



**JÚLIA GUIMARÃES DE MORAIS**

**ESTUDO DA VIABILIDADE ECONÔMICA DA  
INTERNALIZAÇÃO DE ANÁLISES MICROBIOLÓGICAS EM  
UMA INDÚSTRIA ALIMENTÍCIA**

**LAVRAS – MG  
2021**

**JÚLIA GUIMARÃES DE MORAIS**

**ESTUDO DA VIABILIDADE ECONÔMICA DA INTERNALIZAÇÃO DE ANÁLISES  
MICROBIOLÓGICAS EM UMA INDÚSTRIA ALIMENTÍCIA**

Monografia apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Curso de Engenharia Química, para a obtenção do título de Bacharel.

Profa. Dra. Renata de Aquino Brito Lima Corrêa  
Orientadora  
Profa. Dra. Lidja Dahiane Menezes Santos Borél  
Coorientadora

**LAVRAS – MG  
2021**

**JÚLIA GUIMARÃES DE MORAIS**

**ESTUDO DA VIABILIDADE ECONÔMICA DA INTERNALIZAÇÃO DE ANÁLISES  
MICROBIOLÓGICAS EM UMA INDÚSTRIA ALIMENTÍCIA**

**ECONOMIC FEASIBILITY STUDY OF THE MICROBIOLOGICAL ANALYSIS  
INTERNALIZATION IN A FOOD INDUSTRY**

Monografia apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Curso de Engenharia Química, para a obtenção do título de Bacharel.

APROVADA em 17/11/2021

Profa. Dra. Renata de Aquino Brito Lima Corrêa – UFLA

Prof. Dr. Gilson Campani Junior – UFLA

Mariane Galvão – PepsiCo Brasil

Profa. Dra. Lidja Dahiane Menezes Santos Borél – UFLA

Profa Dra. Renata de Aquino Brito Lima Corrêa  
Orientadora

Profa. Dra. Lidja Dahiane Menezes Santos Borél  
Coorientadora

**LAVRAS – MG  
2021**

*Aos meus pais Claudete e Vinicius.*

*Ao meu avô Wander.*

*Às minhas avós Vicência e Nilza.*

*Ao meu irmão Arthur.*

*Dedico*

## AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, pelas bênçãos derramadas sobre a minha vida, bem como por iluminar a minha mente em momentos difíceis, dando-me força e coragem para seguir em frente.

À Universidade Federal de Lavras por todas as oportunidades de crescimento profissional e pessoal oferecidas durante a graduação, foi uma honra poder estudar em uma universidade tão completa que coloca os alunos em primeiro lugar.

Ao corpo docente da Engenharia Química e às entidades de extensão das quais participei, por toda ajuda, paciência e conhecimento compartilhado que me ajudaram a amadurecer como ser-humano e como profissional.

Agradeço aos meus pais, Vinícius e Claudete, por todo amor, carinho, apoio e incentivo que me deram durante toda minha vida. Todas as minhas vitórias são reflexo de uma excelente criação e dos exemplos que tenho em casa.

Ao meu irmão Arthur por me ensinar a dividir, amar e lutar pelos meus objetivos. Você é o meu maior orgulho.

Aos meus familiares por sempre acreditarem em mim, me apoiarem a crescer em minha vida profissional e pela compreensão aos momentos de ausência.

A todos meus amigos de Itaúna, de Lavras e COPOVO por compartilharem momentos inesquecíveis, com quem dividi minhas alegrias e angústias e por sempre estarem ao meu lado, mostrando que sou capaz. Vocês foram imprescindíveis para o sucesso da minha graduação. Em especial para Alessa Silveira, Noelle Cristina, Gabriela Oliveira, Raphaela Bastos e Daiele Maceno, vocês fazem meus dias mais felizes.

A Mariane Galvão e Mayara Reis, exemplos de profissionais, que levarei por toda a vida, por serem sempre solícitas e generosas comigo, seja na construção do presente estudo ou de outros temas. A vocês e a todo time PepsiCo, todo a minha admiração.

As professoras Renata de Aquino e Lidja Borél, minhas orientadoras, agradeço pelo estímulo, pela compreensão e pela eterna paciência, necessária para execução deste trabalho. Obrigada por sempre contribuírem com o desenvolvimento deste e por acreditarem em mim.

Foi graças a todo incentivo e apoio que recebi ao longo desses anos que hoje posso celebrar esse marco em minha vida: o fim da graduação. Um agradecimento a todos que direta ou indiretamente colaboraram!

