadora.
	Corte a laser;	A13	Ligar circulador e exaustor, cortar peça, desligar circulador, preencher planilha de controle.
	Finalização do corte.	A14	Abrir tampa e retirar peso e chapa, guardar chapa, desligar cortadora, desligar exaustor.
Escaneamento	Setup de escaneamento;	A15	Pegar componentes do scanner, montar painel de calibração, regular altura do equipamento, conector projetor e mesa rotatória à energia, abrir software de escaneamento, pegar peça e passar produto opaco, colocar peça na mesa.
	Escaneamento;	A16	Fazer single scan, avaliar qualidade da imagem, alterar brilho do scan, escolher número de rotações, escanear peça, limpar ruídos e fundir peça.
	Finalização do escaneamento.	A17	Exportar arquivo .stl e guardar equipamentos.
Modelagem	Modelar peça.	A18	
Gestão Estratégica	Reunião mensal;	A19	
	Reunião semestral;	A20	
	Gestão de parceiros e clientes;	A21	
	Planejar portfólio de serviços.	A22	
Gestão Operacional	Reunião semanal;	A23	
	Analisar pedidos;	A24	
	Gestão da produção;	A25	
	Apresentação do Laboratório;	A26	
	Atendimento ao cliente;	A27	
	Organização do Laboratório.	A28	
Gestão da Comunicação	Atualização do site;	A29	
	Produção de posts;	A30	
	Organizar sistema interno do Teams;	A31	
	Gestão das redes sociais.	A32	
Treinamento	Treinamento Geral do LAB;	A33	
	Treinamento – Segurança;	A34	
	Treinamento – Modelagem;	A35	
	Treinamento - Impressão 3D;	A36	
	Instrução para novos membros;	A37	

Processo	Atividades	ID	Tarefas
	Analisar necessidade de treinamentos.	A38	
Gestão de Pessoas	Gestão de folha de pontos; Gestão de contratos; Organizar processo seletivo; Organizar documentos pessoais.	A39 A40 A41 A42	
Gestão Financeira	Solicitar pagamento para cliente; Atualizar planilha de acompanhamento de pedidos; Lançar entradas no sistema Conveniar; Lançar reembolsos no sistema Conveniar; Acompanhar resultados financeiros com a Finatec.	A43 A44 A45 A46 A47	
Gestão de Conhecimento	Atualizar biblioteca do Teams; Elaborar documento de atividades internas; Elaborar procedimento operacional padrão.	A48 A49 A50	
Manutenção - FDM	Análise de manutenção; Manutenção preventiva;  Manutenção corretiva;  Finalização de manutenção.	A51 A52  A53  A54	Ajustar tensionamento das correias, testar saída do bico extrusor, abrir bico extrusor, limpar engrenagens e impressora, lubrificar eixos e ajustar parafusos e porcas. Analisar possíveis causas, verificar estoque de peças, solicitar peças, realizar troca de peças. Testar impressora, preencher formulário, ativar impressora.
Manutenção - Laser	Manutenção preventiva;	A55	
Estocagem	Solicitar e Receber material; Cadastrar material recebido em planilha de controle; Pesar e controlar filamentos; Cadastrar filamentos em uso; Rebobinar o filamento.	A56 A57 A58 A59 A60	

Fonte: Autoria Própria.

Dessa forma, todos os processos primários possuem como menor escala de análise as tarefas, enquanto os processos de suporte e gerenciais, exceto a manutenção, tem nível de análise apenas até as atividades. Isso se deve ao fato de existir uma sequência lógica complexa e consumo de recursos mais específicos para essas atividades. No caso dos processos de suporte e gerenciais, a grande parte dos recursos consumidos são indiretos, como aluguel, e, quando é direto, é apenas o tempo gasto pelas pessoas. Portanto, por conta de o nível de tarefas não agregar valor significativo para a análise, não houve detalhamento.

Dentre as atividades, é importante entender que há o consumo de recursos humanos em todas, sendo que há a variação consoante os atuantes em cada área do Laboratório. Esse fator deve ser considerado no momento de separar os custos de operação e, como ferramenta para explicitar esse consumo, foi utilizada a matriz RACI. Por meio da observação das atividades e contato direto com a equipe, foram obtidas as relações de participantes de cada atividade. Na matriz RACI, existem quatro funções: responsável pela execução (R), quem de fato realiza a atividade; responsável pela aprovação (A), quem valida se a atividade pode ser realizada e se ela foi efetiva; consultado (C), pessoa que fornece alguma informação ou indicação para a realização da atividade; e informado (I), pessoa que deve estar ciente da realização do trabalho. Para este método, todas as atividades devem ter apenas um responsável pela aprovação e ao menos um responsável pela execução, sendo possível haver múltiplos executores. É possível que uma pessoa apresente mais de uma função em determinada situação e, no caso de consultados e informados, é possível a inexistência desses.

Para a construção da matriz, foram utilizadas as informações de cargos existentes no Laboratório, obtidos no organograma (Figura 4.1) e as atividades de cada processo. A matriz RACI está representada na Figura 4.6.

Figura 4.6: Matriz RACI

Processo	Atividade	Coordenador	Gestor Geral	Consultor técnico	Gestor operacional	Gestor de projetos	Operador - Tipo A	Operador - Tipo B	Operador - Tipo C
PP01	A01		C		A/R				
	A02		C	C	A/C			R	R
	A03				A/R				
	A04				A/R			C	C
	A05				A/R				
PP02	A06				I			A/R	
	A07		I		I			A/R	
	A08				I			A/R	
PP03	A09				I		A/R	R	R
	A10						A/R	R	R
	A11				I		A/R	R	R
PP04	A12			C	I			A/R	
	A13		I	C	I			A/R	
	A14			C	I			A/R	
PP05	A15				I			A/R	
	A16		I		I			A/R	
	A17				I			A/R	
PP06	A18		C	C	C		R	A/R	R
PG01	A19	R	A/R	R	R	R	R	R	R
	A20	R	A/R	R	R	R	R	R	R
	A21	A/R	R	C					
	A22	A/R	C	C	C	C			
PG02	A23		A	C	R	R	C	C	C
	A24				A/R		C	C	C
	A25			C	A/R		C	C	C
	A26	R		R	A/R			R	
	A27		A/R	R	R			R	
	A28				A/R	R	R	R	R
PS01	A29	A	C			R			
	A30	A	C	C	C	R	C	C	C
	A31				R				
	A32	A/R				R			
PS02	A33		A		R	C	C	C	C
	A34		A	R	C	C	C	C	C
	A35		A		C		C	R	C
	A36		A		C		C	R	C
	A37		A	R	R	R	R	R	R
	A38		A	C	R	R	C	C	C
PS03	A39	A			R		R		
	A40	A/R	C						
	A41	A	R		R			R	
	A42				A/R		R	R	
PS04	A43				A/R				
	A44				A/R				
	A45		A		R				
	A46		A/R		R				
	A47	A/R	R		C				
PS05	A48				A/R	R	R	R	R
	A49		A		R	R	R	R	R
	A50		A		R		R	R	R
PS06	A51			C	C		A/R	R	R
	A52				C		A/R	R	R
	A53			A/R			R	R	R
	A54			A/R			R	R	R
PS07	A55			A/R	I			R	
PS08	A56		C		A/R	R	R	R	R
	A57				A/R	R	R	R	R
	A58				A		R	R	R
	A59				A		R	R	R
	A60				A		R	R	R

Fonte: Autoria própria.



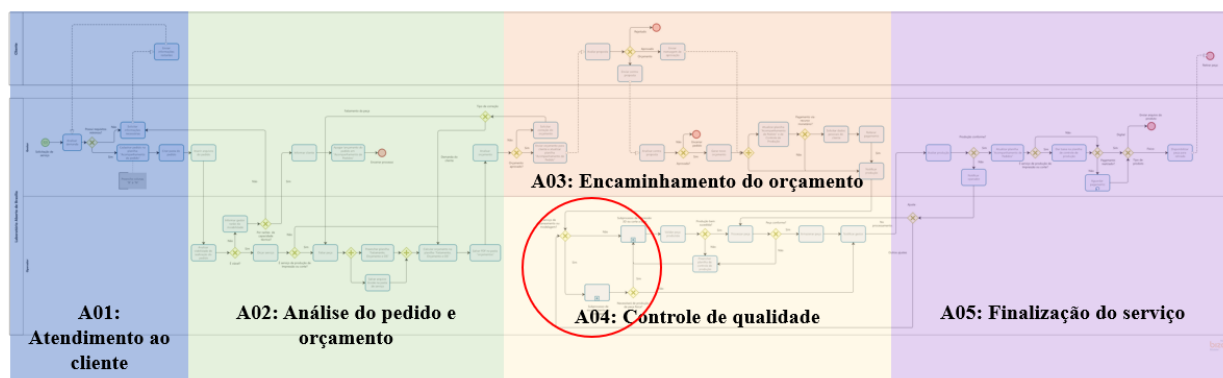
A matriz funciona como a base para a distribuição dos custos de mão de obra na realização das atividades. No caso da função de “informado”, não foi considerado tempo para a execução da atividade, tendo em vista que a pessoa será apenas avisada. Nas outras funções, para atividades de cunho diário, como os processos primários e alguns de suporte, como manutenção e gestão da produção, os tempos de execução serão cronometrados e a média das medidas será utilizada para o cálculo do consumo de recursos de tempo. Para atividades com intervalos de execução maiores, como reuniões semestrais, serão utilizados dados existentes no Laboratório, como a gravação das reuniões e treinamentos. Dessa forma, será possível mapear o consumo do tempo e, conseqüentemente, do custo de mão de obra e outros recursos.

### 4.3 ESTRUTURAÇÃO DOS PROCESSOS E ATIVIDADES

Com o registro de todas as atividades e seus respectivos responsáveis, possibilita-se o mapeamento dos processos do Laboratório. A aplicação dessa técnica permite a organização dos fluxos lógicos dos processos, contribuindo para a devida visualização de todos os custos dos processos. Como mencionado, apenas os processos primários e o de manutenção serão mapeados, uma vez que estes apresentam uma estrutura de maior complexidade e consumo de recursos mais significativos, além do tempo da equipe. A exceção fica por conta do processo de modelagem, que não apresentou ganhos significativos com seu mapeamento. De forma similar, os processos gerenciais e de suporte possuem atividades sem cunho sequencial lógico, sendo mapeados os custos separadamente e, posteriormente, alocados por rastreio aos processos primários.

Por conta dos tipos de produção (impressão 3D – FDM, impressão 3D – SLA, corte a laser, escaneamento e modelagem) possuem a mesma estrutura de prestação de serviço, foi criado um processo primário apenas do serviço (PP01). A Figura 4.7 mostra a estrutura desse processo, sendo que as tarefas de cada atividade já foram descritas no Quadro 4.2. O fluxograma apresentado busca apenas demonstrar a complexidade do processo, sendo que a visualização detalhada do fluxo não será necessária para a compreensão do trabalho.

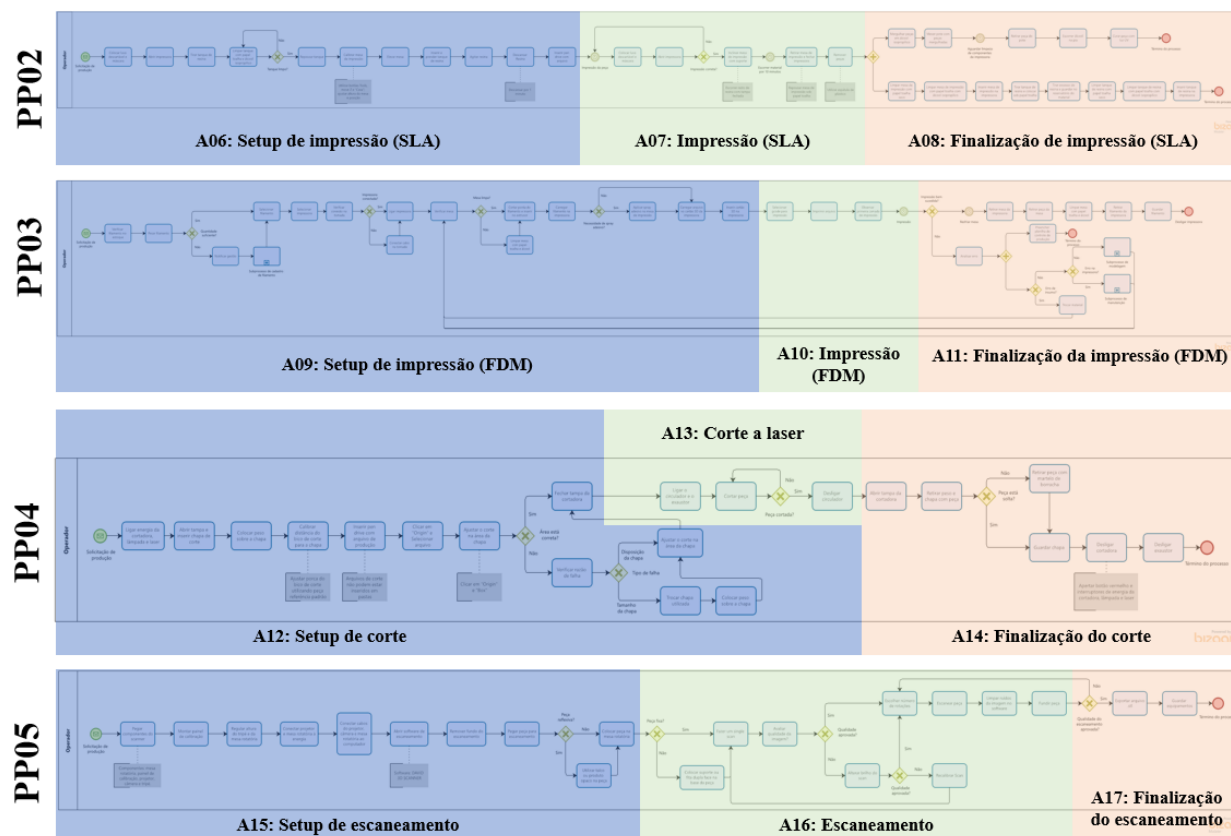
Figura 4.7: Fluxograma do processo “Prestação de Serviço” (PP01)



Fonte: Autoria própria.

Cada quadrante da Figura 4.7 representa uma das atividades do processo, sendo as tarefas são os retângulos dentro do fluxograma. A parte circulada em vermelho representa a área onde ocorre os processos de produção. Nesta etapa é onde ocorre a diferenciação do serviço, se ele será um corte a laser, impressão 3D via FDM, entre outros. Estes processos estão representados na Figura 4.8:

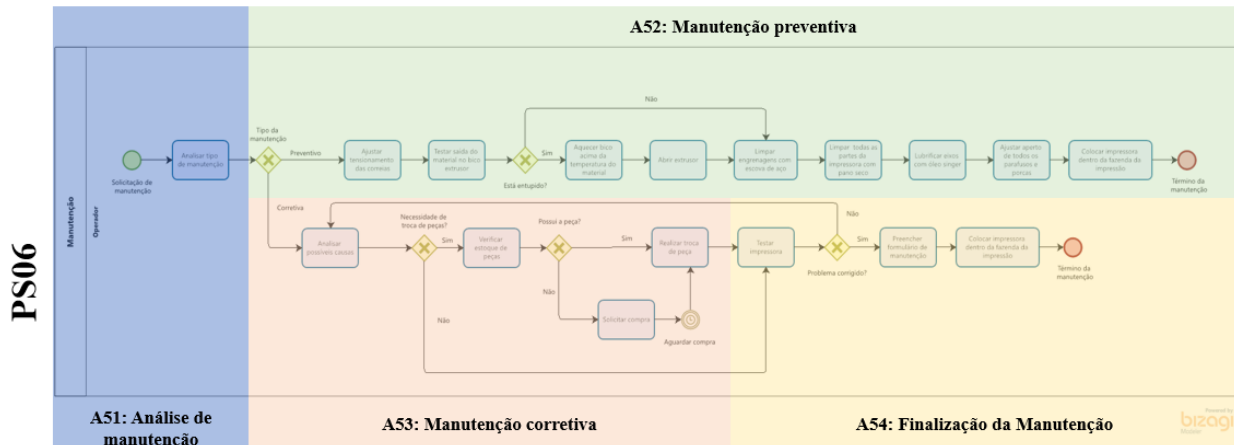
Figura 4.8: Fluxograma dos processos de produção



Fonte: Autoria própria.

Dentre os processos de suporte, o único a ser mapeado foi o de manutenção - FDM (PS06), por conta de suas especificidades de frequência e de gasto de recursos. É importante ressaltar que o processo de manutenção existente no Laboratório é referente às impressoras 3D de FDM. A impressora 3D via SLA não possui processo de manutenção definidos no presente momento do Laboratório, apenas boas práticas para a conservação da vida útil dos equipamentos. A Figura 4.9 representa o fluxo de atividades do processo de manutenção.

Figura 4.9: Fluxograma do processo “Manutenção - FDM” (PS06)



Fonte: Autoria própria.

#### 4.4 SEPARAÇÃO DOS CUSTOS DIRETOS E INDIRETOS

Por meio do mapeamento dos processos e análise de todas as atividades praticadas no Laboratório, torna-se possível a identificação dos custos presentes em sua estrutura. Estes podem ser tanto diretos, quando possuem uma relação de fácil associação de consumo com as atividades, quanto indiretos, quando está relação não é tão nítida. Portanto, é necessário separar os custos nessas duas classificações para poder tratá-los da forma mais eficiente e com melhor fidelidade.