## RESUMO

O setor alimentício é um dos que mais crescem no Brasil, sendo responsável por mais da metade do saldo total da balança comercial nacional. Com o objetivo de assegurar a credibilidade da empresa e garantir a fidelidade dos consumidores, essas indústrias buscam cada vez mais por ferramentas de qualidade que garantem a segurança dos alimentos ali produzidos. Um processo produtivo em que a contaminação por microrganismos não é monitorada pode ser gerador de uma série de problemas, visto que os alimentos são considerados meios de transmissão de agentes contaminantes podendo causar surtos de doenças. Neste trabalho, considerou-se uma indústria alimentícia que possui oito unidades no Brasil e realiza o monitoramento da presença de microrganismos através do programa *Environmental Monitoring Plan* (EMP), que engloba avaliações do ambiente de produção e realização de análises microbiológicas. Das oito localidades, apenas duas possuem laboratórios que podem realizar as análises mensais de patógenos, *swab* de mãos e ar ambiente. As demais unidades fabris utilizam o serviço de laboratórios externos para o monitoramento, gerando um alto custo para a companhia. Com o objetivo de reduzir os gastos com análises microbiológicas, realizou-se um estudo de viabilidade econômica da internalização de todas as análises microbiológicas da empresa em um laboratório da unidade fabril A, que possui maior estrutura e pessoal qualificado. Como o laboratório terá um aumento no volume de trabalho, é importante assegurar a sua competência técnica. Com isso, o seguinte trabalho também propôs um estudo para acreditação do laboratório de acordo com a norma NBR ISO/IEC 17025, com a finalidade de comprovar a competência técnica e confiabilidade dos dados e resultados gerados. Para a centralização das análises, realizou-se uma análise econômica baseada no fluxo de caixa para um horizonte de dez anos, utilizando as medidas de lucratividade Valor Presente Líquido (VPL) e *payback* descontado. Para a acreditação do laboratório foi realizada uma auditoria interna no mesmo, utilizando os requisitos da norma como guia, apontando os pontos de não conformidade e ações corretivas necessárias. Com base nas estimativas de custos CAPEX e OPEX, procedeu-se a projeção do fluxo de caixa para o processo e, considerando uma taxa mínima de atratividade de 6,25%, obteve-se um VPL de R\$ 588.262,00 e um *payback* descontado de aproximadamente 2 anos e 5 meses. Com a auditoria realizada foi possível constatar dez pontos de não conformidade do laboratório com a norma, sendo a maioria relacionada a documentos necessários. Dessa forma, conclui-se a viabilidade econômica da implementação do projeto visto que o valor de VPL foi positivo e o tempo de retorno relativamente curto. Quanto à acreditação, aconselha-se que o laboratório realize as ações corretivas e dê seguimento ao processo, visto que o mesmo irá proporcionar diversos benefícios para a empresa.

**Palavras-chave:** Controle de qualidade. Microbiologia. Programa de Monitoramento Ambiental. Lucratividade. Acreditação. ISO/IEC 17025.

## ABSTRACT

The food sector is one of the fastest growing in Brazil, accounting for more than half of the total national trade balance. In order to ensure the company's credibility and guarantee the loyalty of consumers, these industries are increasingly looking for quality tools that guarantee safety of the produced food. A production process in which the contamination by microorganisms is not monitored can generate series of problems, since food is considered a mean of transmission of contaminating agents that can cause diseases. In this work, we consider a food industry that has eight units in Brazil and monitors the presence of microorganisms through the Environmental Monitoring Plan (EMP) program, which includes assessments of the production environment and microbiological analysis. Among the eight locations, only two have labs that can carry out monthly analyzes of pathogens, hand swabs and ambient air. The other manufacturing units use the service of external laboratories for monitoring, which has a high cost for the company. With the objective of reducing expenses with microbiological analyses, an economic feasibility study was carried out for the internalization of all the company's microbiological analyzes in a laboratory at manufacturing unit A, which has a greater structure and qualified personnel. As the laboratory will have an increase in workload, it is important to ensure its technical competence. Thus, the following work also proposes a study for laboratory accreditation in accordance with the NBR ISO/IEC 17025 standard, in order to prove the technical competence and reliability of data and results. To centralize the analyses, an economic analysis based on cash flow for a ten-year horizon was carried out, using the measures of profitability, Net Present Value (NPV) and discounted payback. For the accreditation of laboratory, an internal audit was carried out, using the requirements of the standard as a guide, pointing out the points of non-compliance and necessary corrective actions. Based on the CAPEX and OPEX costs estimates, the cash flow for the process was projected and, considering a minimum attractiveness rate of 6.25%, a NPV of R\$ 588,262.00 and a payback was obtained. Discounted from approximately 2 years and 5 months. With the audit performed, it was possible to find ten points of non-compliance of the laboratory with the standard, most of which related to necessary documents. Thus, the economic feasibility of implementing the project is concluded since the NPV value was positive and the payback time was relatively short. As for accreditation, the laboratory is advised to carry out corrective actions and follow up the process, as it will provide several benefits for the company.

**Keywords:** Quality control. Microbiology. Environmental Monitoring Plan. Profitability. Accreditation. ISO/IEC 17025.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - As cinco dimensões e seus componentes críticos que devem ser abordados na Cultura de Segurança de Alimentos. ....	14
Figura 2 - Representação gráfica de um fluxo de caixa hipotético.....	20
Figura 3 - Representação gráfica do fluxo de internalização de análises. ....	24
Figura 4 - Tecnologia ELFA. ....	29
Figura 5 - Preço da gasolina por litro ao longo dos últimos vinte anos. ....	32
Figura 6 - Fluxo de caixa do projeto. ....	37
Figura 7 - Determinação da TIR do projeto. ....	38



## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Unidades da indústria de alimentos e suas respectivas distâncias da planta A.....	24
Tabela 2 - Guia de amostragem por tamanho de planta.....	27
Tabela 3 - Quantidade amostragem mensal. ....	27
Tabela 4 - Orçamento de análises com laboratório externo. ....	28
Tabela 5 - Orçamento de transporte das amostras. ....	31
Tabela 6 - Estimativa de preço da gasolina e custos com transporte para 10 anos. ....	32
Tabela 7 - Consumíveis análises de ar. ....	33
Tabela 8 - Consumíveis análises de swab mãos. ....	33
Tabela 9 - Consumíveis análises de patógenos. ....	33
Tabela 10 - Custos das análises realizadas no laboratório da Planta A. ....	34
Tabela 11 - Estimativa de custo salarial para horizonte de 10 anos. ....	35

## **LISTA DE QUADROS**

Quadro 1 - Benefícios da implementação da ISO/IEC 17025 e seus respectivos autores. ....	15
Quadro 2 - Requisitos de avaliação da norma ABNT ISO/IEC 17025.....	16
Quadro 3 - Zonas de amostragem em uma linha de produção. ....	25
Quadro 4 - Pontos de não conformidade do laboratório microbiológico da Planta A. ....	41

## LISTA DE SIGLAS E SÍMBOLOS

ABIA	Associação Brasileira da Indústria de Alimentos
BPF	Boas Práticas de Fabricação
MRA	Avaliação de Riscos Microbiológicos
APPCC	Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controle
DTA	Doenças Transmitidas por Alimentos
EMP	Programa de Monitoramento Ambiental ( <i>Environmental Monitoring Plan</i> )
VPL	Valor Presente Líquido
TIR	Taxa Interna de Retorno
CNAE	Classificação Nacional de Atividades Econômicas
GFSI	<i>Global Food Safety Initiative</i>
FSSC 22000	<i>Food Safety System Certification 22000</i>
CAPEX	<i>Capital Expenditure</i>
OPEX	<i>Operational Expenditure</i>
TMA	Taxa Mínima de Atratividade
FC	Fluxo de caixa líquido
I	Investimento inicial do projeto
SCP	Superfícies de Contato Direto com Produtos
ELFA	<i>Enzyme Linked Fluorescent Assay</i>
VRBA	<i>Violet Red Bile Agar</i>
$C_m$	Custo total mensal da unidade fabril
Ar	Custos de uma amostra de análise de ar
$i_A$	Números de amostras de ar mensais a serem realizadas
M	Custos de uma amostra de análise de <i>swab</i> de mãos
$i_M$	Números de amostras de <i>swab</i> de mãos mensais a serem realizadas
P	Custos de uma amostra de análise de patógenos
$i_P$	Números de amostras de patógenos mensais a serem realizadas
COPOM	Comitê de Política Monetária
CLT	Consolidação das Leis de Trabalho

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>12</b>
<b>2</b>	<b>REFERENCIAL TEÓRICO.....</b>	<b>12</b>
<b>2.1</b>	<b>Indústria de alimentos no Brasil .....</b>	<b>12</b>
<b>2.2</b>	<b>Qualidade e segurança de alimentos.....</b>	<b>13</b>
<b>2.2.1</b>	<b>NBR ISO/IEC 17025.....</b>	<b>14</b>
<b>2.3</b>	<b>Programa de Monitoramento Ambiental (EMP) .....</b>	<b>16</b>
<b>2.3.1</b>	<b>Patógenos .....</b>	<b>18</b>
<b>2.4</b>	<b>Fluxo de caixa de um empreendimento .....</b>	<b>19</b>
<b>2.5</b>	<b>Estudo de viabilidade econômica .....</b>	<b>20</b>
<b>2.5.1</b>	<b>Valor Presente Líquido .....</b>	<b>20</b>
<b>2.5.2</b>	<b>Taxa Interna de Retorno .....</b>	<b>21</b>
<b>2.5.3</b>	<b>Payback Descontado .....</b>	<b>22</b>
<b>3</b>	<b>MATERIAIS E MÉTODOS .....</b>	<b>23</b>
<b>3.1</b>	<b>Estudo de caso .....</b>	<b>23</b>
<b>3.2</b>	<b>Amostragem EMP .....</b>	<b>25</b>
<b>3.2.1</b>	<b>Identificação dos locais de amostragem.....</b>	<b>26</b>
<b>3.2.2</b>	<b>Quantidade de amostras por planta .....</b>	<b>26</b>
<b>3.3</b>	<b>Análises em laboratório externo .....</b>	<b>28</b>
<b>3.4</b>	<b>Análises microbiológicas .....</b>	<b>28</b>
<b>3.5</b>	<b>Despesas CAPEX.....</b>	<b>30</b>
<b>3.6</b>	<b>Despesas OPEX .....</b>	<b>31</b>
<b>3.6.1</b>	<b>Despesas com logística de transporte.....</b>	<b>31</b>
<b>3.6.2</b>	<b>Despesas com consumíveis de laboratório .....</b>	<b>33</b>
<b>3.6.3</b>	<b>Despesas com mão de obra.....</b>	<b>34</b>
<b>3.7</b>	<b>Análises de lucratividade.....</b>	<b>35</b>
<b>3.8</b>	<b>Acreditação NBR ISO/IEC 17025.....</b>	<b>36</b>
<b>4</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÕES .....</b>	<b>37</b>
<b>4.1</b>	<b>Análises de lucratividade.....</b>	<b>37</b>
<b>4.2</b>	<b>Auditoria interna NBR ISO/IEC 17025.....</b>	<b>39</b>
<b>5</b>	<b>CONCLUSÕES E SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS.....</b>	<b>44</b>
	<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>46</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A indústria alimentícia no Brasil é considerada um dos maiores segmentos industriais do país, oferecendo uma grande variedade de produtos ao mercado consumidor. De acordo com a Associação Brasileira da Indústria de Alimentos (ABIA) a indústria brasileira de alimentos e bebidas registrou crescimento de 12,8% em faturamento no ano de 2020, em relação a 2019, atingindo R\$ 789,2 bilhões, somadas exportações e vendas para o mercado interno. Com relação à geração de empregos, mesmo com o impacto da pandemia do Covid-19, o setor foi responsável pela criação de 20 mil novas vagas diretas, alta de 1,2% em relação a 2019. O setor é o que mais gera empregos na indústria de transformação do Brasil, com 1,68 milhão de empregos diretos (ABIA, 2021).

A variedade de produção e a quantidade de indústrias no setor criam um cenário econômico competitivo, em que é necessário o uso de estratégias de diferenciação da concorrência. As empresas buscam por inovações e gestões que ofereçam maior credibilidade perante o consumidor final, além da melhoria contínua de seus produtos e processos para atender à crescente demanda.