Neste contexto, os custos foram divididos em quatro categorias: infraestrutura, maquinário, mão de obra e material. Com isso, busca-se uma melhor organização dos custos e viabiliza análises dos maiores polos de custos dos processos do Laboratório. Dessa forma, é possível, entre outras coisas, identificar atividades que podem ser otimizadas. O Quadro 4.3 traz todos os custos mapeados, assim como o seu código identificador, categoria e classificação:

Quadro 4.3: Custos mapeados e classificações

<b>Categoria</b>	<b>Custo</b>	<b>Código</b>	<b>Classificação</b>
Infraestrutura	Aluguel	RI01	Indireto
Infraestrutura	Energia elétrica	RI02	Direto/Indireto
Infraestrutura	Internet	RI03	Indireto
Infraestrutura	Água	RI04	Indireto
Infraestrutura	Licença Fusion 360	RI05	Indireto
Infraestrutura	Microsoft Teams	RI06	Indireto
Infraestrutura	Ar-condicionado	RI07	Indireto
Mão-de-obra	Coordenador	RO01	Direto
Mão-de-obra	Gestor geral	RO02	Direto

<b>Categoria</b>	<b>Custo</b>	<b>Código</b>	<b>Classificação</b>
Mão-de-obra	Consultor técnico	RO03	Direto
Mão-de-obra	Gestor operacional	RO04	Direto
Mão-de-obra	Gestor de projetos	RO05	Direto
Mão-de-obra	Operador – Tipo A	RO06	Direto
Mão-de-obra	Operador – Tipo B	RO07	Direto
Mão-de-obra	Operador – Tipo C	RO08	Direto
Maquinário	Computador	RM01	Indireto
Maquinário	Impressora 3D Prusa MK3	RM02	Indireto
Maquinário	Impressora 3D Photon	RM03	Indireto
Maquinário	Impressora 3D Ender5	RM04	Indireto
Maquinário	Cortadora laser	RM05	Indireto
Maquinário	Scanner 3D	RM06	Indireto
Maquinário	Cartão SD	RM07	Indireto
Material	Filamento	RP01	Direto
Material	Spray adesivo	RP02	Direto
Material	Papel toalha	RP03	Direto
Material	Álcool 70%	RP04	Direto
Material	Óleo lubrificador	RP05	Direto
Material	Utilitários de processamento	RP06	Indireto
Material	Utilitários de manutenção	RP07	Indireto
Material	Copo descartável	RP08	Direto
Material	Álcool isopropílico	RP09	Direto
Material	Resina de impressão	RP10	Direto
Material	Chapa para corte	RP11	Direto
Material	Peças de manutenção	RP12	Direto
Material	Itens de papelaria	RP13	Indireto
Material	Saco Ziplock	RP14	Direto
Material	Luva descartável	RP15	Direto
Material	Máscara	RP16	Direto
Material	Cotonete	RP17	Direto
Material	Água deionizada	RP18	Direto
Material	Desengordurante	RP19	Direto

Fonte: Autoria Própria.

É importante ressaltar que o Laboratório, por possuir vínculo com a Universidade de Brasília, possui alguns benefícios, tais como a isenção do pagamento de aluguel e de água. Todavia, para fins de análise, serão considerados todos os valores que o Laboratório não precisa arcar, retirados apenas no final do método. Dessa forma, será possível comparar os diferentes cenários de custo para o Laboratório.

A forma de calcular cada custo será apresentada na próxima etapa do método ABC. Porém, é importante frisar que os custos diretos e indiretos apresentam diferentes formas de serem alocados. O primeiro tipo pode ser associado diretamente a determinada atividade, precisando apenas

medir o quanto foi consumido e, com o custo por unidade consumida, calcular o valor total. Já os custos indiretos devem ser alocados via relações mais complexas, por isso a importância de determinar corretamente os direcionadores de custos. A exceção é a energia elétrica, que nos casos de equipamentos, como o computador, será calculada diretamente pela potência do equipamento, e em outros, como a luz do Laboratório, será calculada indiretamente.

#### 4.5 IDENTIFICAÇÃO DOS RECURSOS CONSUMIDOS PELAS ATIVIDADES

Cada atividade consome determinados recursos do Laboratório e em quantidades distintas. Tendo em vista a especificidade de cada prática, a alocação dos recursos deve ser feita de forma individual. Para isso, é necessário primeiro entender como os recursos são consumidos. O Quadro 4.4 informa os modos de consumo de cada recurso:

Quadro 4.4: Direcionares de custos dos recursos

Códigos de custo	Modo de Consumo	Unidade de medida
RO01, RO02, RO03, RO04, RO05, RO06, RO07, RO08	Tempo utilizado para a realização de cada atividade	Horas
RM01, RM02, RM03, RM04, RM05, RM06, RM07	Tempo utilizado para realização de cada atividade (Depreciação)	Horas
RP01, RP02	Quantidade de material consumido na impressão	Gramas
RP03, RP08, RP15, RP16, RP17	Quantidade de material consumido na impressão	Unidade
RP04, RP05, RP09, RP10, RP18, RP19	Quantidade de material consumido na atividade	ml
RP06	Quantidade de processamentos realizados	Unidade
RP07	Quantidade de manutenções realizadas	Unidade
RP11	Quantidade de material consumido no corte	m <sup>2</sup>
RP12	Quantidade de material consumido na manutenção	Unidade
RI03, RI04, RI05, RI06, RI07, RP13	Distribuição por quantidade de atividades realizadas	Horas
RI01	Espaço utilizado para cada atividade	m <sup>2</sup>
RI02	Energia gasta por hora	kWh
RP14	Quantidade de filamentos abertos e serviços realizados	Unidade

Fonte: Autoria Própria.

Como mostra o Quadro 4.4, no caso de custos como *internet* (RI03) e itens de papelaria (RP13), o cálculo será realizado conforme a quantidade de atividades realizadas no Laboratório. Dessa forma, haverá uma distribuição ponderada para refletir o volume de cada atividade. Esse princípio também se repetirá na distribuição dos processos de suporte e gerenciais para os processos primários, para atribuir um peso maior de consumo às atividades e processos que ocorrem mais frequentemente. Em outras situações, como no caso do aluguel (RI01), a distribuição será feita com base na área do Laboratório destinada para cada atividade, assim como seu volume de realização.

No caso do maquinário, como impressoras 3D de SLA e FDM, o cálculo do custo será feito com base na depreciação dos equipamentos. Já os recursos humanos serão atribuídos via consumo direto de horas, utilizando a matriz RACI como base para a distribuição. Por fim, existem os materiais de consumo diretos da produção, como filamentos (RP01) e chapas para corte (RP10). Esses itens apresentam uma forma de consumo que varia conforme a complexidade da peça a ser produzida, sendo que o cálculo deve considerar os parâmetros da produção.

Todos os recursos listados são consumidos por ao menos uma atividade, sendo que alguns podem ser utilizados em todas. O Quadro 4.5 traz a relação de consumo entre recursos e atividades. A quantidade e custos de cada relação serão desenvolvidos na próxima etapa do método.

Quadro 4.5: Relação de atividades e recursos consumidos

Processo	ID	Recursos consumidos
Prestação de Serviço	A01	RI01, RI02, RI03, RI04, RI06, RI07, RO02, RO04, RM01, RP13
	A02	RI01, RI02, RI03, RI04, RI05, RI06, RI07, RO02, RO03, RO04, RO07, RO08, RM01, RP13
	A03	RI01, RI02, RI03, RI04, RI06, RI07, RO04, RM01
	A04	RI01, RI02, RI03, RI04, RI06, RI07, RO04, RO07, RO08, RM01, RP06, RP13, RP14
	A05	RI01, RI02, RI03, RI04, RI06, RI07, RO04, RM01
Impressão 3D – SLA	A06	RI01, RI02, RI04, RI06, RI07, RO07, RM01, RM07, RP03, RP09, RP15, RP16
	A07	RI01, RI02, RI04, RI06, RI07, RO07, RM01, RM03, RM07, RP10
	A08	RI01, RI02, RI04, RI07, RO07, RP03, RP08, RP09, RP13, RP15, RP16
Impressão 3D – FDM	A09	RI01, RI02, RI04, RI06, RI07, RO06, RO07, RO08, RM01, RM07, RP02
	A10	RI01, RI02, RI04, RI06, RI07, RO06, RO07, RO08, RM01, RM02, RM04, RM07, RP01
	A11	RI01, RI02, RI03, RI04, RI07, RO06, RO07, RO08, RM02, RM04, RP03, RP04, RP06
Corte a laser	A12	RI01, RI02, RI04, RI06, RI07, RO03, RO07, RM01, RM05, RM07
	A13	RI01, RI02, RI04, RI06, RI07, RO03, RO07, RM01, RM05, RM07, RP11
	A14	RI01, RI02, RI04, RI07, RO03, RO07
Escaneamento	A15	RI01, RI02, RI04, RI06, RI07, RO07, RM01, RM06
	A16	RI01, RI02, RI04, RI07, RO07, RM01, RM06
	A17	RI01, RI02, RI04, RI06, RI07, RO07, RM01
Modelagem	A18	RI01, RI02, RI03, RI04, RI05, RI06, RI07, RO02, RO03, RO04, RO06, RO07, RO08, RM01, RP13
Gestão Estratégica	A19	RI01, RI02, RI03, RI04, RI06, RI07, RO01, RO02, RO03, RO04, RO05, RO06, RO07, RO08, RM01, RP13
	A20	RI01, RI02, RI03, RI04, RI06, RI07, RO01, RO02, RO03, RO04, RO05, RO06, RO07, RO08, RM01, RP13
	A21	RI01, RI02, RI03, RI04, RI06, RI07, RO01, RO02, RO03, RM01, RP13
	A22	RI01, RI02, RI03, RI04, RI06, RI07, RO01, RO02, RO03, RO04, RO05, RM01
Gestão Operacional	A23	RI01, RI02, RI03, RI04, RI06, RI07, RO02, RO03, RO04, RO05, RO06, RO07, RO08, RM01, RP13
	A24	RI01, RI02, RI03, RI04, RI06, RI07, RO04, RO06, RO07, RO08, RM01, RP13
	A25	RI01, RI02, RI03, RI04, RI06, RI07, RO03, RO04, RO06, RO07, RO08, RM01, RP13
	A26	RI01, RI02, RI03, RI04, RI07, RO01, RO03, RO04, RO07, RP13
	A27	RI01, RI02, RI03, RI04, RI07, RO02, RO03, RO04, RO07, RP13
	A28	RI01, RI02, RI03, RI04, RI05, RI07, RO04, RO05, RO06, RO07, RO08, RM01, RP13

Processo	ID	Recursos consumidos
Gestão da Comunicação	A29	RI01, RI02, RI03, RI04, RI07, RO01, RO02, RO05, RM01, RP13
	A30	RI01, RI02, RI03, RI04, RI06, RI07, RO01, RO02, RO03, RO04, RO05, RO06, RO07, RO08, RM01, RP13
	A31	RI01, RI02, RI03, RI04, RI06, RI07, RO04, RM01, RP13
	A32	RI01, RI02, RI03, RI04, RI06, RI07, RO01, RO05, RM01
Treinamento	A33	RI01, RI02, RI03, RI04, RI06, RI07, RO02, RO04, RO05, RO06, RO07, RO08, RM01
	A34	RI01, RI02, RI03, RI04, RI06, RI07, RO02, RO03, RO04, RO05, RO06, RO07, RO08, RM01
	A35	RI01, RI02, RI03, RI04, RI05, RI06, RI07, RO02, RO04, RO06, RO07, RO08, RM01
	A36	RI01, RI02, RI03, RI04, RI06, RI07, RO02, RO04, RO06, RO07, RO08, RM01
	A37	RI01, RI02, RI03, RI04, RI06, RI07, RO02, RO03, RO04, RO05, RO06, RO07, RM01
	A38	RI01, RI02, RI03, RI04, RI06, RI07, RO02, RO03, RO04, RO05, RO06, RO07, RO08, RM01, RP13
Gestão de Pessoas	A39	RI01, RI02, RI03, RI04, RI06, RI07, RO01, RO04, RO06, RM01, RP13
	A40	RI01, RI02, RI03, RI04, RI06, RI07, RO01, RO02, RM01, RP13
	A41	RI01, RI02, RI03, RI04, RI06, RI07, RO01, RO02, RO04, RO07, RM01, RP13
	A42	RI01, RI02, RI03, RI04, RI06, RI07, RO04, RO06, RO07, RM01, RP13
Gestão Financeira	A43	RI01, RI02, RI03, RI04, RI06, RI07, RO04, RM01, RP13
	A44	RI01, RI02, RI03, RI04, RI06, RI07, RO04, RM01, RP13
	A45	RI01, RI02, RI03, RI04, RI06, RI07, RO02, RO04, RM01, RP13
	A46	RI01, RI02, RI03, RI04, RI06, RI07, RO02, RO04, RM01, RP13
	A47	RI01, RI02, RI03, RI04, RI06, RI07, RO01, RO02, RO04, RM01
Gestão de Conhecimento	A48	RI01, RI02, RI03, RI04, RI06, RI07, RO04, RO05, RO06, RO07, RO08, RM01, RP13
	A49	RI01, RI02, RI03, RI04, RI06, RI07, RP02, RO04, RO05, RO06, RO07, RO08, RM01, RP13
	A50	RI01, RI02, RI03, RI04, RI06, RI07, RP02, RO04, RO06, RO07, RO08, RM01, RP13
Manutenção - FDM	A51	RI01, RI02, RI03, RI04, RI06, RI07, RO03, RO04, RO06, RO07, RO08, RM01, RP07
	A52	RI01, RI02, RI04, RI07, RO04, RO06, RO07, RO08, RM02, RP01, RP02, RP03, RP04, RP05, RP07
	A53	RI01, RI02, RI04, RI07, RO03, RO06, RO07, RO08, RP03, RP04, RP05, RP07, RP12, RP13
	A54	RI01, RI02, RI03, RI04, RI06, RI07, RO03, RO06, RO07, RO08, RM01, RM02, RP01, RP02, RP03, RP04
Manutenção - Laser	A55	RI01, RI02, RI04, RI07, RO03, RO07, RP03, RP04, RP05, RP15, RP17, RP18, RP19
Estocagem	A56	RI01, RI02, RI03, RI04, RI06, RI07, RO02, RO04, RO05, RO06, RO07, RO08, RM01, RP13
	A57	RI01, RI02, RI03, RI04, RI06, RI07, RO04, RO05, RO06, RO07, RO08, RM01, RP14
	A58	RI01, RI02, RI03, RI04, RI06, RI07, RO04, RO06, RO07, RO08, RM01, RP13
	A59	RI01, RI02, RI03, RI04, RI06, RI07, RO04, RO06, RO07, RO08, RM01, RP14
	A60	RI01, RI02, RI03, RI04, RI06, RI07, RO04, RO06, RO07, RO08, RM01, RP07

Fonte: Autoria Própria.

#### 4.6 IDENTIFICAÇÃO DOS DIRECIONADORES DE ATIVIDADES

Após compreender como cada atividade utiliza os recursos, deve-se estabelecer uma relação entre as atividades realizadas e os processos desenvolvidos. Isso ocorre via **direcionadores de atividades**, estes que possibilitam a quantificação do consumo das atividades. O Quadro 4.6 traz a descrição do modo de consumo de cada atividade.

Quadro 4.6: Relação de Direcionadores de Atividades

<b>Atividade</b>	<b>Direcionador de Atividade</b>	<b>Unidade de Medida</b>
A01, A02, A03, A04, A05	Quantidade de solicitações de pedidos de produção	Unidade
A06, A07, A08, A09, A10, A11, A12, A13, A14, A15, A16, A17, A18, A24, A25, A44	Quantidade de pedidos para produzir	Unidade
A19, A20, A21, A23, A28, A33, A34, A35, A36, A37, A38, A41, A47, A48, A49, A50	Tempo despendido	Horas
A22, A27, A40, A43, A45	Quantidade de clientes e parceiros	Unidade
A26	Quantidade de visitantes	Unidade
A29, A30, A31, A32	Volume de postagens em site e redes sociais	Unidade
A39, A42	Quantidade de integrantes do Laboratório	Unidade
A46	Quantidade de reembolsos realizados	Unidade
A51, A52, A53, A54, A55	Quantidade de manutenções para serem realizadas	Unidade
A56, A57	Quantidade de material recebido	Unidade
A58, A59, A60	Quantidade de filamentos abertos	Unidade

Fonte: Autoria Própria.

Como pode ser percebido no Quadro 4.6, a maioria das atividades são relacionadas com o tempo utilizado para desenvolvê-las. Além desse direcionador, as atividades são diretamente consumidas segundo o volume de produção. Essa informação servirá de base para o levantamento do volume de atividades dentro no intervalo mensal de operação do Laboratório. Dessa forma, será possível calcular o tempo que cada atividade consome da equipe dentro do mês e, posteriormente, os seus respectivos custos.

## 4.7 CÁLCULO DOS CUSTOS DAS ATIVIDADES

### 4.7.1 Mão de obra

Tendo em vista os diferentes tipos de recursos dentro do Laboratório, esta etapa foi dividida em algumas fases para facilitar o cálculo dos custos das atividades. Primeiramente, calculou-se o recurso de mão de obra na realização das atividades. Para isso, utilizou-se duas abordagens: para atividades diárias, foram cronometrados o procedimento por diferentes tipos de operadores, para criar uma média com melhor embasamento; para atividades menos frequentes, como acompanhamento da situação financeira com a Finatec, as informações foram obtidas via entrevistas com membros da equipe visando a previsão do tempo gasto.



Além dos tempos unitários de cada atividade, foi necessário entender a totalidade de execuções dentro de um mês, tendo em vista que se deve compreender os custos mensais do Laboratório. Para isso, em atividades diárias ou semanais, foram contabilizadas o número de repetições dentro do mês, já em atividades semestrais, foi necessária a alocação proporcional do tempo dentro de apenas um mês, no caso seria um sexto do tempo utilizado. Além disso, para cada atividade, foram definidos a quantidade de executores necessários para a sua realização. A reunião mensal do Laboratório exige a participação de todos, sendo que o tempo total da atividade se dará pela soma dos integrantes que participam dela, no caso são 20 pessoas. A divisão por cargos é relevante, pois cada tipo de função possui um custo distinto, sendo necessária a diferenciação para construir um resultado condizente com a realidade. Os cargos existentes no Laboratório, apresentados no organograma (Figura 4.1) e suas respectivas remunerações, podem ser vistos na Tabela 4.1, sendo que o custo com benefícios considera a realidade do LAB por estar dentro da UnB.