Os atributos de qualidade dos alimentos acabam se tornando um requisito comercial em função do crescimento do setor e da preocupação com a segurança dos alimentos. Tendo em vista esse critério de diferenciação, as ferramentas de gestão da qualidade vêm sendo cada vez mais implementadas e valorizadas no mercado. Algumas das ferramentas mais utilizadas são as Boas Práticas de Fabricação (BPF), Avaliação de Riscos Microbiológicos (MRA, do inglês, *Microbiological Risk Assessment*), Gerenciamento da Qualidade (Série ISO) e o Sistema de Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controle (APPCC) (RIBEIRO-FURTINI; ABREU, 2006).

Um problema relacionado à segurança dos alimentos é definido como uma situação em que há ameaça à saúde pública, envolvendo um ou mais microrganismos patogênicos e um ou mais produtos (DUBUGRAS; PÉREZ-GUTIÉRREZ, 2009). Essa ameaça se deve à possibilidade de se causar um surto de doenças transmitidas por alimentos (DTA), caso o(s) produto(s) esteja(m) contaminado(s).

A MRA é uma ferramenta que consiste na análise preventiva do ambiente, equipamentos e condições higiênicas da indústria com a finalidade de detecção de microrganismos patogênicos, que possuem potencial de contaminação dos produtos ali fabricados. Dentre esses programas está o *Environmental Monitoring Plan* (EMP), que deve ser realizado em todas as instalações que produzem, manipulam ou envasam produtos.

A engenharia econômica utiliza de medidas de lucratividade para se estudar a viabilidade financeira de um projeto. Através do fluxo de caixa do empreendimento se mensura a probabilidade de sucesso através do Valor Presente Líquido (VPL), Taxa Interna de Retorno (TIR) ou *payback* descontado, dentre outras.

Diante desse contexto, o presente estudo tem como finalidade realizar uma análise econômica da implementação de um projeto de internalização de análises microbiológicas em uma empresa alimentícia anônima, que consta de 8 unidades no Brasil. As análises microbiológicas são realizadas por laboratórios externos em todas as unidades fabris, gerando altos custos. Assim, objetiva-se executar um estudo de viabilidade econômica da internalização de análises microbiológicas em um laboratório central de uma indústria de alimentos a fim de determinar a viabilidade do investimento. Por se tratar de análises laboratoriais, tem-se também como objetivo a implementação da certificação da norma NBR ISO/IEC 17025, com o intuito de promover a confiança na operação do laboratório central, além de garantir que este opere de forma competente e seja capaz de gerar resultados válidos.

Para isso, foram cumpridos os seguintes objetivos específicos:

- a) realizar a estimativa de custo de capital e operacional correspondente à implantação do projeto;
- b) calcular medidas de lucratividade para avaliar a viabilidade econômica do investimento, e
- c) estudar a implementação da acreditação da norma NBR ISO/IEC 17025 no laboratório central.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 Indústria de alimentos no Brasil

A indústria alimentícia no Brasil é considerada um dos maiores segmentos industriais do país, tendo grande impacto na economia. De acordo com a Associação Brasileira da Indústria de Alimentos (ABIA), o país reúne mais de 37 mil empresas na área, que geram mais de 1,68 milhão de empregos diretos e processam 58% da produção agropecuária. Além disso, o segmento é responsável por 10,6% do Produto Interno Bruto (PIB) do país (ABIA, 2020).

No que diz respeito ao comércio externo, o Brasil é o segundo maior exportador de alimentos industrializados do mundo em volume, levando seus alimentos para 190 países. Essa representação mundial faz com que o setor alimentício no país alcance 64,5% do saldo total da balança comercial brasileira, com um valor de aproximadamente 32,8 bilhões de dólares (ABIA, 2020).

O setor atende à demanda da população através de vários subsetores interdependentes. Alguns dos segmentos encontrados de acordo com a nomenclatura Classificação Nacional de Atividades Econômicas (CNAE) são:

- a) abate e fabricação de produtos de carne;
- b) preservação de pescado e fabricação de produtos do pescado;
- c) fabricação de conservas de frutas, legumes e outros vegetais;
- d) fabricação de óleos e gorduras vegetais e animais;
- e) laticínios;
- f) moagem, fabricação de produtos amiláceos e de alimentos para animais;
- g) fabricação e refino de açúcar;
- h) torrefação e moagem de café;
- i) fabricação de outros produtos alimentícios, e
- j) fabricação de bebidas não alcoólicas.

A grande quantidade de segmentos e linhas de produtos que caracterizam esse setor da indústria gera competitividade, que é fundamental para as estratégias de diferenciação e inovação das empresas. Essas vantagens conduzem o consumo de tais produtos a partir de suas particularidades, finalidades e até mesmo através de sua representação simbólica para o consumidor (JÚNIOR, 1998).

As estratégias de diferenciação são realizadas com a finalidade de ampliar ou conservar a posição das empresas no mercado, adotando táticas que as capacitem a concorrer em aspectos

como preço, esforço de venda ou diferenciação dos produtos com relação à concorrência. Essas estratégias envolvem gastos com ferramentas de gestão, aumento de eficiência produtiva, recursos humanos, inovação e qualidade dos processos (FERRAZ *et al*, 1995).