Tabela 4.1: Relação de Cargos e Remunerações

<b>Tipo</b>	<b>Custo</b>	<b>Custo/hora</b>	<b>Custo com benefício</b>	<b>Custo/hora com benefício</b>
Coordenador	R\$ 16.000,00	R\$ 90,91	R\$ 0,00	R\$ 0,00
Gestor Geral	R\$ 14.080,00	R\$ 80,00	R\$ 950,00	R\$ 5,40
Consultor técnico	R\$ 14.080,00	R\$ 80,00	R\$ 14.080,00	R\$ 80,00
Gestor operacional	R\$ 850,00	R\$ 4,83	R\$ 850,00	R\$ 4,83
Gestor de projetos	R\$ 850,00	R\$ 4,83	R\$ 850,00	R\$ 4,83
Operador - Tipo A	R\$ 950,00	R\$ 5,40	R\$ 950,00	R\$ 5,40
Operador - Tipo B	R\$ 650,00	R\$ 3,69	R\$ 650,00	R\$ 3,69
Operador - Tipo C	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00

Fonte: Autoria Própria.

A Tabela 4.2 traz os dados de tempos gastos por cada tipo de cargo em cada atividade, a quantidade necessária de cada função na execução, além da quantidade de repetições dentro do mês e o total do tempo utilizado. É importante ressaltar que não foi considerado o tempo ocioso da equipe, por conta das limitações da pesquisa. Ademais, os operadores do tipo A realizam atividades ocasionais, visto que suas respectivas alocações são para projetos. Dessa forma, foram contabilizados apenas os tempos e distribuições respectivos às suas participações na área operacional, sendo que o tempo para projeto não foi incluído no escopo da pesquisa. Por fim, para recapitular, foi utilizada a cronoanálise para a mensuração dos tempos das atividades, sendo que os resultados apresentados na Tabela 4.2 foram obtidos pela média dos tempos de diferentes pessoas de cada cargo.

A decisão por utilizar essa técnica de mensuração é justificada pela inexistência de um sistema no LAB para calcular os tempos das atividades e uso da capacidade produtiva da equipe. Dessa forma, assim como a não inclusão da ociosidade dos operadores, a deliberação se deve a limitações da pesquisa e informações no LAB. Portanto, buscou-se mitigar possíveis incoerências decorrentes das limitações por meio de múltiplas mensurações com diferentes operadores.

Tabela 4.2: Duração de execução das atividades

Código	Period.	Coordenador		Gestor Geral		Consultor técnico		Gestor operacional		Gestor de projetos		Operador - Tipo A		Operador - Tipo B		Operador - Tipo C		Total	Volume mensal	Total mensal
		Tempo	Qtd.	Tempo	Qtd.	Tempo	Qtd.	Tempo	Qtd.	Tempo	Qtd.	Tempo	Qtd.	Tempo	Qtd.	Tempo	Qtd.			
A01	Diário			00:03:00	1,00			00:20:00	1,00									0:23:00	15,000	5:45:00
A02	Diário			00:02:00	1,00	00:05:00	1,00	00:02:00	1,00					00:40:00	0,50	00:40:00	0,50	0:49:00	15,000	12:15:00
A03	Diário							00:03:44	1,00									0:03:44	15,000	0:56:00
A04	Diário							00:04:00	1,00					00:01:00	0,50	00:01:00	0,50	0:05:00	15,000	1:15:00
A05	Diário							00:04:16	1,00									0:04:16	15,000	1:04:00
A06	Diário													00:10:22	1,00			0:10:22	1,000	0:10:22
A07	Diário													00:08:56	1,00			0:08:56	1,000	0:08:56
A08	Diário													00:14:47	1,00			0:14:47	1,000	0:14:47
A09	Diário											00:04:40	0,30	00:04:40	0,30	00:04:40	0,40	0:04:40	113,000	8:47:20
A10	Diário											00:03:14	0,30	00:03:14	0,30	00:03:14	0,40	0:03:14	113,000	6:05:22
A11	Diário											00:04:00	0,30	00:04:00	0,30	00:04:00	0,40	0:04:00	113,000	7:32:00
A12	Diário					00:03:58	0,05							00:03:58	0,95			0:03:58	17,000	1:07:26
A13	Diário					00:00:21	0,05							00:00:21	0,95			0:00:21	17,000	0:05:57
A14	Diário					00:01:15	0,05							00:01:15	0,95			0:01:15	17,000	0:21:15
A15	Diário													00:08:20	1,00			0:08:20	1,000	0:08:20
A16	Diário													00:05:02	1,00			0:05:02	1,000	0:05:02
A17	Diário													00:04:07	1,00			0:04:07	1,000	0:04:07
A18	Diário			00:10:00	1,00	00:30:00	1,00	00:20:00	1,00			06:00:00	0,20	06:00:00	0,60	06:00:00	0,20	7:00:00	2,000	14:00:00
A19	Mensal	03:00:00	1,00	03:00:00	1,00	03:40:00	1,00	04:30:00	2,00	03:00:00	1,00	03:30:00	6,00	04:00:00	3,00	03:03:00	5,00	69:55:00	0,833	58:14:26
A20	Semestral	03:00:00	1,00	03:00:00	1,00	03:40:00	1,00	04:30:00	2,00	03:00:00	1,00	03:30:00	6,00	04:00:00	3,00	03:03:00	5,00	69:55:00	0,167	11:39:10
A21	Mensal	08:00:00	1,00	01:30:00	0,50	01:30:00	0,50											9:30:00	4,000	38:00:00
A22	Mensal	4:00:00	1,00	4:00:00	1,00	1:00:00	1,00	01:00:00	1,00	01:00:00	1,00							11:00:00	1,000	11:00:00
A23	Semanal			00:25:00	1,00	00:20:00	1,00	00:25:00	2,00	00:20:00	1,00	00:20:00	6,00	00:20:00	3,00	00:20:00	5,00	6:35:00	4,000	26:20:00
A24	Diário							00:20:00	1,00			00:10:00	1,00	00:10:00	1,00	00:10:00	1,00	0:50:00	42,000	35:00:00
A25	Diário					00:10:00	1,00	00:30:00	1,00			00:30:00	0,20	00:30:00	0,60	00:30:00	0,20	1:10:00	42,000	49:00:00
A26	Diário	00:11:00	0,08			00:11:00	0,33	00:11:00	0,45					00:11:00	0,14			0:11:00	10,000	1:50:00
A27	Diário			00:40:00	0,05	00:40:00	0,35	00:40:00	0,40					00:40:00	0,40			0:48:00	9,000	7:12:00
A28	Diário							00:10:00	1,00	00:10:00	1,00	00:20:00	1,00	00:20:00	1,00	00:20:00	1,00	1:20:00	21,000	28:00:00
A29	Semestral	00:30:00	1,00	00:30:00	1,00					06:00:00	1,00							7:00:00	0,167	1:10:00
A30	Semanal	00:10:00	1,00	00:10:00	1,00	01:00:00	0,20	01:00:00	0,20	01:30:00	1,00	01:00:00	0,20	01:00:00	0,20	01:00:00	0,20	2:50:00	3,000	8:30:00
A31	Diário							00:20:00	1,00									0:20:00	21,000	7:00:00

Código	Period.	Coordenador		Gestor Geral		Consultor técnico		Gestor operacional		Gestor de projetos		Operador - Tipo A		Operador - Tipo B		Operador - Tipo C		Total	Volume mensal	Total mensal
		Tempo	Qtd.	Tempo	Qtd.	Tempo	Qtd.	Tempo	Qtd.	Tempo	Qtd.	Tempo	Qtd.	Tempo	Qtd.	Tempo	Qtd.			
A32	Semanal	00:05:00	1,00							00:10:00	1,00							0:15:00	12,000	3:00:00
A33	Semestral			01:15:00	1,00			01:15:00	2,00	00:46:00	1,00	00:46:00	6,00	00:46:00	3,00	00:46:00	5,00	15:15:00	0,167	2:32:30
A34	Semestral			01:00:00	1,00	01:30:00	1,00	01:00:00	2,00	01:00:00	1,00	01:00:00	6,00	01:00:00	3,00	01:00:00	5,00	19:30:00	0,167	3:15:00
A35	Semestral			00:15:00	1,00			00:15:00	1,00			00:50:00	2,00	01:30:00	1,00	00:50:00	5,00	7:50:00	0,167	1:18:20
A36	Semestral			00:15:00	1,00			00:15:00	1,00			00:40:00	2,00	01:30:00	1,00	00:40:00	5,00	6:40:00	0,167	1:06:40
A37	Diário			00:05:00	1,00	00:10:00	1,00	00:10:00	1,00	00:05:00	1,00	00:10:00	6,00	00:20:00	3,00			2:30:00	21,000	52:30:00
A38	Semestral			00:30:00	1,00	00:30:00	1,00	01:00:00	1,00	00:30:00	1,00	00:30:00	1,00	00:30:00	1,00	00:30:00	1,00	4:00:00	0,167	0:40:00
A39	Mensal	00:03:00	1,00					00:25:00	1,00			00:06:27	6,00					1:06:42	1,000	1:06:42
A40	Mensal	04:00:00	1,00	02:00:00	1,00													6:00:00	1,000	6:00:00
A41	Semestral	05:00:00	1,00	06:00:00	1,00			12:00:00	1,00					08:00:00	1,00			31:00:00	0,167	5:10:00
A42	Semestral							04:00:00	1,00			01:30:00	2,00	01:30:00	1,00			8:30:00	0,167	1:25:00
A43	Diário							00:05:00	1,00									0:05:00	7,000	0:35:00
A44	Diário							00:02:30	1,00									0:02:30	21,000	0:52:30
A45	Diário			00:02:00	1,00			00:06:30	1,00									0:08:30	7,000	0:59:30
A46	Mensal			00:08:00	0,50			00:08:00	0,50									0:08:00	1,000	0:08:00
A47	Mensal	01:00:00	1,00	00:30:00	1,00			00:30:00	1,00									2:00:00	4,000	8:00:00
A48	Semanal							00:10:00	1,00	00:10:00	1,00	00:10:00	1,00	00:10:00	1,00	00:10:00	1,00	0:50:00	4,000	3:20:00
A49	Mensal			00:30:00	1,00			00:30:00	1,00	03:00:00	0,10	03:00:00	0,20	03:00:00	0,30	03:00:00	0,40	4:00:00	3,000	12:00:00
A50	Semestral			01:00:00	1,00			03:30:00	1,00			03:00:00	0,30	03:00:00	0,40	03:00:00	0,30	7:30:00	1,667	12:30:00
A51	Diário					00:10:00	1,00	00:05:00	1,00			00:10:00	0,40	00:10:00	0,40	00:10:00	0,20	0:25:00	7,000	2:55:00
A52	Mensal							00:05:00	1,00			00:30:00	0,30	00:30:00	0,20	01:00:00	0,50	0:50:00	30,000	25:00:00
A53	Diário					01:10:00	0,40					01:30:00	0,30	01:30:00	0,20	01:53:00	0,10	1:24:18	7,000	9:50:06
A54	Diário					00:25:00	0,40					00:25:00	0,30	00:25:00	0,20	00:25:00	0,10	0:25:00	7,000	2:55:00
A55	Bimestral					00:45:00	1,00							00:45:00	1,00			1:30:00	0,500	0:45:00
A56	Mensal			00:20:00	1,00			01:00:00	1,00	01:00:00	1,00	00:40:00	0,30	00:40:00	0,30	00:40:00	0,40	3:00:00	1,000	3:00:00
A57	Mensal							00:10:00	1,00	00:10:00	1,00	00:20:00	0,30	00:20:00	0,30	00:20:00	0,40	0:40:00	1,000	0:40:00
A58	Mensal							00:04:00	1,00			00:30:00	0,10	00:30:00	0,30	00:30:00	0,60	0:34:00	6,000	3:24:00
A59	Mensal							00:00:20	1,00			00:03:56	0,30	00:03:56	0,40	00:03:56	0,30	0:04:16	5,000	0:21:20
A60	Diário							00:01:00	1,00			00:07:28	0,30	00:07:28	0,30	00:07:28	0,40	0:08:28	10,000	1:24:37

Fonte: Autoria própria.

Vale ressaltar que em muitas atividades uma função pode exigir menos de uma pessoa integral. Isso pode ser explicado pela distribuição de vezes que cada cargo executa determinada procedimento. No caso do processo de impressão – FDM, as atividades são executadas pelos operadores tipos A, B e C, sendo que apenas uma pessoa executa por vez. Todavia, na totalidade de realizações, proporcionalmente o operador tipo C faz a atividade em 40% das vezes, enquanto os operadores tipos A e B efetuam 30%. Essa distribuição foi feita por meio da observação do cotidiano do Laboratório, informações de bancos de dados de diferentes áreas e de entrevistas com os membros do Laboratório.

A partir dos dados de custos de cada cargo foi possível calcular o consumo financeiro de cada atividade. Para isso, multiplicou-se o tempo desempenhado por cada função por sua quantidade de execução e pelo custo da hora. Com isso, obteve-se o custo mensal de cada atividade do Laboratório. As exceções desse cálculo são os processos primários, uma vez que o custo deles será atribuído de forma unitária dentro do cálculo do custo do processo, enquanto os custos dos processos de suporte e gerenciais serão alocados em sua totalidade via rastreamento e, caso necessário, rateio. Dessa forma, deve-se ter os dados de custo total mensal de cada atividade referente a esses tipos de processos. A Tabela 4.3 exemplifica esse cálculo com as atividades de reunião semanal (A23) e analisar pedidos (A24), ambas integrantes do processo de gestão operacional (PG02).

Tabela 4.3: Distribuição de custo de mão de obra nas atividades A23 e A24

Tipo	A23			A24		
	Tempo	Qtd.	Exec.	Tempo	Qtd.	Exec.
Coordenador	0	0	0	0	0	
Gestor Geral	00:25:00	1	4	0	0	
Consultor técnico	00:20:00	1	4	0	0	
Gestor operacional	00:25:00	2	4	00:20:00	1	44
Gestor de projetos	00:20:00	1	4	0	0	
Operador - Tipo A	00:20:00	6	4	00:10:00	1	44
Operador - Tipo B	00:20:00	3	4	00:10:00	1	44
Operador - Tipo C	00:20:00	5	4	00:10:00	1	
<b>Custo Total Unitário</b>	R\$	80,12		R\$	49,04	
<b>Custo Total Unitário com Benefício</b>	R\$	3,13		R\$	3,13	
<b>Custo Mensal</b>	R\$	320,49		R\$	131,25	
<b>Custo Mensal com Benefício</b>	R\$	196,16		R\$	131,25	

Fonte: Autoria própria.

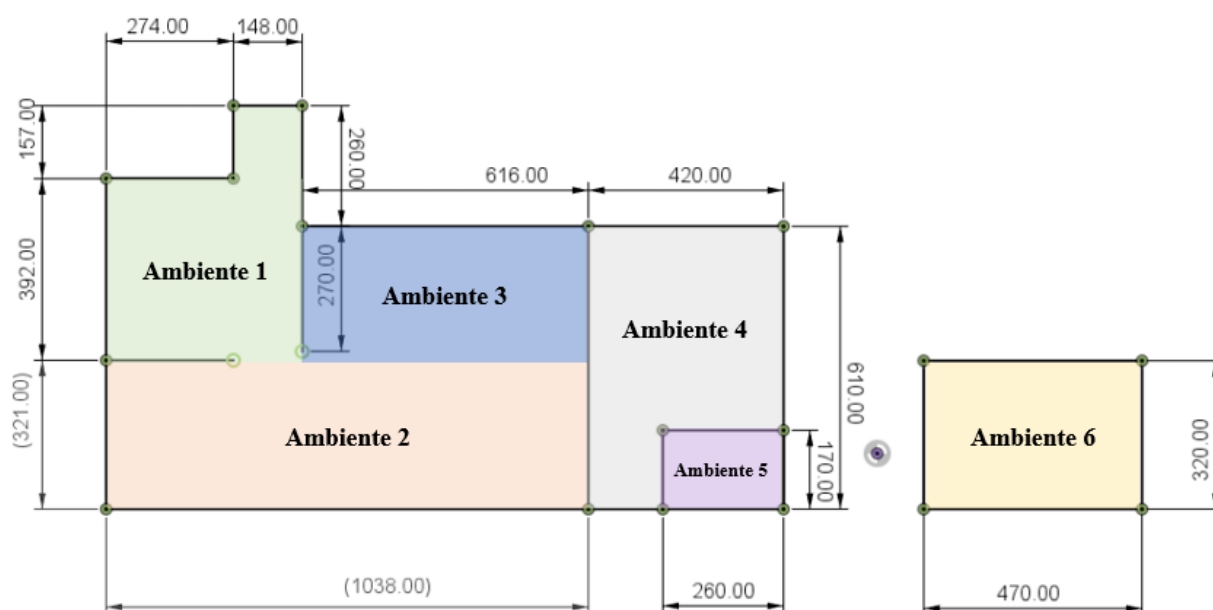
A reunião semanal ocorre quatro vezes durante o mês, sendo que em sua realização, com exceção do coordenador do Laboratório, todos os integrantes estão presentes. Dessa forma, o custo da atividade cresce drasticamente se comparada a atividade de analisar pedidos, que ocorre de forma mais rápida e com menos integrantes.

Em relação às execuções, a atividade A24 ocorre duas vezes por dia, no início de cada turno, totalizando 42 práticas dentro de um mês comercial (21 dias úteis). Esses custos serão atribuídos aos processos primários de forma proporcional à frequência de serviço de cada tipo processo dentro da produção do Laboratório.