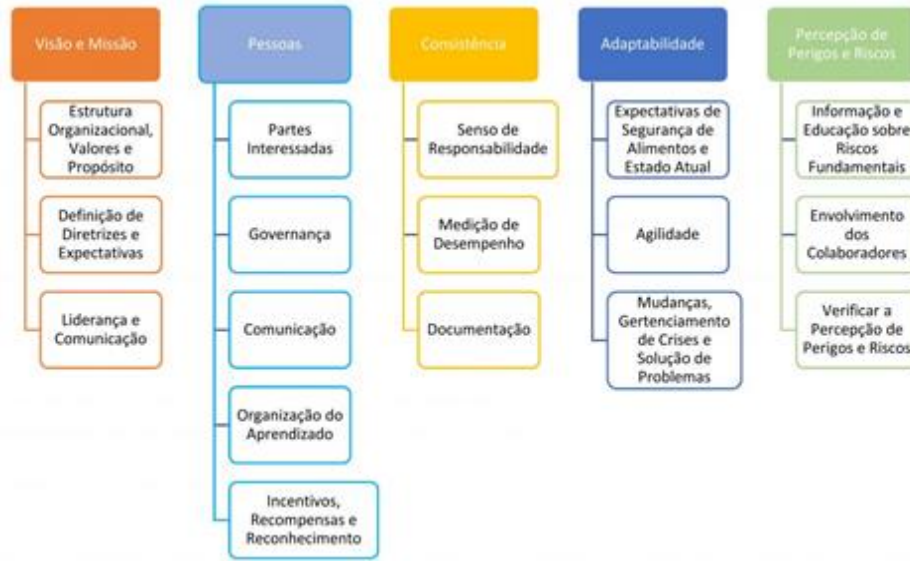
## **2.2 Qualidade e segurança de alimentos**

Nos últimos anos, a legislação das indústrias alimentícias vem crescendo leis e regulamentos que exigem a implementação de Análises de Perigos e Pontos Críticos de Controle (APPCC), baseado na segurança dos alimentos. Esse sistema de gestão tem como objetivos a segurança do consumidor, o fortalecimento da marca e a organização de etapas críticas do processo.

Em 2020, surgiu a *Global Food Safety Initiative* (GFSI), uma ferramenta que visa o alinhamento global de padrões de segurança alimentar, fornecendo produtos de melhor qualidade para os consumidores e aumentando a transparência da cadeia de alimentos. O sistema define a cultura de segurança de alimentos como valores, crenças e normas compartilhados que afetam o pensamento e o comportamento com relação à segurança de alimentos por toda organização. O Guia de Segurança de Alimentos, disponibilizado pela GFSI, define as cinco dimensões e seus componentes críticos que devem ser abordados na cultura de segurança de alimentos, que está representado na Figura 1.



Figura 1 - As cinco dimensões e seus componentes críticos que devem ser abordados na Cultura de Segurança de Alimentos.



Fonte: Guia de Segurança de Alimentos (GFSI) (2018).

A norma *Food Safety System Certification 22000* (FSSC 22000) é uma das reconhecidas pelo GFSI e é definida como um esquema global aceito para avaliação e certificação do sistema de gestão da segurança em toda cadeia. Por se tratar do único sistema de gestão de segurança de alimentos reconhecido internacionalmente, a certificação nessa norma oferece para as empresas a segurança e a confiabilidade na venda de seus produtos alimentícios.

Existem também padrões de segurança e qualidade de alimentos que são aplicados voluntariamente, ou seja, a certificação em algumas normas é considerada um diferencial da instituição e não uma obrigação. Essas acreditações vêm ganhando destaque como ferramentas de avaliação de conformidade de acordo com padrões de qualidade. Os organismos responsáveis por essas certificações são encarregados de emitir os relatórios contendo resultados, conclusões e uma declaração sobre a eficácia do sistema de gestão com todos os requisitos da norma. Os resultados devem indicar a conformidade ou não conformidade com os critérios da norma e, quando especificado pelos objetivos da auditoria, os resultados podem identificar oportunidades de melhoria (DJEKIC; TOMASEVIC; RADOVANOVIC, 2011).

### 2.2.1 NBR ISO/IEC 17025

Tendo em vista o impacto da implementação de ferramentas de qualidade em indústrias, todas as áreas de manufatura estão suscetíveis a processos de gestão e otimização. Portanto, a competência técnica de laboratórios também se torna um ponto crítico para as empresas que

buscam garantir que seus laboratórios de ensaio e calibração estejam praticando os sistemas de qualidade.

A norma internacional de qualidade NBR ISO/IEC 17025 incorpora os requisitos necessários para laboratórios de análises e/ou calibração, visando comprovar sua competência técnica e confiabilidade dos dados e resultados gerados (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2017). Para sua implementação é necessário um sistema de gestão de qualidade, competência técnica da equipe e capacidade de gerar bons resultados, através de critérios de rastreabilidade, cálculos de incertezas e validação de metodologias. O Quadro 1 compila alguns dos principais benefícios de se implantar a norma NBR ISO/IEC 17025.

Nota-se que são diversos os motivos que levam à acreditação e cada laboratório possui sua justificativa de acordo com as atividades desempenhadas. O que é comum nos estudos encontrados na literatura é que nenhum deles cita desvantagens com relação à acreditação, pois a certificação não se trata apenas de melhorias internas, mas sim de uma vantagem competitiva perante o mercado.

Quadro 1 - Benefícios da implementação da ISO/IEC 17025 e seus respectivos autores.

<b>Benefícios</b>	<b>Autor</b>
Melhora na competitividade, confiança, aumento da qualidade consciente, maior eficiência e trabalho em equipe.	(JESUS, 2021)
Efeito direto na performance da companhia, resultados mais precisos.	(AYUB <i>et al.</i> , 2021)
Capacidade de analisar riscos e oportunidades na implementação de testes, reduz impactos indesejados, gera maior confiabilidade dos dados.	(PUTRI <i>et al.</i> , 2021)
Maior satisfação do cliente, maior habilidade técnica dos colaboradores, possibilidade de reconhecimento internacional, maior confiabilidade de resultados.	(KHODABOCUS; BALGOBIN, 2011)
Melhora da reputação e imagem, aumento da confiança e confiabilidade nos resultados analisados, maior eficiência e melhora do trabalho em equipe, aumento da satisfação dos clientes.	(ABDEL-FATAH, 2010)

Fonte: Do autor (2021).

A ISO/IEC 17025 é dividida em duas partes, a primeira trata das exigências que devem ser cumpridas pela gerência do laboratório e faz referência à ISO 9001. Já a segunda, contém requisitos técnicos a serem seguidos para se ter a certificação, assegurando que o laboratório implemente planos e procedimentos que garantam a confiabilidade de seus ensaios. O Quadro 2 apresenta os requisitos da norma com seus respectivos objetivos.

Quadro 2 - Requisitos de avaliação da norma ABNT ISO/IEC 17025.

<b>Seção</b>	<b>Requisito</b>	<b>Objetivo</b>
1	Escopo	Apresenta os requisitos gerais para que o laboratório opere com competência, imparcialidade e operação consistente.
2	Referências Normativas	São apresentadas as referências utilizadas para a Seção 3.
3	Termos e Definições	Definições de termos e conceitos abordados na norma de acordo com a ABNT ISO/IEC Guia 99 e com o Vocabulário Internacional de Metrologia – Conceitos Fundamentais e gerais e termos associados.
4	Requisitos Gerais	Definição de como as atividades do laboratório devem ser regidas através da imparcialidade e confidencialidade.
5	Requisitos de Estrutura	Apresenta os requisitos necessários para a estruturação de um laboratório, citando a identificação da estrutura organizacional, definição e registro das atividades.
6	Requisitos de Recursos	São mencionados os recursos considerados como indispensáveis para o funcionamento das atividades de laboratório. São eles: pessoal, instalações e condições ambientais, equipamentos, rastreabilidade metrológica e produtos e serviços providos externamente.
7	Requisitos de Processos	Detalha os critérios críticos dos processos do laboratório (contratos, amostragem, calibração, manuseio de equipamentos), apresentando atividades necessárias que devem ser desenvolvidas.
8	Requisitos do Sistema de Gestão	Define que o laboratório deve ser capaz de documentar, implementar e manter um sistema de gestão que atenda aos requisitos da norma e assegure a qualidade dos resultados obtidos.

Fonte: Do autor (2021).

### 2.3 Programa de Monitoramento Ambiental (EMP)

Um dos desafios da indústria alimentícia é fazer com que sua produção atenda os consumidores de forma segura, tendo em vista que os alimentos são considerados um veículo

para transmissão de agentes contaminantes, podendo ocasionar surtos de doenças transmitidas por alimentos (DTA), caso estejam contaminados (PONATH *et al.*, 2016).

Para garantir a qualidade e segurança dos alimentos produzidos, deve-se levar em conta a qualidade da matéria-prima utilizada, as condições do ambiente de produção, as condições técnicas de limpeza dos equipamentos e utensílios e a higienização dos colaboradores que operam na linha. Esses fatores são primordiais para se evitar a contaminação dos alimentos por microrganismos que podem causar as DTA.

O Programa de Monitoramento Ambiental (EMP, do inglês *Environmental Management Plan*) tem como objetivo o controle de patógenos em um processo, contando com avaliações do ambiente de produção de uma indústria e da eficácia de limpeza e sanitização, e está incluso na ferramenta de qualidade MRA. Esse programa envolve a identificação de áreas em contato direto com o alimento, que devem ser monitoradas quanto à presença de microrganismos.

Para que uma indústria de alimentos possa fornecer produtos de qualidade e seguros, é necessário o controle da presença de microrganismos no processo através da verificação e monitoramento das condições higiênico-sanitárias de equipamentos e utensílios utilizados. Essas ações podem ser garantidas através de um programa de limpeza e sanitização eficazes, que inativam os microrganismos presentes e previnem o acúmulo de células microbianas ou biofilmes em superfícies (DE OLIVEIRA *et al.*, 2010).

Quando microrganismos se depositam, interagem e se multiplicam formando colônias em superfícies, pode haver a formação do que se denomina biofilme microbiano (FIGUEIREDO, 2000). De acordo com SCHERRER; MARCON (2016), os biofilmes podem ser definidos como uma película de microrganismos, ancorados em uma determinada superfície através de substâncias poliméricas que lhes conferem capacidade de adesão. Sua formação pode ser explicada como uma estratégia de sobrevivência por parte dos microrganismos que se encontram em ambientes hostis.

A presença desse crescimento microbiano nas superfícies de equipamentos em uma indústria de alimentos pode ocorrer em vários pontos, visto que nenhuma superfície está completamente livre do desenvolvimento de biofilmes, podendo ocorrer em plásticos, vidros, metais, madeiras e até mesmo no alimento (SCHERRER; MARCON, 2016). Sendo assim, superfícies contaminadas com biofilmes podem liberar microrganismos, trazendo consequências à qualidade do produto final, como alteração de variáveis sensoriais e surtos de DTA.

Quaisquer superfícies que se encontram em contato direto com o alimento produzido podem ser consideradas como fonte de contaminação microbiológica e isso inclui as mãos dos

colaboradores que estão envolvidos no processo. Os manipuladores de alimentos podem introduzir os microrganismos durante o processo de produção, preparação e/ou distribuição dos produtos. Essa contaminação pode ocorrer diretamente ao alimento ou através de outras superfícies, com o contato da mão do colaborador com os equipamentos do processo. A lavagem das mãos é uma medida preventiva eficaz da transmissão cruzada de patógenos e, apesar da relativa simplicidade, ainda se observa uma forte resistência em sua utilização (COSTA NETO; ROSA, 2014). Sendo assim, o controle de microrganismos nas mãos de manipuladores apresenta um importante papel na segurança alimentar e é realizado através da análise conhecida como *swab* de mãos.