#### 4.7.2 Custos indiretos gerais

Também é a partir da informação de total de tempo consumido por cada atividade que esta etapa de cálculo dos custos pode ser efetuada. Após a obtenção dos dados de tempo, serão alocados os **custos indiretos gerais**. Esses custos são os que estão presentes em todas as atividades: **aluguel, água, energia elétrica, ar-condicionado**. Eles foram distribuídos com base em dois critérios: espaço ocupado no Laboratório e tempo total mensal. A Figura 4.10 mostra a planta baixa do LAB, esta sendo dividida em seis áreas. Cada atividade foi alocada a uma respectiva área, sendo que os custos de cada setor foram alocados proporcionalmente ao tempo total que a atividade utilizou do ambiente. A relação de áreas do Laboratório e atividades está demonstrada na Tabela 4.4.

Figura 4.10: Planta Baixa do LAB



Fonte: Autoria própria.

Tabela 4.4: Distribuição das atividades nos ambientes

Ambiente	Atividades
1	A19, A20, A21, A22, A23, A27, A33, A34, A35, A36, A42, A56
2	A01, A02, A03, A15, A16, A17, A18, A24, A25, A26, A31, A37, A38, A39, A40, A41, A43, A44, A45, A46, A47, A48, A49, A50, A57, A59
3	A04, A09, A10, A11, A51, A52, A53, A54, A58, A60
4	A05, A28, A29, A30, A32
5	A06, A07, A08
6	A12, A13, A14, A55

Fonte: Autoria própria.

Para o cálculo foi necessário obter informações dos valores dos custos de cada tipo de recurso, estes sendo encontrados via pesquisa em diferentes fornecedores. Foi necessário dividir o valor do custo de luz e ar-condicionado por conta da diferença de quantidade de equipamentos existentes. Em relação ao consumo de água, foi utilizado o valor elaborado por Nunes (2006), que considera o consumo de seis litros diários por m<sup>2</sup> de estabelecimento. A Tabela 4.5 resume os custos de cada área, assim como os métodos de cálculo do custo. Vale ressaltar que o valor da água está em sua totalidade no mês, sendo apenas dividido proporcionalmente para cada área.

Tabela 4.5: Custos Indiretos Gerais

Recurso	Unidade de medida	Forma de cálculo	Custo
Aluguel (m <sup>2</sup> )	m <sup>2</sup>	Valor do m <sup>2</sup> e condomínio de espaços na Asa Norte	R\$ 65,00
Luz - Ambiente 1	kWh	Potência das lâmpadas * Quantidade * Tarifa de luz	R\$ 0,10
Luz - Ambiente 2	kWh		R\$ 0,14
Luz - Ambiente 3	kWh		R\$ 0,12
Luz - Ambiente 4	kWh		R\$ 0,11
Luz - Ambiente 5	kWh		R\$ 0,04
Luz - Ambiente 6	kWh		R\$ 0,04
Água	m <sup>3</sup>	Consumo de água * Área * Dias úteis * Tarifa de água	R\$ 193,16
Ar-condicionado - Ambiente 1, 2, 3	kWh	Potência do ar-condicionado * Tarifa de luz * Total de horas	R\$ 6,38
Ar-condicionado - Ambiente 4, 5	kWh		R\$ 3,19
Ar-condicionado - Ambiente 6	kWh		R\$ 11,19

Fonte: Autoria própria.

Com os valores das áreas de cada setor, o tempo total de utilização e custo de cada recurso, torna-se possível o cálculo dos custos indiretos gerais. Para o consumo de energia, tanto da luz quanto ar-condicionado, foi considerado que os equipamentos ficam ligados durante oito horas por dia útil do mês comercial. A Tabela 4.6 mostra os resultados obtidos para os seis ambientes, assim como a soma de tempo total mensal de todas as atividades realizadas naquele local e sua respectiva área.

Tabela 4.6: Cálculo de custos por Ambiente

Ambiente	Tempo Total	Espaço (m <sup>2</sup> )	Custo de aluguel	Custo de energia (Luz)	Custo de energia (Ar-condicionado)	Custo de Água
1	165:03:06	18,87	R\$ 1.226,55	R\$ 17,24	R\$ 294,08	R\$ 33,29
2	230:56:31	33,32	R\$ 2.165,80	R\$ 24,13	R\$ 519,27	R\$ 58,79
3	69:08:25	16,63	R\$ 1.080,95	R\$ 20,68	R\$ 259,17	R\$ 29,34
4	41:44:00	21,2	R\$ 1.378,00	R\$ 18,14	R\$ 330,39	R\$ 37,40
5	0:34:05	4,42	R\$ 287,30	R\$ 6,89	R\$ 68,88	R\$ 7,80
6	2:19:38	15,04	R\$ 977,60	R\$ 6,89	R\$ 38,72	R\$ 26,54
Total	509:45:45	109,48	R\$ 7.116,20	R\$ 93,99	R\$ 1.647,49	R\$ 193,16

Fonte: Autoria própria.

A partir dos custos de integrais de cada ambiente, foi possível alocar de forma ponderada os gastos nas atividades. Isso ocorreu via percentual do tempo total ambiente utilizado para a realização da atividade. A Tabela 4.7 mostra esse procedimento realizado no ambiente 4, este sendo repetido para todos os outros setores.

Tabela 4.7: Cálculo de custos do Ambiente 4

Atividade	Tempo Total	Proporção de Tempo	Aluguel	Energia (Luz)	Energia (Ar)	Água	Total
A05	01:04:00	2,56%	R\$ 35,22	R\$ 0,46	R\$ 11,34	R\$ 0,96	R\$ 47,98
A28	28:00:00	67,09%	R\$ 924,54	R\$ 12,17	R\$ 297,72	R\$ 25,09	R\$ 1.259,52
A29	1:10:00	2,80%	R\$ 38,52	R\$ 0,51	R\$ 12,40	R\$ 1,05	R\$ 52,48
A30	8:30:00	20,37%	R\$ 280,66	R\$ 3,70	R\$ 90,38	R\$ 7,62	R\$ 382,35
A32	3:00:00	7,19%	R\$ 99,06	R\$ 1,30	R\$ 31,90	R\$ 2,69	R\$ 134,95

Fonte: Autoria própria.

### 4.7.3 Custos indiretos específicos

Após distribuir os custos indiretos que ocorrem em todas as atividades, deve-se organizar os custos específicos à algumas atividades. Dentre esses custos, temos os maquinários, calculados via depreciação. Para isso, obtiveram-se informações com os fornecedores dos equipamentos e com os membros do Laboratório que possuem conhecimento técnico acerca dos aparelhos.

Para a depreciação, o cálculo foi feito pela divisão do valor depreciável, isto é, o valor de aquisição subtraído do valor residual (valor de venda após o uso) por sua vida útil. Os dados de aquisição foram obtidos via notas fiscais do Laboratório ou pesquisa de preços em fornecedores; já o valor residual foi obtido via pesquisa em sites de revenda. Para o cálculo, também foi considerado a quantidade de cada tipo de equipamento, para retratar os custos reais de aquisição. Por fim, a vida útil foi estabelecida segundo a análise do consultor técnico. A Tabela 4.8 traz o resultado do cálculo de depreciação, sendo que foi necessário colocar a depreciação com base mensal. Para isso, utilizou-se o histórico de produção do Laboratório, com a média de tempo gasto por cada equipamento durante o mês.

Tabela 4.8: Cálculo de depreciação

Código	Custo de Aquisição	Vida útil (ano)	Valor residual	Quantidade	Tempo de utilização (horas)	Depreciação (hora)
RM01	R\$ 6.032,00	7	R\$ 1.500,00	3	152,33	R\$ 0,35
RM02	R\$ 3.802,87	7	R\$ 800,00	36	14,02	R\$ 2,55
RM03	R\$ 3.499,00	10	R\$ 800,00	1	3,33	R\$ 6,75
RM04	R\$ 4.700,00	7	R\$ 1.000,00	2	11,17	R\$ 3,94
RM05	R\$ 40.000,00	15	R\$ 10.000,00	1	1,70	R\$ 98,04
RM06	R\$ 32.990,00	15	R\$ 4.500,00	1	7,00	R\$ 22,61
RM07	R\$ 30,00	7	R\$ -	39	14,02	R\$ 0,03

Fonte: Autoria própria.

Além do valor depreciável, foi levantado o gasto de energia dos equipamentos quando estes estão operando. Embora seja um custo direto, o gasto da energia nesse caso foi somado com o valor de depreciação, tendo em vista que ambos são calculados via utilização por hora do maquinário. Isso foi feito com o intuito de simplificar as estimativas futuras. A Tabela 4.9 retrata o gasto de energia, multiplicando a potência dos equipamentos pela tarifa de energia. Os dados foram obtidos nas especificações técnicas do maquinário e no site de fornecedores de energia. Por fim, a Tabela 4.9 também contém o valor final do custo da hora de cada equipamento.

Tabela 4.9: Cálculo do custo/hora dos equipamentos

Maquinário	Código	Potência (kW)	kWh	Custo/hora
Computador	RM01	0,35	R\$ 0,20	R\$ 0,55
Impressora 3D Prusa MK3	RM02	0,10	R\$ 0,06	R\$ 2,61
Impressora 3D Photon	RM03	0,04	R\$ 0,02	R\$ 6,77
Impressora 3D Ender5	RM04	0,31	R\$ 0,18	R\$ 4,12
Cortadora a Laser	RM05	1,67	R\$ 0,95	R\$ 98,99
Scanner 3D	RM06	0,03	R\$ 0,02	R\$ 22,63
Cartão SD	RM07	-	-	R\$ 0,03

Fonte: Autoria própria.

Embora o custo da cortadora a laser (RM05) esteja muito maior do que os demais, é importante ressaltar que a produção via corte a laser é muito mais rápida, sendo que muitas vezes a duração não ultrapassa um minuto. Dessa forma, ao utilizar o valor do custo/hora neste contexto, o custo unitário não é tão alto quanto aparenta. Outro ponto relevante é a taxa de uso dos equipamentos. As impressoras 3D de tecnologia FDM (RM02 e RM04) possuem muitas horas de uso mensal, reduzindo o valor da hora por conta da melhor distribuição de ocorrências. Todavia, no caso do



Scanner 3D e Cortadora a Laser isso não ocorre, tendo em vista o menor volume de produção por meio dessas tecnologias.

Por fim, em relação à depreciação das impressoras 3D de FDM, foi utilizada a média ponderada da taxa de uso para encontrar o valor depreciável que será utilizado no cálculo de custos do serviço. Dessa forma, em uma distribuição de 98% para a impressora Prusa MK3 (RM02) e 2% para a Ender 5 (RM04), o custo/hora da impressão 3D via FDM foi de R\$ 2,64.

Em adição ao cálculo do custo dos equipamentos, há diversos outros custos indiretos específicos no Laboratório. Dentre eles, pode-se mencionar o custo com o sistema de comunicação interno, Microsoft *Teams*, e itens de papelaria. Para a definição destes gastos, foram determinadas as atividades que utilizam cada recurso (Tabela 4.5) e somadas as horas totais da utilização desses recursos no mês. Em seguida, o custo do recurso na atividade se deu pelo percentual do tempo utilizado para aquela situação no mês multiplicado pelo seu custo total. Esse último valor foi definido de duas formas: em caso de *softwares* com licença, pesquisaram-se os preços da mensalidade; já em casos de itens de consumo, como os de papelaria, somaram-se todos os custos de notas fiscais desses recursos dos últimos dois anos e distribuiu o custo por determinado período. No caso dos itens de papelaria, foi feita uma previsão de duração de quatro anos, com uma adição de custo para compras ocasionais. A Tabela 4.10 mostra os custos indiretos específicos, sua utilização e custo total dentro do mês.

Tabela 4.10: Custos Indiretos Específicos

<b>Recurso</b>	<b>Custo mensal</b>	<b>Total de Horas mensal</b>
Internet	R\$ 399,00	456:51:45
Microsoft Teams	R\$ 548,60	427:45:35
Licença Fusion 360	R\$ 1.039,42	55:33:20
Utilitários de processamento de peças	R\$ 117,70	8:47:00
Utilitários de manutenção	R\$ 73,85	39:09:43
Itens de papelaria	R\$ 300,00	366:26:11
Peças de manutenção	R\$ 72,25	9:50:06

Fonte: Autoria própria.

No caso dos custos indiretos específicos, alguns apresentam isenção por conta da Universidade de Brasília. Dessa forma, o Laboratório não arca com os gastos de *internet* e licenças de sistemas. Portanto, deve-se fazer uma distinção dos dois tipos de custos, assim como foi feito no caso da mão de obra. Ademais, no caso da utilização dos computadores e impressoras de FDM, o cálculo foi feito pela multiplicação do total de horas pelo custo da hora dos equipamentos. A Tabela 4.11 retrata os custos indiretos específicos das atividades de reunião semanal (A23) e analisar pedidos (A24), ambas integrantes do processo de gestão operacional (PG02).

Tabela 4.11: Distribuição de custos indiretos específicos nas atividades A23 e A24

Recurso	A23			A24		
	Tempo	26:20:00		Tempo	35:00:00	
	Utiliza?	%	Custo	Utiliza?	%	Custo
Internet	X	5,8%	R\$ 23,00	X	7,7%	R\$ 30,57
Microsoft Teams	X	6,2%	R\$ 33,77	X	8,2%	R\$ 44,89
Licença Fusion 360						
Utilitários de processamento de peças						
Utilitários de manutenção						
Itens de Papelaria	X	7,2%	R\$ 21,56	X	9,6%	R\$ 28,65
Peças de manutenção						
Computador	X		R\$ 1,29	X		R\$ 6,09
Impressora 3D FDM						
<b>Custo Mensal</b>		R\$ 79,62		R\$ 110,20		
<b>Custo Mensal com Benefício</b>		R\$ 22,85		R\$ 34,74		

Fonte: Autoria própria.

#### 4.7.4 Custos diretos

Como última fase antes da distribuição dos custos, deve-se encontrar os custos diretos de cada atividade. Para isso, foi realizado um levantamento de consumo de material em cada atividade. O cálculo do custo ocorreu via multiplicação do custo unitário do material pela quantidade consumida. A Tabela 4.12 mostra os recursos consumidos diretamente, o custo de aquisição e o custo mínimo unitário, este que representa o gasto de uma quantidade da unidade de medida. No caso do *spray* adesivo para impressão 3D, a unidade de medida é a grama, sendo que o produto possui 110 gramas e custa R\$ 21,50. Dessa forma, o custo mínimo unitário é de R\$ 0,20. Os valores foram obtidos via informações de notas fiscais ou pesquisa em *sites* de fornecedores.

Tabela 4.12: Custos Diretos

Recurso	Custo	Custo Unitário
Filamento	R\$ 100,00	R\$ 0,10
Spray Adesivo	R\$ 21,85	R\$ 0,20
Papel toalha	R\$ 3,25	R\$ 0,03
Álcool 70%	R\$ 9,60	R\$ 0,01
Óleo lubrificador	R\$ 6,99	R\$ 0,07
Copo descartável	R\$ 3,40	R\$ 0,03
Álcool isopropílico	R\$ 35,00	R\$ 0,04
Saco ziplock	R\$ 9,97	R\$ 1,25
Luva descartável	R\$ 25,00	R\$ 0,25
Máscara	R\$ 13,50	R\$ 0,27
Cotonete	R\$ 1,95	R\$ 0,03
Água deionizada	R\$ 14,20	R\$ 2,84
Desengordurante	R\$ 5,25	R\$ 5,25

Fonte: Autoria própria.

Na Tabela 4.12, não foram adicionados os valores de resina de impressão via SLA (RP10) e chapa de corte a laser (RP11). Isso se deve ao fato deles não serem utilizados de forma fixa nas atividades, uma vez que o volume utilizado em cada serviço varia conforme as especificidades do pedido. O filamento para impressão 3D via FDM (RP01) aparece na Tabela 4.12, pois existem atividades de manutenção que utilizam de forma fixa esse material. Os três recursos estarão na fórmula de cálculo de custos dos seus respectivos processos como variáveis. A equação para o cálculo de custos será apresentada ao final da aplicação do método, após os custos dos processos de suporte e gerenciais serem rastreados.

Para exemplificar a alocação dos custos diretos será utilizado as atividades de *setup* de impressão – SLA (A06) e finalização da impressão - SLA (A08), ambas do processo primário de impressão via SLA (PP02). Os custos apresentados são fixos, isso significa que sempre que acontecer uma impressão, serão utilizadas as quantidades apresentadas do material. O levantamento do consumo foi realizado via observação da prática do procedimento. A Tabela 4.13 retrata o custo direto das atividades, sendo que a coluna “Quantidade” representa o consumo dos recursos pela atividade.

Tabela 4.13: Distribuição de custos diretos nas atividades A06 e A08

Recurso	A06		A08	
	Quantidade	Custo	Quantidade	Custo
Filamento				
Spray Adesivo				
Papel toalha	4	R\$ 0,11	10	R\$ 0,27
Álcool 70%				
Óleo lubrificador				
Copo descartável			1	R\$ 0,03
Álcool isopropílico	1	R\$ 0,04	14	R\$ 0,49
Saco ziplock				
Luva descartável	1	R\$ 0,25	1	R\$ 0,25
Máscara	1	R\$ 0,27	1	R\$ 0,27
Cotonete				
Água deionizada				
Desengordurante				
<b>Custo por execução</b>		<b>R\$ 0,66</b>		<b>R\$ 1,31</b>

Fonte: Autoria própria.

Portanto, sempre que for realizada uma impressão 3D via tecnologia SLA, haverá o custo fixo de R\$ 1,97 reais, somando as duas partes da atividade. Dessa forma, caso o serviço solicite 10 impressões, esse valor será cobrado dez vezes. Para os custos diretos de atividades de suporte, como a manutenção preventiva das impressoras FDM (A52), foi mensurado o custo por execução e multiplicado pelo total de realizações dentro do mês, sendo que esse valor foi levantado na primeira etapa do cálculo dos custos.

## 4.8 MEDIÇÃO DOS CUSTOS DOS PROCESSOS

A partir dos dados na etapa anterior, torna-se possível calcular os custos dos processos. Essa etapa também será faseada de forma a deixar o procedimento mais organizado. Dessa forma, serão primeiramente somados os custos de cada fase da etapa anterior do método. Com isso, será obtido o gasto mensal de cada um dos processos primários, de suporte e gerenciais. Em seguida, os gastos das últimas duas categorias serão distribuídos entre os processos primários via rastreamento da utilização. Por fim, será elaborada uma fórmula do cálculo de custos para cada processo primário, onde haverá os custos indiretos e diretos dos processos e os custos dos processos secundários.

### 4.8.1 Custos dos processos de suporte e gerenciais

Primeiramente, levantou-se o total de gasto de cada processo via o somatório dos custos das atividades que os compõem. Para isso, serão considerados os custos de mão de obra, indiretos gerais, indiretos específicos e diretos. Para todas as atividades serão desenvolvidos tanto o cálculo dos custos totais sem benefícios quanto com a redução das despesas. A segunda categoria ocorre por conta de o LAB ser vinculado à UnB, não havendo cobrança de:

- Custos indiretos gerais (aluguel, energia, água);
- Alguns custos indiretos específicos (*internet*, licenças do *Fusion 360* e *Microsoft Teams*);
- Mão de obra (coordenador e redução do custo do gestor geral).

A Tabela 4.14 retrata a soma dos diferentes tipos de custos de cada atividade e o total do processo.

Tabela 4.14: Custos totais dos processos

Atividade	Mão de Obra	Mão de Obra com benefício	Custos indiretos gerais	Custos indiretos específicos	Custos indiretos específicos com benefício	Custos diretos	Custo Total	Custo com benefício (UnB)	Custo do Processo	Custo do Processo com benefício (UnB)
A01	R\$ 84,15	R\$ 28,20	R\$ 68,92	R\$ 20,29	R\$ 7,89	R\$ -	R\$ 173,35	R\$ 36,09		
A02	R\$ 160,88	R\$ 123,58	R\$ 146,82	R\$ 272,41	R\$ 16,81	R\$ -	R\$ 580,12	R\$ 140,39		
A03	R\$ 4,51	R\$ 4,51	R\$ 11,19	R\$ 2,53	R\$ 0,52	R\$ -	R\$ 18,22	R\$ 5,02	R\$ 897,99	R\$ 229,70
A04	R\$ 5,29	R\$ 5,29	R\$ 25,13	R\$ 21,16	R\$ 18,47	R\$ 18,69	R\$ 70,28	R\$ 42,45		
A05	R\$ 5,15	R\$ 5,15	R\$ 47,98	R\$ 2,89	R\$ 0,59	R\$ -	R\$ 56,02	R\$ 5,74		
A06	R\$ 0,64	R\$ 0,64	R\$ 119,99	R\$ 0,32	R\$ 0,10	R\$ 0,66	R\$ 121,61	R\$ 1,40		
A07	R\$ 0,55	R\$ 0,55	R\$ 103,40	R\$ 0,27	R\$ 0,08	R\$ -	R\$ 104,23	R\$ 0,63	R\$ 399,38	R\$ 4,46
A08	R\$ 0,91	R\$ 0,91	R\$ 171,11	R\$ 0,20	R\$ 0,20	R\$ 1,31	R\$ 173,54	R\$ 2,43		
A09	R\$ 23,97	R\$ 23,97	R\$ 176,71	R\$ 16,14	R\$ 4,87	R\$ 18,63	R\$ 235,45	R\$ 47,47		
A10	R\$ 16,61	R\$ 16,61	R\$ 122,44	R\$ 11,18	R\$ 3,37	R\$ -	R\$ 150,22	R\$ 19,98	R\$ 728,73	R\$ 252,45
A11	R\$ 20,55	R\$ 20,55	R\$ 151,47	R\$ 167,13	R\$ 160,55	R\$ 3,92	R\$ 343,05	R\$ 185,01		
A12	R\$ 8,44	R\$ 8,44	R\$ 506,96	R\$ 2,06	R\$ 0,62	R\$ -	R\$ 517,46	R\$ 9,06		
A13	R\$ 0,74	R\$ 0,74	R\$ 44,73	R\$ 0,18	R\$ 0,05	R\$ -	R\$ 45,66	R\$ 0,80	R\$ 725,53	R\$ 12,52
A14	R\$ 2,66	R\$ 2,66	R\$ 159,76	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ 162,41	R\$ 2,66		
A15	R\$ 0,51	R\$ 0,51	R\$ 1,66	R\$ 0,26	R\$ 0,08	R\$ -	R\$ 2,43	R\$ 0,59		
A16	R\$ 0,31	R\$ 0,31	R\$ 1,01	R\$ 0,05	R\$ 0,05	R\$ -	R\$ 1,36	R\$ 0,36	R\$ 5,00	R\$ 1,24
A17	R\$ 0,25	R\$ 0,25	R\$ 0,82	R\$ 0,13	R\$ 0,04	R\$ -	R\$ 1,20	R\$ 0,29		
A18	R\$ 149,43	R\$ 124,56	R\$ 167,80	R\$ 311,33	R\$ 19,21	R\$ -	R\$ 628,56	R\$ 143,78	R\$ 628,56	R\$ 143,78
A19	R\$ 851,06	R\$ 437,45	R\$ 554,40	R\$ 178,91	R\$ 53,35	R\$ -	R\$ 1.584,37	R\$ 490,80		
A20	R\$ 170,28	R\$ 87,53	R\$ 110,92	R\$ 41,11	R\$ 15,99	R\$ -	R\$ 322,32	R\$ 103,52	R\$ 6.686,11	R\$ 1.006,72
A21	R\$ 3.389,09	R\$ 256,19	R\$ 361,73	R\$ 120,78	R\$ 38,86	R\$ -	R\$ 3.871,60	R\$ 295,06		
A22	R\$ 773,30	R\$ 111,25	R\$ 104,71	R\$ 29,80	R\$ 6,09	R\$ -	R\$ 907,81	R\$ 117,34		
A23	R\$ 320,49	R\$ 196,16	R\$ 250,67	R\$ 79,62	R\$ 22,85	R\$ -	R\$ 650,79	R\$ 219,01		
A24	R\$ 131,25	R\$ 131,25	R\$ 419,50	R\$ 110,20	R\$ 34,74	R\$ -	R\$ 660,95	R\$ 165,99		
A25	R\$ 730,63	R\$ 730,63	R\$ 587,30	R\$ 146,31	R\$ 40,67	R\$ -	R\$ 1.464,23	R\$ 771,29	R\$ 5.091,30	R\$ 1.529,68
A26	R\$ 66,67	R\$ 53,33	R\$ 21,97	R\$ 3,10	R\$ 1,50	R\$ -	R\$ 91,74	R\$ 54,83		
A27	R\$ 212,45	R\$ 190,07	R\$ 68,54	R\$ 12,18	R\$ 5,89	R\$ -	R\$ 293,18	R\$ 195,97		
A28	R\$ 97,44	R\$ 97,44	R\$ 1.259,52	R\$ 573,46	R\$ 25,14	R\$ -	R\$ 1.930,42	R\$ 122,58		

Atividade	Mão de Obra	Mão de Obra com beneficio	Custos indiretos gerais	Custos indiretos específicos	Custos indiretos específicos com beneficio	Custos diretos	Custo Total	Custo com beneficio (UnB)	Custo do Processo	Custo do Processo com beneficio (UnB)
A29	R\$ 19,07	R\$ 5,28	R\$ 52,48	R\$ 2,62	R\$ 1,60	R\$ -	R\$ 74,17	R\$ 6,88	R\$ 1.036,11	R\$ 154,06
A30	R\$ 163,54	R\$ 80,78	R\$ 382,35	R\$ 29,99	R\$ 11,67	R\$ -	R\$ 575,88	R\$ 92,45		
A31	R\$ 33,81	R\$ 33,81	R\$ 83,90	R\$ 24,70	R\$ 9,61	R\$ -	R\$ 142,40	R\$ 43,41		
A32	R\$ 100,57	R\$ 9,66	R\$ 134,95	R\$ 8,13	R\$ 1,66	R\$ -	R\$ 243,65	R\$ 11,32		
A33	R\$ 24,85	R\$ 9,31	R\$ 24,19	R\$ 6,89	R\$ 1,41	R\$ -	R\$ 55,93	R\$ 10,72	R\$ 1.611,08	R\$ 568,01
A34	R\$ 42,99	R\$ 30,56	R\$ 30,94	R\$ 8,81	R\$ 1,80	R\$ -	R\$ 82,74	R\$ 32,36		
A35	R\$ 5,96	R\$ 2,85	R\$ 12,43	R\$ 27,96	R\$ 0,72	R\$ -	R\$ 46,35	R\$ 3,57		
A36	R\$ 5,66	R\$ 2,55	R\$ 10,58	R\$ 3,01	R\$ 0,62	R\$ -	R\$ 19,24	R\$ 3,16		
A37	R\$ 636,26	R\$ 505,71	R\$ 629,25	R\$ 115,67	R\$ 2,49	R\$ -	R\$ 1.381,18	R\$ 508,20		
A38	R\$ 15,30	R\$ 9,08	R\$ 7,99	R\$ 2,35	R\$ 0,91	R\$ -	R\$ 25,64	R\$ 10,00		
A39	R\$ 10,04	R\$ 5,49	R\$ 13,32	R\$ 3,92	R\$ 1,53	R\$ -	R\$ 27,29	R\$ 7,02		
A40	R\$ 523,64	R\$ 10,80	R\$ 71,91	R\$ 21,17	R\$ 8,23	R\$ -	R\$ 616,72	R\$ 19,03	R\$ 919,83	R\$ 61,91
A41	R\$ 170,34	R\$ 19,98	R\$ 61,93	R\$ 18,23	R\$ 7,09	R\$ -	R\$ 250,50	R\$ 27,07		
A42	R\$ 6,84	R\$ 6,84	R\$ 13,49	R\$ 5,00	R\$ 1,94	R\$ -	R\$ 25,33	R\$ 8,79		
A43	R\$ 2,82	R\$ 2,82	R\$ 6,99	R\$ 2,06	R\$ 0,80	R\$ -	R\$ 11,87	R\$ 3,62		
A44	R\$ 4,23	R\$ 4,23	R\$ 10,49	R\$ 3,09	R\$ 1,20	R\$ -	R\$ 17,80	R\$ 5,43	R\$ 725,96	R\$ 41,08
A45	R\$ 22,33	R\$ 4,92	R\$ 11,89	R\$ 3,50	R\$ 1,36	R\$ -	R\$ 37,71	R\$ 6,28		
A46	R\$ 5,66	R\$ 0,68	R\$ 1,60	R\$ 0,47	R\$ 0,18	R\$ -	R\$ 7,72	R\$ 0,86		
A47	R\$ 533,30	R\$ 20,45	R\$ 95,89	R\$ 21,68	R\$ 4,43	R\$ -	R\$ 650,86	R\$ 24,88		
A48	R\$ 12,50	R\$ 12,50	R\$ 39,95	R\$ 11,76	R\$ 4,57	R\$ -	R\$ 64,21	R\$ 17,07		
A49	R\$ 151,28	R\$ 39,38	R\$ 143,83	R\$ 42,34	R\$ 16,47	R\$ -	R\$ 337,44	R\$ 55,84	R\$ 772,57	R\$ 142,72
A50	R\$ 176,99	R\$ 52,65	R\$ 149,82	R\$ 44,10	R\$ 17,15	R\$ -	R\$ 370,91	R\$ 69,81		
A51	R\$ 100,39	R\$ 100,39	R\$ 58,64	R\$ 13,40	R\$ 7,12	R\$ -	R\$ 172,44	R\$ 107,51	R\$ 1.581,96	R\$ 751,70
A52	R\$ 47,44	R\$ 47,44	R\$ 502,65	R\$ 62,97	R\$ 62,97	R\$ 35,07	R\$ 648,14	R\$ 145,48		
A53	R\$ 286,09	R\$ 286,09	R\$ 197,74	R\$ 98,85	R\$ 98,85	R\$ 3,47	R\$ 586,16	R\$ 388,41		
A54	R\$ 100,21	R\$ 100,21	R\$ 58,64	R\$ 11,59	R\$ 5,31	R\$ 4,78	R\$ 175,23	R\$ 110,30		
A55	R\$ 31,38	R\$ 31,38	R\$ 338,30	R\$ -	R\$ -	R\$ 34,76	R\$ 404,45	R\$ 66,15		
A56	R\$ 38,14	R\$ 13,28	R\$ 28,56	R\$ 10,58	R\$ 4,12	R\$ -	R\$ 77,29	R\$ 17,39	R\$ 222,61	R\$ 41,18
A57	R\$ 2,52	R\$ 2,52	R\$ 7,99	R\$ 1,81	R\$ 0,37	R\$ 0,06	R\$ 12,38	R\$ 2,95		
A58	R\$ 6,88	R\$ 6,88	R\$ 68,36	R\$ 12,00	R\$ 4,67	R\$ -	R\$ 87,23	R\$ 11,54		
A59	R\$ 1,15	R\$ 1,15	R\$ 4,26	R\$ 0,96	R\$ 0,20	R\$ 0,31	R\$ 6,69	R\$ 1,66		
A60	R\$ 4,20	R\$ 4,20	R\$ 28,35	R\$ 6,48	R\$ 3,44	R\$ -	R\$ 39,03	R\$ 7,64		

Fonte: Autoria própria.

#### 4.8.2 Distribuição dos custos nos processos primários

De forma que os valores obtidos dos processos na etapa anterior estejam presentes no cálculo de custos da produção do Laboratório, é necessária a distribuição deles nos processos primários. No método de custeio ABC isso é feito por meio do rastreamento e rateio dos processos secundários. Para a realidade do Laboratório, foi escolhido a distribuição das atividades de forma individual, uma vez que algumas atribuições apresentam relações de proporcionalidade com a quantidade de serviços do LAB. Dessa forma, há três formas de distribuir uma atividade:

- Alocação utilizando a proporção de serviços prestados de cada tipo de processo no intervalo mensal, válido para os casos de atividades que estão relacionados com a produção, como a reunião semanal (A23). Para isso, foi obtida a média dos serviços dos últimos quatro meses do LAB;
- Distribuição de forma igualitária entre todos os processos primários (20%). Essa repartição funciona para atividades como organizar processo seletivo (A40), que ocorrem independentemente do volume de produção de cada tipo;
- Divisão arbitrária em situações em que a atividade é específica para um processo, como manutenção da cortadora a laser (A55). Caso o processo primário de corte a laser não existisse, essa atividade não seria realizada.

Vale ressaltar que o processo primário de prestação de serviços (PP01) não está incluso nessa divisão, uma vez que ele será distribuído diretamente nos outros processos primários. Como informado no início do método, essa categoria foi criada para simplificar a aplicação dos cálculos, pois todos os processos primários possuem as atividades da prestação de serviço em seu fluxo. Dessa forma, a retirada desse procedimento desta etapa serviu para evitar redundâncias e possíveis erros de rateio.

Para a primeira categoria de divisão, alocação proporcional à quantidade de serviços, foi utilizado do histórico de produção do LAB para melhorar a eficiência do procedimento. Portanto, buscou-se tornar o mais próximo da realidade do Laboratório para mitigar equívocos do rateio. A Tabela 4.15 mostra a média do total de pedidos realizados nos meses de abril, maio, junho, julho. Complementarmente, a Tabela 4.16 traz a informação da média de realização de cada tipo de processo em um mês de operação, sendo que os dados foram ajustados de forma que cada processo tivesse ao menos 4,0% de volume na divisão dos custos.

Tabela 4.15: Total de pedidos nos últimos quatro meses

<b>Mês</b>	<b>Total de pedidos</b>
Abril	16
Maio	12
Junho	15
Julho	16
<b>Média mensal</b>	<b>15</b>

Fonte: Autoria própria.

Tabela 4.16: Distribuição dos pedidos por tipo de produção

<b>Tipo</b>	<b>Processo</b>	<b>% de pedidos</b>
Impressão 3D – SLA	PP02	4,0%
Impressão 3D – FDM	PP03	60,9%
Corte a Laser	PP04	20,3%
Escaneamento	PP05	4,7%
Modelagem	PP06	10,1%

Fonte: Autoria própria.

Com base da proporção de realização dentro de cada processo, foi realizada a distribuição de algumas atribuições. Portanto, os custos da reunião semanal, que está relacionada com a operação, foram alocados 60,9% para o processo primário de impressão 3D via FDM. A relação de todas as atividades e suas respectivas formas de distribuição se encontram no Quadro 4.7:

Quadro 4.7: Formas de distribuição e respectivas atividades

<b>Distribuição</b>	<b>Atividades</b>
Proporcional	A19, A20, A23, A24, A25, A27, A37, A43, A44, A45, A47, A56, A57
Igualitária	A21, A22, A26, A28, A29, A30, A31, A32, A33, A34, A38, A39, A40, A41, A42, A46, A48, A49, A50
Arbitrária	A35, A36, A51, A52, A53, A54, A55, A58, A59, A60

Fonte: Autoria própria.

A partir da definição da forma de repartição, executou-se a distribuição dos custos dos processos de suporte e gerenciais para os processos primários. As Tabelas 4.17 e 4.18 fornecem os dados dos custos da distribuição sem e com benefícios de custos, respectivamente. Destaca-se que os custos que representam a realidade do LAB são os da segunda categoria.