Outro parâmetro importante de acompanhamento é a presença de patógenos no ar ambiente, que está em contato direto com os alimentos e com os equipamentos de produção. A análise de ar permite a verificação da quantidade de microrganismos que estão presentes no ambiente e que podem ser fontes de contaminação direta para os alimentos produzidos.

Através de amostragem e testes ambientais, o EMP verifica o nível correto de práticas e controles higiênicos, evitando quaisquer contaminações cruzadas de *Salmonella* spp, *Listeria Monocytogenes* e outros microrganismos.

### **2.3.1 Patógenos**

Microrganismos patógenos são parasitas que utilizam do metabolismo das células de seus hospedeiros para se reproduzirem e podem ser classificados como bactérias entéricas, aeróbias e anaeróbias, vírus e parasitas. Através da ingestão de alimentos contaminados, os patógenos sobreviventes às etapas de processamento dos alimentos geram quadros infecciosos que podem causar doenças intestinais ou até a morte (MORAES, 2016). Dentre as mais variadas bactérias detectadas em alimentos destacam-se a *Salmonella* spp. e a *Listeria Monocytogenes*. Esses microrganismos são classificados como patógenos e são os mais críticos encontrados em alimentos por serem persistentes no meio ambiente.

A *Salmonella* spp. é uma bactéria responsável por graves intoxicações alimentares e é um dos principais agentes infecciosos encontrados. Devido à sua capacidade de invasão celular, está associada a problemas entéricos, septicêmicos e abortivos, possuindo como habitat o trato gastrointestinal de seres humanos e animais (GONÇALVES, 2012). A *Salmonella* é relativamente resistente a vários fatores ambientais, possuindo a capacidade de se proliferar em ambientes com pH entre 7,0 e 7,5, temperaturas de 35 °C a 43 °C e em alimentos com atividade de água superior a 0,94 (BRASIL, 2011).

A doença causada pela presença da bactéria *Listeria Monocytoneges* em alimentos é conhecida como listeriose e apesar de não ser a mais comum, apresenta a principal causa de mortalidade por doenças alimentares (MATEUS et al., 2017). Essa bactéria é capaz de sobreviver em condições adversas, como baixos valores de pH e atividade de água, sendo resistentes à secagem e ao calor (REIS et al., 2020).

Outro grupo de microrganismos importantes para assegurar a qualidade de alimentos são os coliformes totais, pois são importantes indicadores de condições higiênico-sanitárias (VALIATTI et al., 2017). As bactérias do grupo coliforme são grandes agentes contaminantes, podendo causar diarreias e outros distúrbios intestinais, além de serem responsáveis pela deterioração do alimento.

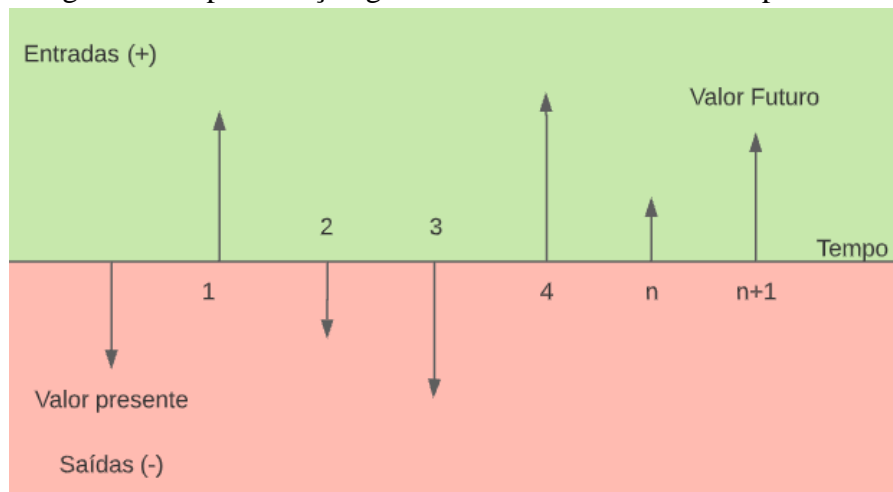
## 2.4 Fluxo de caixa de um empreendimento

As estimativas de custos de projetos são um conjunto de documentos que estabelecem a viabilidade técnica e econômica de um dado empreendimento (VAZZOLER, [s.d.]). Os gastos de uma empresa podem ser diretos ou indiretos. O primeiro se refere àqueles diretamente relacionados ao processo produtivo em si, como matérias-primas, utilidades, mão de obra, segurança e equipamentos. Já os indiretos estão relacionados à administração do empreendimento, não variando de forma proporcional à produção, são eles: gastos com salários administrativos, *marketing*, inovações, segurança etc.

O fluxo de caixa de uma empresa resume todas as entradas e saídas de capital em um determinado período e é necessário para se estimar a rentabilidade de projetos (PINHEIRO, 2019). As despesas relacionadas a bens de capitais são representadas pela sigla CAPEX, do inglês *Capital Expenditure*, e envolvem custos relacionados à compra de equipamentos, estrutura, logística e investimentos em ativos. Já as despesas com parâmetros operacionais da indústria são representadas pela sigla OPEX, do inglês *Operational Expenditure*. Esses gastos são fundamentais para a operação e funcionamento da produção, como compra de consumíveis, salários de funcionários e limpeza de equipamentos.