Tabela 4.17: Distribuição dos custos dos processos secundários para os primários sem benefícios

<b>Processo</b>	<b>PP01</b>	<b>PP02</b>	<b>PP03</b>	<b>PP04</b>	<b>PP05</b>
<b>PG01</b>	R\$ 1.032,15	R\$ 2.117,06	R\$ 1.342,94	R\$ 1.045,50	R\$ 1.148,46
<b>PG02</b>	R\$ 527,20	R\$ 2.273,54	R\$ 1.027,47	R\$ 548,68	R\$ 714,42
<b>PS01</b>	R\$ 207,22	R\$ 207,22	R\$ 207,22	R\$ 207,22	R\$ 207,22
<b>PS02</b>	R\$ 91,00	R\$ 890,36	R\$ 313,24	R\$ 97,78	R\$ 218,71
<b>PS03</b>	R\$ 183,97	R\$ 183,97	R\$ 183,97	R\$ 183,97	R\$ 183,97
<b>PS04</b>	R\$ 30,27	R\$ 438,95	R\$ 147,35	R\$ 35,30	R\$ 74,09
<b>PS05</b>	R\$ 154,51	R\$ 154,51	R\$ 154,51	R\$ 154,51	R\$ 154,51
<b>PS06</b>	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -
<b>PS07</b>	R\$ -	R\$ -	R\$ 404,45	R\$ -	R\$ -
<b>PS08</b>	R\$ 3,59	R\$ 187,56	R\$ 18,20	R\$ 4,21	R\$ 9,06
<b>Total</b>	R\$ 2.229,91	R\$ 6.453,16	R\$ 3.799,35	R\$ 2.277,17	R\$ 2.710,43

Fonte: Autoria própria.

Tabela 4.18: Distribuição dos custos dos processos secundários para os primários com benefícios

<b>Processo</b>	<b>PP01</b>	<b>PP02</b>	<b>PP03</b>	<b>PP04</b>	<b>PP05</b>
<b>PG01</b>	R\$ 106,25	R\$ 444,42	R\$ 203,13	R\$ 110,41	R\$ 142,51
<b>PG02</b>	R\$ 89,57	R\$ 859,01	R\$ 309,99	R\$ 99,04	R\$ 172,06
<b>PS01</b>	R\$ 30,81	R\$ 30,81	R\$ 30,81	R\$ 30,81	R\$ 30,81
<b>PS02</b>	R\$ 31,42	R\$ 322,80	R\$ 113,78	R\$ 34,50	R\$ 65,51
<b>PS03</b>	R\$ 12,38	R\$ 12,38	R\$ 12,38	R\$ 12,38	R\$ 12,38
<b>PS04</b>	R\$ 1,78	R\$ 24,66	R\$ 8,34	R\$ 2,06	R\$ 4,23
<b>PS05</b>	R\$ 28,54	R\$ 28,54	R\$ 28,54	R\$ 28,54	R\$ 28,54
<b>PS06</b>	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -
<b>PS07</b>	R\$ -	R\$ -	R\$ 66,15	R\$ -	R\$ -
<b>PS08</b>	R\$ 0,81	R\$ 33,23	R\$ 4,13	R\$ 0,96	R\$ 2,05
<b>Total</b>	R\$ 301,58	R\$ 1.755,86	R\$ 777,25	R\$ 318,71	R\$ 458,11

Fonte: Autoria própria.

#### 4.8.3 Definição dos custos dos processos primários

O cálculo dos custos dos processos primários é a etapa final da implementação do método de custeio ABC. Destaca-se que os serviços do Laboratório apresentam uma variabilidade inerente, uma vez que as peças solicitadas para produção apresentam tamanhos, complexidades e especificações distintas. Dessa forma, após toda a execução do procedimento, o objeto final do método é uma fórmula com as constates dos custos calculados até o momento e variáveis de tempo, gasto de materiais e quantidade de execuções.

Para elaborar a equação, primeiramente colocou-se todos os custos com base em valores unitários, isto é, hora ou quantidade de repetições. Como explicado, dois serviços de impressão 3D – FDM podem apresentar tempos e quantidade de impressões distintos de produção. Todos os processos primários apresentam essa particularidade, sendo necessário encontrar uma unidade base que permita a realização dos cálculos. Dessa forma, utilizou-se a média de tempo total gasto na etapa de produção de cada processo nos últimos quatro meses para o cálculo da etapa de fabricação, uma vez que as etapas de *setup* e finalização são constantes. Por exemplo, no corte a laser o tempo de *setup* da máquina e finalização do processo apresentam um consumo de recursos uniforme, porém o tempo de corte varia consoante a solicitação do cliente.

Os valores que serão colocados em base unitária são os de mão de obra, custos indiretos gerais, específicos e custos diretos. Ademais, o processo de prestação de serviço (PP01) teve seu custo total calculado e distribuído igualmente entre os outros processos primários. A apuração do valor se deu via divisão pela média de pedidos nos últimos quatro meses, 15 repetições, valor estimado na Tabela 4.16. O resultado do custo total do processo PP01 pode ser visualizado na Tabela 4.19:

Tabela 4.19: Custo total do processo PP01

<b>Tipo de custo</b>	<b>Sem benefício</b>	<b>Com benefício</b>
Mão-de-Obra	R\$ 259,98	R\$ 166,73
Indiretos gerais	R\$ 300,04	R\$ -
Indiretos específicos	R\$ 319,28	R\$ 44,28
Diretos	R\$ 18,69	R\$ 18,69
<b>Custo Total</b>	<b>R\$ 897,99</b>	<b>R\$ 229,70</b>
<b>Custo Unitário</b>	<b>R\$ 59,87</b>	<b>R\$ 15,31</b>

Fonte: Autoria própria.

Portanto, sempre na realização de um serviço há o custo de R\$ 15,31 referente a todas as atividades do processo de receber o cliente até entregar o produto, com exceção da produção. Em relação aos outros custos, existem duas formas de incorporar na equação: multiplicando pela hora de fabricação ou pela quantidade de execuções. Por exemplo, dois serviços de impressão 3D podem ter um total de 50 horas de fabricação, porém variam na quantidade de impressões, a depender de quanto cada peça impressa demora para ser produzida. O Quadro 4.8 mostra a relação de como cada custo será desenvolvido dentro da equação de custos:

Quadro 4.8: Formas de calcular os custos

Tipo de custo	PP02	PP03	PP04	PP05	PP06
Processo de prestação de serviço	Fixo	Fixo	Fixo	Fixo	Fixo
Processos secundários	Variável por horas	Variável por horas	Variável por horas	Variável por horas	Variável por horas
Mão de obra	Variável por execuções	Variável por execuções	Variável por execuções	Variável por execuções	Variável por horas
Indiretos gerais	Variável por horas	Variável por horas	Variável por horas	Variável por horas	Variável por horas
Indiretos específicos	Variável por horas	Variável por horas	Variável por horas	Variável por horas	Variável por horas
Diretos	Variável por execuções	Variável por execuções	Variável por execuções	-	-
Matéria-prima (filamento, resina, chapa de corte)	Variável pela quantidade e execuções	Variável pela quantidade e execuções	Variável pela quantidade e execuções	-	-

Fonte: Autoria própria.

Por exemplo, o PP03, impressão 3D – FDM, possuíra uma fórmula com quatro variáveis: tempo de fabricação, quantidade de execuções, quantidade e custo da matéria-prima utilizada. No caso do recurso RP01, filamento para impressão, optou-se por manter como variável, pois há uma diversidade de tipos de filamentos que são utilizados, sendo que o preço pode dobrar de um material para outro. Isso também ocorre com os processos de impressão – SLA (PP02) e corte a laser (PP04). Em relação ao escaneamento (PP05) e modelagem (PP06), não são consumidas matérias-primas em seu processo de produção. Em relação à mão de obra, a exceção desse método foi o processo de modelagem, cuja produção é variável na totalidade. Para este caso, a mão de obra será multiplicado diretamente pelo total de horas do serviço, uma vez que o executor fica ativamente trabalhando durante a produção. No caso dos outros processos, a pessoa tem seu tempo utilizado no *setup* e finalização, porém a produção é um processo conduzido pela máquina. As Tabelas 4.20 e 4.21 mostram, respectivamente, os valores de cada tipo de custo presentes no Quadro 4.8 com e sem benefício de custos, além de seus respectivos valores unitários:

Tabela 4.20: Custos sem benefício em base unitária

<b>Tipo de custo</b>	<b>PP02</b>	<b>PP03</b>	<b>PP04</b>	<b>PP05</b>	<b>PP06</b>
Proc. secundários	R\$ 2.229,91	R\$ 8.035,12	R\$ 3.799,35	R\$ 2.277,17	R\$ 2.710,43
Mão de obra	R\$ 2,10	R\$ 61,12	R\$ 11,84	R\$ 1,08	R\$ 149,43
Ind. gerais	R\$ 394,51	R\$ 450,61	R\$ 711,44	R\$ 3,49	R\$ 167,80
Ind. específicos	R\$ 0,79	R\$ 194,45	R\$ 2,25	R\$ 0,43	R\$ 311,33
Diretos	R\$ 1,98	R\$ 22,55	R\$ -	R\$ -	R\$ -
<b>Volume mensal</b>	<b>1</b>	<b>113</b>	<b>17</b>	<b>1</b>	<b>2</b>
<b>Horas por execução</b>	<b>3</b>	<b>4,5</b>	<b>0,1</b>	<b>7</b>	<b>7</b>
Proc. secundários Unitário	R\$ 1.486,60	R\$ 23,70	R\$ 2.234,91	R\$ 325,31	R\$ 193,60
Mão de obra Unitário	R\$ 2,10	R\$ 0,54	R\$ 0,70	R\$ 1,08	R\$ 10,67
Ind. gerais Unitário	R\$ 263,01	R\$ 1,33	R\$ 418,50	R\$ 0,50	R\$ 11,99
Ind. específicos Unitário	R\$ 0,53	R\$ 0,57	R\$ 1,32	R\$ 0,06	R\$ 22,24
Diretos Unitário	R\$ 1,98	R\$ 0,20	R\$ -	R\$ -	R\$ -

Fonte: Autoria própria.

Tabela 4.21: Custos com benefício em base unitária

<b>Tipo de custo</b>	<b>PP02</b>	<b>PP03</b>	<b>PP04</b>	<b>PP05</b>	<b>PP06</b>
Proc. secundários	R\$ 301,58	R\$ 2.507,56	R\$ 777,25	R\$ 318,71	R\$ 458,11
Mão de obra	R\$ 2,10	R\$ 61,12	R\$ 11,84	R\$ 1,08	R\$ 124,56
Ind. gerais	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -
Ind. específicos	R\$ 0,38	R\$ 168,78	R\$ 0,68	R\$ 0,16	R\$ 19,21
Diretos	R\$ 1,98	R\$ 22,55	R\$ -	R\$ -	R\$ -
<b>Volume mensal</b>	<b>1</b>	<b>113</b>	<b>17</b>	<b>1</b>	<b>2</b>
<b>Horas por execução</b>	<b>3</b>	<b>4,5</b>	<b>0,1</b>	<b>7</b>	<b>7</b>
Proc. secundários Unitário	R\$ 201,05	R\$ 7,40	R\$ 457,21	R\$ 45,53	R\$ 32,72
Mão de obra Unitário	R\$ 2,10	R\$ 0,54	R\$ 0,70	R\$ 1,08	R\$ 8,90
Ind. gerais Unitário	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -
Ind. específicos Unitário	R\$ 0,25	R\$ 0,50	R\$ 0,40	R\$ 0,02	R\$ 1,37
Diretos Unitário	R\$ 1,98	R\$ 0,20	R\$ -	R\$ -	R\$ -

Fonte: Autoria própria.

Como última etapa do cálculo, desenvolveram-se as fórmulas para custeio de cada processo. Com elas, torna-se possível mensurar os custos dos diferentes serviços do Laboratório com inclusão de possibilidade de variação das quantidades e tempos de produção. Vale ressaltar que após todo o processo de cálculo, deve ser incluso o imposto inerente à prestação de serviço, taxado em 30%. Ademais, também será incluso o percentual de desperdício de produção baseado no período de análise utilizado para os valores de pedidos e produção (abril, maio, junho e julho). Com base no total de peças produzidas, há um desperdício de aproximadamente 14%, sendo que esse valor será utilizado apenas para os processos que fabricam peças físicas (PP02, PP03, PP04). Para os processos de escaneamento e modelagem, respectivamente, PP05 e PP06, o valor do retrabalho

deve estar incluso no valor de total de horas de serviço. Os Quadros 4.9 e 4.10 resumem as variáveis das fórmulas e as equações desenvolvidas para cada processo primário, respectivamente.

Quadro 4.9: Variáveis das equações

<b>Símbolo</b>	<b>Significado</b>
<b>CPP<sub>xx</sub></b>	Custo do processo primário de número a definir
<b>h</b>	Total de horas de produção
<b>CPS</b>	Custo do unitário dos processos secundários
<b>IG</b>	Custo indireto geral unitário
<b>IE</b>	Custo indireto específico unitário
<b>DE<sub>SLA</sub></b>	Depreciação e gasto de energia da impressora SLA
<b>DE<sub>FDM</sub></b>	Depreciação e gasto de energia da impressora FDM
<b>DE<sub>LSR</sub></b>	Depreciação e gasto de energia da cortadora a laser
<b>DE<sub>SCN</sub></b>	Depreciação e gasto de energia do scanner
<b>DE<sub>PC</sub></b>	Depreciação e gasto de energia do computador
<b>D<sub>SD</sub></b>	Depreciação do cartão SD
<b>CRP<sub>xx</sub></b>	Custo da matéria-prima de recurso a definir
<b>q</b>	Quantidade de matéria-prima utilizada
<b>n</b>	Quantidade de execuções
<b>MO</b>	Custo da Mão-de-Obra unitário
<b>CD</b>	Custo direto unitário
<b>TD</b>	Taxa de desperdício
<b>IMP</b>	Imposto sobre serviços

Fonte: Autoria própria.

Quadro 4.10: Fórmula de custo dos processos primários

<b>Processo</b>	<b>Fórmula</b>
PP02	$CPP_{02} = (CPP_{01} + h*(CPS + IG + IE + DE_{SLA} + D_{SD}) + (n*(MO + CD) + CRP_{10}*q)*(1+TD))/(1-IMP)$
PP03	$CPP_{03} = (CPP_{01} + h*(CPS + IG + IE + DE_{FDM} + D_{SD}) + (n*(MO + CD) + CRP_{01}*q)*(1+TD))/(1-IMP)$
PP04	$CPP_{04} = (CPP_{01} + h*(CPS + IG + IE + DE_{LSR} + D_{SD}) + (n*(MO) + CRP_{11}*q)*(1+TD))/(1-IMP)$
PP05	$CPP_{05} = (CPP_{01} + h*(CPS + IG + IE + DE_{PC} + DE_{SCN}) + n*(MO))/(1-IMP)$
PP06	$CPP_{06} = (CPP_{01} + h*(CPS + IG + IE + MO + DE_{PC}))/ (1-IMP)$

Fonte: Autoria própria.

Ao converter as variáveis nos valores calculados em todo o processo, obtém-se os resultados das Tabelas 4.22 e 4.23, estas que incluem os resultados para o custeio dos serviços com e sem benefício de custos:

Tabela 4.22: Custo final dos processos primários sem benefício

Processo	Código	Resultado
Impressão - SLA	PP02	$C_{PP02} = (59,87 + h*1.756,93 + (C_{RP10}*q + n*4,08)*1,14)/0,7$
Impressão – FDM	PP03	$C_{PP03} = (59,87 + h*28,27 + (C_{RP01}*q + n*0,74)*1,14)/0,7$
Corte a Laser	PP04	$C_{PP04} = (59,87 + h*2.753,74 + (C_{RP11}*q + n*0,70)*1,14)/0,7$
Escaneamento	PP05	$C_{PP05} = (59,87 + h*349,05 + n*1,08)/0,7$
Modelagem	PP06	$C_{PP06} = (59,87 + h*239,05)/0,7$

Fonte: Autoria própria.

Tabela 4.23: Custo final dos processos primários com benefício

Processo	Código	Resultado
Impressão - SLA	PP02	$C_{PP02} = (15,31 + h*208,10 + (C_{RP10}*q + n*4,08)*1,14)/0,7$
Impressão – FDM	PP03	$C_{PP03} = (15,31 + h*10,56 + (C_{RP01}*q + n*0,74)*1,14)/0,7$
Corte a Laser	PP04	$C_{PP04} = (15,31 + h*556,62 + (C_{RP11}*q + n*0,70)*1,14)/0,7$
Escaneamento	PP05	$C_{PP05} = (15,31 + h*68,73 + n*1,08)/0,7$
Modelagem	PP06	$C_{PP06} = (15,31 + h*43,55)/0,7$

Fonte: Autoria própria.

A elaboração das fórmulas é o resultado da aplicação do método de custeio ABC, sendo que o levantamento dos custos sem benefício foi feito para fins comparativos. No cotidiano do Laboratório, serão aplicados os custos obtidos na Tabela 4.23, que considera a benefício de diversos valores. O próximo capítulo será utilizado para a análise dos resultados obtidos, tendo como principal objetivo a compreensão da estrutura de custos do LAB.

## 5 ANÁLISE DOS RESULTADOS

A partir dos resultados obtidos na aplicação do custeio ABC, torna-se possível a verificação da estrutura de custos do Laboratório e a simulação de diferentes tipos de prestação de serviços. Em adição, pode-se alterar os cenários da produção atual do Laboratório para entender o que cada mudança acarreta custos dos serviços. Portanto, este capítulo objetiva a compreensão de como cada recurso compõe os custos do LAB.

### 5.1 SIMULAÇÃO DOS CUSTOS EM SERVIÇOS SIMPLES

Para a primeira análise, buscou-se entender quanto um serviço ordinário de cada processo custa para o Laboratório. Dessa forma, foram utilizados na equação os valores médios de fabricação. No caso da impressão 3D - FDM, por exemplo, o tempo de impressão e gasto de material médios são de, respectivamente, três horas e 40 gramas. Quanto aos valores de execuções, manteve-se em uma unidade, inclusive para o serviço de modelagem, onde isso representa a produção de apenas uma peça. A Tabela 5.1 mostra os dados que serão utilizados no cálculo. Ademais, os resultados podem ser visualizados na Tabela 5.2.

Tabela 5.1: Dados para cálculo do serviço simples

Processo	Horas (h)	Custo da matéria-prima(Crp) - Unidade	Quantidade de material (q)	Nº de execuções (n)
Impressão 3D – SLA	1,5	R\$ 0,20	2,3	1
Impressão 3D – FDM	3	R\$ 0,10	40	1
Corte a Laser	0,1	R\$ 15,00	0,22	1
Escaneamento	7			
Modelagem	7			

Fonte: Autoria própria.

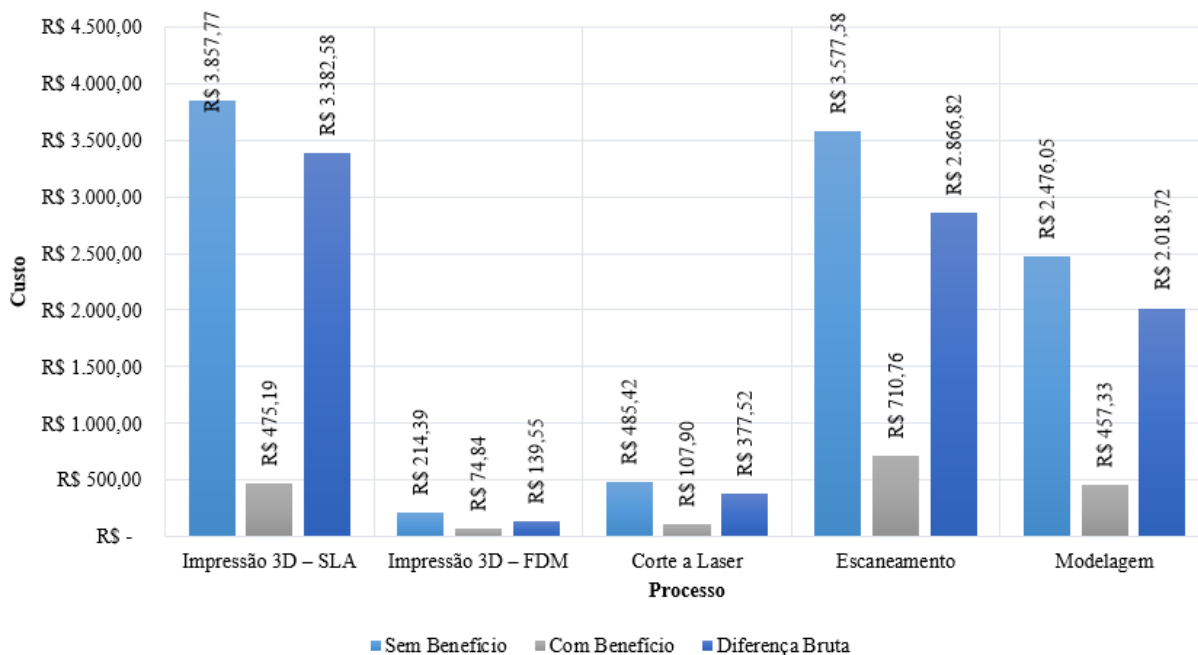
Tabela 5.2: Custos dos serviços simples e diferenças percentuais

Processo	Sem Benefício	Com Benefício	Diferença %
Impressão 3D – SLA	R\$ 3.857,77	R\$ 475,19	712%
Impressão 3D – FDM	R\$ 214,39	R\$ 74,84	186%
Corte a Laser	R\$ 485,42	R\$ 107,90	350%
Escaneamento	R\$ 3.577,58	R\$ 710,76	403%
Modelagem	R\$ 2.476,05	R\$ 457,33	441%

Fonte: Autoria própria.

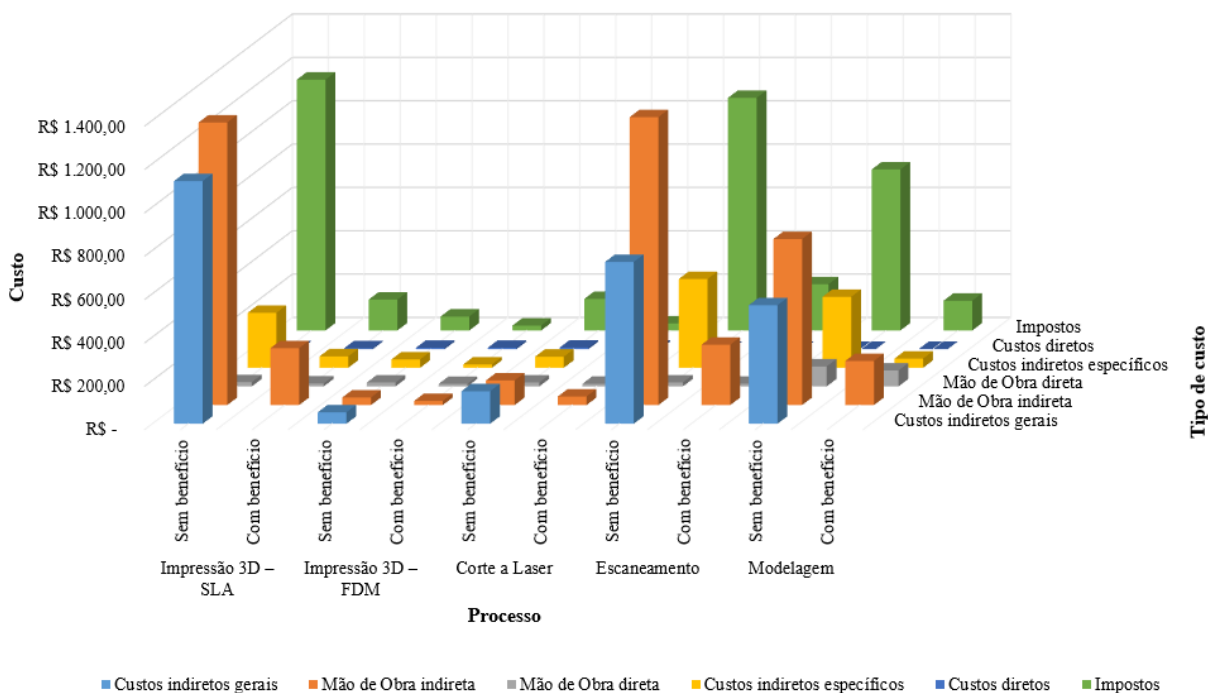
Percebe-se que os valores quando contabilizando custos como aluguel, *internet*, entre outros, sobe drasticamente. A diferença percentual dos processos ultrapassa os 100%, isto é, o custo sem benefícios é no mínimo duas vezes maior. Ao analisar individualmente cada processo, obtém-se a diferença bruta apresentada na Figura 5.1, além da composição de custos (Figura 5.2).

Figura 5.1: Custo dos serviços simples de cada processo



Fonte: Autoria própria.

Figura 5.2: Proporção do tipo de custo no serviço simples



Fonte: Autoria própria.



Como visto, o cenário onde não há benefícios de custos por conta da Universidade de Brasília torna a execução dos serviços inviável. Caso fosse a realidade do Laboratório, o preço para prestação do serviço seria elevado consideravelmente e prejudicaria a competição do LAB no mercado. Vale destacar a diferença do custo de mão de obra quando não há o benefício, uma vez que estaria sendo contabilizada a hora de profissionais com elevado nível de experiência.

Uma das formas de melhorar essa situação é via projetos em larga escala com empresas ou órgãos públicos. Tais projetos costumam acontecer no LAB de forma periódica, porém dentro da estrutura organizacional ocorreriam na área de projetos. Em casos futuros, tais projetos, que utilizam membros específicos do Laboratório, podem usufruir do custeio do Laboratório para embasar a análise do custo. Isso contribuirá para uma correta precificação do projeto.

## **5.2 VARIAÇÃO DA QUANTIDADE DE SERVIÇOS REALIZADOS POR MÊS**

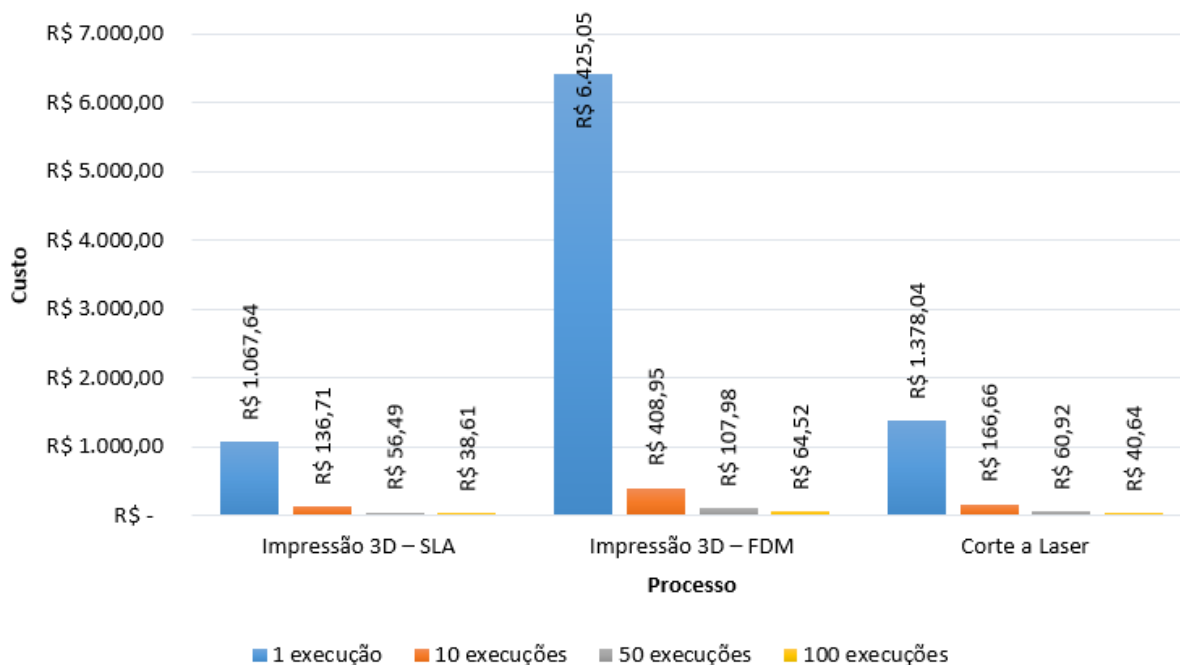
O método utilizado para o cálculo do custo do serviço individual usa do volume mensal de serviços para gerar um valor unitário. Dessa forma, com base na média de serviços dos últimos quatro meses, foi obtido um custo para cada prestação de serviço. Isso se deve ao fato de que os custos indiretos apresentam uma maior complexidade para alocação, razão pelo qual foi utilizado o rastreamento dos custos. Porém, esse valor encontrado precisa ser distribuído entre o volume de serviços, de forma que em um mês normal, dentro da média, todos os custos seriam cobertos. Como o volume atual do LAB não é consideravelmente alto, a unidade dos serviços fica muito cara, como visto na Figura 5.1.

Tendo em vista esse cenário, seriam necessárias algumas modificações para que houvesse uma redução dos custos unitários. Portanto, variou-se a quantidade de execuções de cada tipo de serviço dentro do mês, construindo cenários hipotéticos. A variação utilizou 1, 10, 50 e 100 unidades para cada processo que envolvia a produção de peças físicas. Isso ocorre porque seria inviável 50 e 100 execuções dos processos de modelagem e escaneamento, uma vez que o LAB não teria a capacidade produtiva para realizar os serviços, não fazendo sentido para a visualização dos cenários.

Tendo em vista essa limitação, vale ressaltar que a lógica do aumento da quantidade de serviços é igual para todos os processos primários. Dessa forma, mesmo que os processos de modelagem e escaneamento não constem nos cenários, os efeitos da variação seriam similares. Por exemplo, no caso da impressão 3D - SLA (PP02), ocorre apenas uma impressão por mês, sendo que os custos secundários ficam inteiramente alocados nessa única realização. Com os cenários, busca-se entender o que ocorre caso sejam feitas mais execuções por mês, uma vez que aumentará a dispersão.

Como nesse caso todos os processos teriam o mesmo peso de consumo dentro da produção, adaptou-se a distribuição de custos para 20% racionado em cada tipo de serviço. Além disso, os cenários foram realizados apenas com os custos reais do LAB, isto é, considerando os benefícios da UnB. A Figura 5.3 mostra o resultado da variação da quantidade de execuções.

Figura 5.3: Cenários da escala de produção



Fonte: Autoria própria.

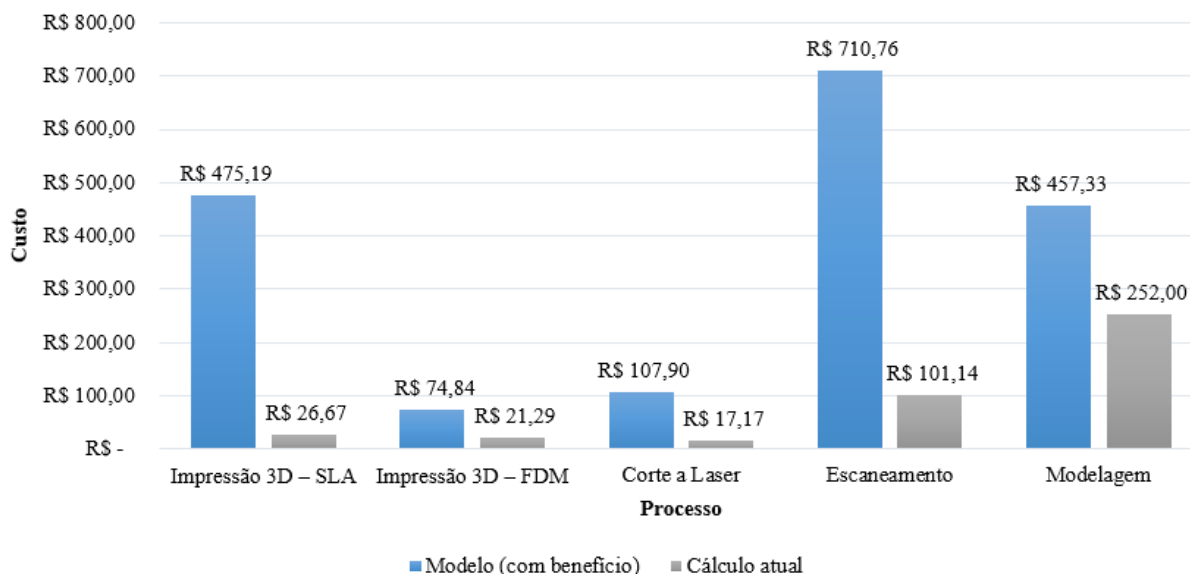
Percebe-se com a variação que os valores caem drasticamente quando aumentadas as quantidades de execuções. Isso mostra como o aumento da escala ocasiona na redução do valor unitário, contribuindo para a prática de preços mais competitivos no mercado. Há de ser considerar que existem certos fatores de custos que aumentariam, como o tempo gasto para atividades de organização da produção. Todavia, mesmo com o aumento de gastos de gestão, a redução dos custos ainda seria perceptível.

Portanto, o aumento da escala de produção do Laboratório é um fator essencial para a manutenção de preços condizentes com o mercado. Assim como a execução de projetos para auxiliar na arrecadação de recursos, a entrada de novos clientes permitirá a distribuição dos custos dos processos, tornando o LAB mais acessível ao público. Todavia, esse ciclo de causa e efeito apresenta uma dualidade quanto a capacidade da equipe de atender tantos clientes, uma vez que será necessário um aumento do nível de conhecimento por parte da equipe. Considerando que a mão de obra de operação é composta por alunos de graduação, há uma rotatividade elevada, ocasionando a necessidade de renovação e capacitação frequente da equipe. Portanto, por conta da realidade do LAB, é complexo o aumento da escala para atingir um valor ideal de execuções.

### 5.3 COMPARAÇÃO DE CUSTOS ENTRE MODELO ATUAL E ANTIGO

O trabalho realizado por Marques (2019) serviu de base para o modelo de orçamento utilizado atualmente no Laboratório. Todavia, a realidade da pesquisa anterior era outra, sendo que após a pandemia a estrutura do LAB cresceu significativamente. Mesmo com modificações nos cálculos conforme a necessidade, o orçamento atual não considera diversos custos existentes. Dessa forma, a Figura 5.4 traz a comparação do custo do serviço unitário com benefícios, calculado na Tabela 5.2, com o cálculo de custos atual.

Figura 5.4: Comparação de custos do modelo com benefícios e cálculo atual do LAB



Fonte: Autoria própria.

O impacto da nova estrutura do Laboratório é considerável, uma vez que isso representa mais máquinas, pessoas, atividades, tempos e outros recursos. Dessa forma, é imprescindível que o cálculo para o orçamento dos serviços utilize uma base que seja fidedigna à situação do LAB. No caso da modelagem, por exemplo, o cálculo atual conta apenas com o valor da hora dos operadores e consultor técnico. Dessa forma, há uma lacuna na elaboração dos custos, acarretando prejuízo na execução do serviço.

Essa e outras ausências podem ser percebidas em todos os serviços, de diferentes formas. Essa situação revela a importância da atualização e revisão da aplicação de métodos de custeio nas empresas. Caso o valor utilizado esteja defasado, é possível que a empresa não consiga se sustentar financeiramente, dependendo do tamanho da lacuna. Portanto, deve-se revisar frequentemente os custos da organização. No caso desse trabalho, caso o volume de produção mude significativamente ou outro fator seja alterado, como o custo de mão de obra, será necessária uma atualização do levantamento de custos e aplicação do método.

## 5.4 ESTRUTURA DE CUSTOS

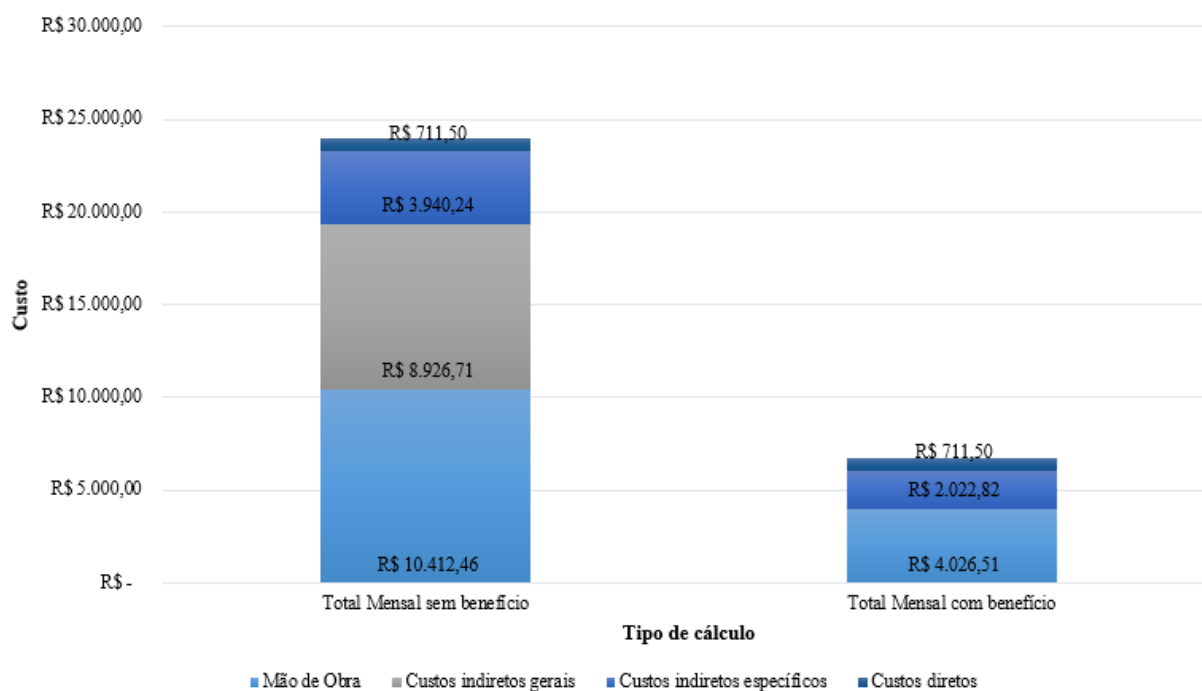
Após compreender como os custos impactam na realização de serviços únicos, deve-se entender os custos em um mês padrão no LAB. Para isso, foram utilizados os valores da quantidade de pedidos e distribuição dos tipos de serviços apresentados, respectivamente, nas Tabelas 4.15 e 4.16. Ademais, ao invés de utilizar uma execução por serviço, serão distribuídos o volume mensal, apresentados nas Tabelas 4.20 e 4.21. Neste caso, serão realizadas simulações com os custos sem e com benefício da UnB, para fins de comparação. O resultado do cálculo total é apresentado na Tabela 5.3, enquanto o seu detalhamento por tipo de custo está representado na Figura 5.5.

Tabela 5.3: Custo mensal do Laboratório

<b>Tipo</b>	<b>Custo</b>
Total Mensal sem benefício	R\$ 23.990,90
Total Mensal com benefício	R\$ 6.760,82

Fonte: Autoria própria.

Figura 5.5: Custo total mensal por tipo de custo



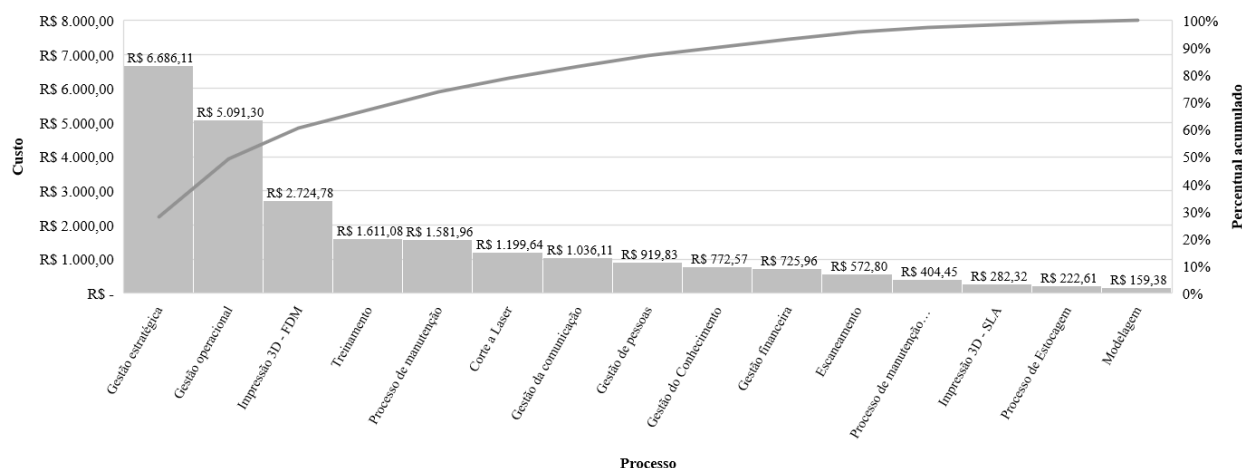
Fonte: Autoria própria.

Novamente, é evidente o impacto dos custos indiretos gerais, como aluguel e energia, e a mão de obra de pessoas com experiência elevada. Em todas as análises, isso ocasionou um aumento drástico, sendo que nos custos totais mensais o valor quase quadruplicou em relação aos custos com benefícios da UnB. Ao observar a distribuição por tipo de custo, separaram-se os custos de mão de obra dos processos primários (direta) com a utilizada nos processos de suporte e gerenciais

(indireta). Esse é o motivo da discrepância no custo de mão de obra nos dois casos, uma vez que os membros com maior nível de especialização (coordenador, gestor geral e consultor técnico) ficam majoritariamente alocados em atividades de gestão e planejamento.

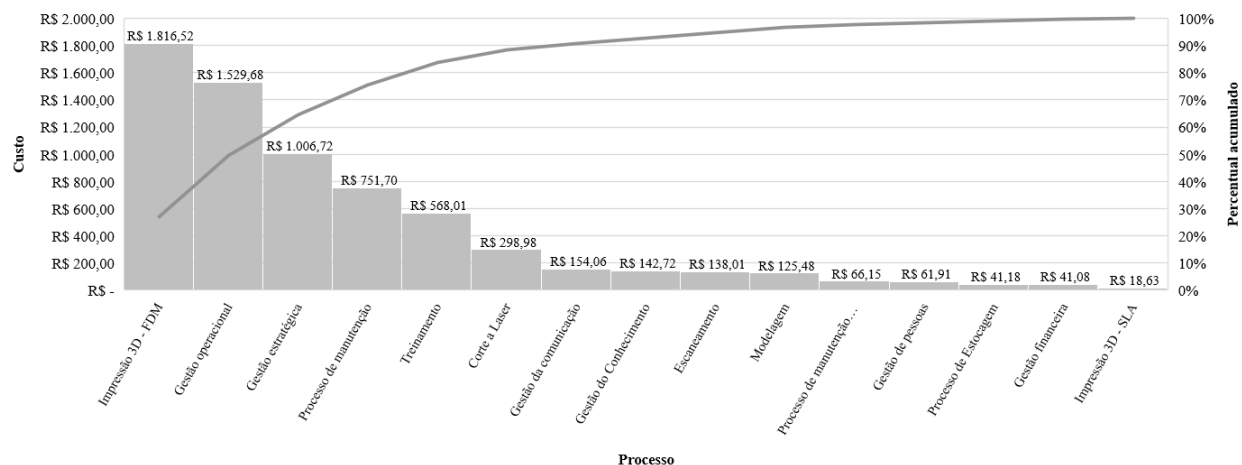
Além dessa visualização, também é interessante analisar os custos mensais por processo. As Figuras 5.6 e 5.7 mostram, respectivamente, a distribuição de custos na situação com e sem benefício. Para isso, utilizou-se o diagrama de Pareto, que possibilita verificar o custo de cada processo e o percentual acumulado deles.

Figura 5.6: Diagrama de Pareto - Custo mensal sem benefício



Fonte: Autoria própria.

Figura 5.7: Diagrama de Pareto - Custo mensal com benefício



Fonte: Autoria própria.

Assim como na análise feita para a distribuição por tipos de custo, percebe-se pelos diagramas que a mão de obra especializada torna os processos gerenciais os mais custosos para o Laboratório. Além disso, a gestão operacional apresenta custos elevados por sua realidade diária e que envolve a maioria da equipe. Atividades como reunião semanal (A23) ocorrem em períodos curtos e consomem os tempos da equipe simultaneamente.

Em relação aos processos primários, que já incluem o processo de prestação de serviço, não há um grande volume de custos, com exceção da produção via impressão 3D - FDM. Isso ocorre por conta da quantidade de execuções mensais, muito maior do que a dos outros meios de produção. Com os diagramas, fica nítido que os custos de processos gerenciais e de suporte, muitas vezes não percebidos no cotidiano, impactam profundamente o cálculo do custo de cada processo primário. Portanto, uma das possibilidades de reduzir os custos totais seria via otimização de cada processo secundário. Essa medida, embora exija uma análise cuidadosa de quais processos podem ser reduzidos ou até mesmo supridos, pode ser o caminho para redução dos custos e possibilidade de aplicação de preços mais competitivos.

## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com a aplicação do método de custeio ABC, foi possível analisar a composição dos custos do Laboratório Aberto de Brasília. Com isso, tornou-se viável a compreensão detalhada dos recursos consumidos por cada processo e suas respectivas atividades. A partir dessas informações, o Laboratório possui uma forma de calcular os custos dos serviços prestados fidedignamente, além da possibilidade de analisar a estrutura de custos e otimizar a operação.

Tendo em vista os resultados obtidos, percebe-se que a aplicação do método de custeio é de extrema relevância para o conhecimento interno da empresa. Deve-se analisar a situação para a escolha do método, sendo que no caso do LAB foi utilizado o custeio ABC por conta do volume de processos secundários e necessidade de distribuição constante dos valores, além da realidade de prestador de serviços. Por meio da análise dos custos, percebe-se a relevância de considerar as atividades de suporte e apoio no cálculo do serviço, uma vez que estas representam parte significativa da composição geral. No caso do Laboratório, considerando a realidade de benefícios da Universidade de Brasília, obtiveram-se os custos mensais totais de cada processo, permitindo a observação que os processos gerenciais, gestão estratégica (PG01) e gestão operacional (PG02), representam mais de um terço dos custos. Dessa forma, os gerentes da Instituição podem analisar as possibilidades de otimização desses e dos demais processos.

Considerando a realidade do LAB, destaca-se também o impacto do volume de produção mensal de cada tipo de processo primário. Por conta do baixo volume de produção de alguns serviços, como escaneamento (PP05), o custo unitário para execução torna-se extremamente elevado. Em caso de aumento no volume, como no caso da impressão 3D - FDM (PP03), os custos são dispersos no total das execuções, permitindo a prática de preços mais competitivos no mercado. Portanto, por meio da aplicação do método, foi possível estabelecer a relação entre diversas variáveis para o cálculo dos custos e, conseqüentemente, a visualização de cenários hipotéticos e ajustes do modelo.

Vale ressaltar que os resultados da pesquisa foram obtidos em um contexto com limitações. A dificuldade de se obter certos dados e a necessidade de desconsiderar algumas situações, como a ociosidade da equipe, são conseqüências do escopo e restrições de tempo. Mesmo com estes entraves, pode-se entender que o resultado da pesquisa é satisfatório e próximo à realidade do Laboratório. Em caso de implementação de um sistema para verificar a utilização da capacidade produtiva da equipe e tempos de execução de cada atividade, será possível uma nova aplicação do método com maior precisão.

Como possibilidade para trabalhos futuros, a equipe do LAB pode aplicar métodos de precificação utilizando como base de custos os dados desta pesquisa. Ademais, em caso de pequenas alterações no Laboratório, como quantidade de membros, custo dos recursos e volume de produção mensal, o modelo pode ser ajustado para se adequar a realidade da situação. No caso de mudanças mais profundas, como adição de um novo processo primário no leque de serviços, será necessária a atualização completa do método, porém a estrutura lógica pode ser seguida. Por fim, no caso de entradas de projetos, os gestores podem utilizar os dados da pesquisa para gerarem as informações de custo e embasarem o orçamento.

Portanto, ao considerar todo o desenvolvimento da pesquisa, foi possível agregar ao Laboratório diversas ferramentas para compreender em detalhes o seu funcionamento e seus custos inerentes. Dessa forma, há um incremento no embasamento para os gestores tomarem diversas decisões quanto o planejamento estratégico do LAB. Para a comunidade acadêmica, desenvolve-se mais uma variação da aplicação do método de custeio ABC. Em caso de situações similares em outros locais, é possível utilizar esta pesquisa para a elaboração das etapas de desenvolvimento do custeio.



## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABBAS, K.; GONÇALVES, M. N.; LEONCINE, M. Os métodos de custeio: vantagens, desvantagens e sua aplicabilidade nos diversos tipos de organizações apresentadas pela literatura. *Contexto*, v. 12, n. 22, p. 145–159, 2012.
- BAUMERS, M. *et al.* The cost of additive manufacturing: machine productivity, economies of scale and technology-push. *Technological forecasting and social change*, Elsevier, v. 102, p. 193–201, 2016.
- BERALDIN, J. A. Integration of laser scanning and close-range photogrammetry—the last decade and beyond. In: *Proceedings of the XXth ISPRS Congress*. [S.l.: s.n.], 2004. v. 35, n. Part B, p. 12–23.
- BERNARDI, L. A. Formação de preços: estratégias, custos e resultados. *São Paulo*, v. 5, 2017.
- BLOISE, D. M. A importância da metodologia científica na construção da ciência. *Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento*, p. 105–122, 2020.
- BORNIA, A. C. *Análise gerencial de custos: aplicação em empresas modernas*. [S.l.]: Atlas, 2019. v. 3.
- CAMPOS, A. L. *Modelagem de Processos com BPMN 2ª edição*. [S.l.]: Brasport, 2014.
- CHIAVENATO, I. Administração: teoria, processo e prática. 3ª edição. *São Paulo: Makron Book do Brasil Editora Ltda*, 2000.
- DRESCH, A.; LACERDA, D. P.; JÚNIOR, J. A. V. A. *Design science research: método de pesquisa para avanço da ciência e tecnologia*. [S.l.]: Bookman Editora, 2015.
- GIBSON, I.; ROSEN, D.; STUCKER, B. *Additive Manufacturing Technologies: 3D Printing, Rapid Prototyping, and Direct Digital Manufacturing*. [S.l.]: Springer, 2015.
- GIL, A. C. *Métodos e técnicas de pesquisa social*. [S.l.]: 6. ed. Editora Atlas SA, 2008.
- JACOBS, P. F. *Stereolithography and other RP&M technologies: from rapid prototyping to rapid tooling*. [S.l.]: Society of Manufacturing Engineers, 1995.
- LEPADATU, G. The importance of the cost information in making decisions. *Romanian economic and business review*, Romanian-American University, Scientific Research Department, v. 6, n. 1, p. 52, 2011.
- MAHER, M. *Contabilidade de custos: criando valor para a administração*. [S.l.]: Atlas, 2001.
- MALACRIDA, M. J. C.; YAMAMOTO, M. M.; PACCEZ, J. D. Fundamentos da contabilidade: a contabilidade no contexto global. 2019.
- MARION, J. C. Contabilidade básica. 10ª edição. *São Paulo: Editora Atlas SA*, 2009.
- MARQUES, C. S. Estudo de caso: aplicação do sistema de custos abc em um laboratório aberto. 2019.
- MARTINS, E. *et al.* *Contabilidade de custos*. [S.l.]: Atlas São Paulo, 2018. v. 11.
- MEGLIORINI, E. *Custos: análise e gestão*. [S.l.]: Pearson Prentice Hall, 2012.
- MESTRE, N. M. S. Gerenciamento de custos em pequenas empresas prestadoras de serviço utilizando o activity based costing (abc). *Estudios Gerenciales*, Elsevier, v. 27, n. 121, p. 15–37, 2011.

- NUNES, R. T. S. Conservação da água em edifícios comerciais: potencial de uso racional e reuso em shopping center. *Rio de Janeiro: Tese (Doutorado)–Programa de Pós Graduação de Engenharia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro*, v. 144, 2006.
- PMI, A. *Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBok Guide)*, Newtown Square, PA, USA: Project Management Institute. [S.l.]: Inc, 2017.
- POWELL, J. Bibliography and further reading. In: *CO2 Laser Cutting*. [S.l.]: Springer, 1998. p. 231–239.
- ROZTOCKI, N. *et al.* A procedure for smooth implementation of activity-based costing in small companies. *Engineering Management Journal*, Taylor & Francis, v. 16, n. 4, p. 19–27, 2004.
- SALLBRING, S.; LEVIN, K.-E. Implementation of activity based costing-a case study at a make-to-order company. 2011.
- SILVA, C. A. T.; RODRIGUES, F. F. Curso prático de contabilidade. *Editora Atlas, São Paulo, 2a edição*, v. 18, p. 19–20, 2018.
- WEIL, R. L.; SCHIPPER, K.; FRANCIS, J. *Financial accounting: an introduction to concepts, methods and uses*. [S.l.]: Cengage Learning, 2013.
- ZIMMERMANN, A. C. Proposição de ambiente de aprendizagem ativa: Laboratório aberto de Brasília. 2018.