Para uma melhor visualização das alternativas de investimento de um projeto, utilizam-se representações gráficas do fluxo de caixa. A Figura 2 representa um exemplo gráfico de fluxo de caixa em um determinado período. É traçado um eixo horizontal que define um período de análise, vetores orientados para cima são representações de valores positivos no investimento, ou seja, ganhos, recebimentos ou receitas. Já os vetores para baixo são chamados de valores negativos, que representam custos, perdas ou despesas (DE OLIVEIRA SILVA; JANNI, 2021).

Figura 2 - Representação gráfica de um fluxo de caixa hipotético.



Fonte: Do autor (2021).

## 2.5 Estudo de viabilidade econômica

O estudo de viabilidade econômica é contemplado nas atividades desenvolvidas pela engenharia econômica, que tem como objetivo identificar os benefícios esperados em dado investimento para colocá-los em comparação com os custos associados ao mesmo (ZAGO; WEISE; HORNBURG, 2009).

A implementação de um projeto deve ser realizada após a consideração de critérios econômicos, financeiros e imponderáveis (ZAGO; WEISE; HORNBURG, 2009). Os primeiros são aqueles que analisam a rentabilidade do investimento, já os financeiros são os relacionados à disponibilidade de recursos e os critérios imponderáveis são de fatores independentes de dinheiro, como a credibilidade da empresa ou relação com fornecedores.

Existem métodos utilizados para se realizar o estudo de viabilidade financeira de um projeto, que são chamados de medidas de lucratividade.

### 2.5.1 Valor Presente Líquido

O Valor Presente Líquido (VPL) de um projeto é definido como a soma algébrica dos valores descontados do fluxo de caixa a ele associado (ZAGO; WEISE; HORNBURG, 2009). O método permite que se avalie qual o retorno que um investimento pode proporcionar, além do estipulado pela Taxa Mínima de Atratividade (TMA). Essa taxa representa o retorno mínimo esperado por investidores para que o projeto seja aceito. De maneira genérica, o VPL pode ser

interpretado como uma atualização dos valores projetados por um fluxo de caixa no futuro para o presente.

Para se calcular o VPL é necessário que todos os valores de fluxo de caixa do projeto estejam no tempo zero, descontando-se a taxa de juros que foi pré-estabelecida pelos investidores, a TMA. Assim, o valor de VPL pode ser calculado através da Equação (1).

$$VPL = \sum_{j=0}^n \frac{FC_j}{(1 + TMA)^j} \quad (1)$$

em que FC representa o fluxo de caixa líquido do projeto no período j, n é o horizonte de projeto e TMA é a taxa mínima de atratividade.

Através do resultado do VPL é possível avaliar se o investimento é viável ou não. Caso o valor de VPL seja maior do que 0, a empresa terá um retorno financeiro superior ao do investimento, tornando-o atrativo. Entretanto, um VPL negativo indica que o retorno do investimento não será suficiente para cobrir o mínimo esperado e o projeto deve ser desconsiderado. De acordo com Nogueira (2007), no caso de um VPL igual a 0, a alternativa de investimento não é atrativa, visto que o retorno será igual ao valor de TMA estipulado. Nesses casos, fatores intangíveis podem ser avaliados caso a empresa tenha interesse em dar seguimento com o projeto, como opinião de consumidores, reputação da empresa, diferencial comercial, dentre outros.

### 2.5.2 Taxa Interna de Retorno

A Taxa Interna de Retorno (TIR) representa a taxa de juros que equalizará o valor das receitas com as despesas do empreendimento. O valor de TIR pode ser encontrado através da Equação (2).

$$\sum_{j=0}^n \frac{FC_j}{(1+TIR)^j} = 0 \quad (2)$$

Sendo: FC o fluxo de caixa, j o período de análise, n o horizonte de projeto e TIR a taxa mínima para que o projeto seja atrativo.

Caso o valor de TIR seja maior do que o de TMA, o projeto é considerado como viável e deve ser aceito. O contrário,  $TIR < TMA$ , significa que aquele projeto deve ser recusado pois não é viável.



### 2.5.3 *Payback* Descontado

O *payback* é a quantidade de tempo necessária para que uma empresa consiga retornar o investimento realizado em um projeto, através das entradas de caixa (DE OLIVEIRA SILVA; JANNI, 2021). Entretanto, embora muito utilizado, a técnica não é capaz de apresentar o valor do capital ao longo do tempo, pois soma-se valores de diferentes datas, o que pode causar análises de viabilidade equivocadas.

Já o *payback* descontado leva em consideração uma taxa de desconto dos fluxos de caixa, a TMA, em relação ao período ao qual o fluxo está atrelado. De acordo com Nogueira (2011), dessa maneira é possível que o investidor analise o prazo de retorno do capital investido. O cálculo para se encontrar o tempo está representado na Equação (3).

Em que: I representa o investimento inicial do projeto e FC o fluxo de caixa em um período T.

$$I = \sum_{T=1}^n \frac{FC_T}{(1+TMA)^T} \quad (3)$$

### 3 MATERIAIS E MÉTODOS

#### 3.1 Estudo de caso

O desenvolvimento deste trabalho foi direcionado à avaliação da viabilidade econômica do projeto de internalização de análises microbiológicas de uma indústria alimentícia, para criação de um laboratório central.

A indústria alimentícia em questão possui oito unidades no Brasil, sendo que as mesmas estão distribuídas por toda extensão territorial do país. Para atendimento de políticas de qualidade e segurança dos alimentos, as unidades fabris realizam mensalmente análises de patógenos, *swab* de mãos e ar ambiente, que estão inclusas no programa de monitoramento ambiental.

Das oito unidades, apenas duas (Plantas A e B) contam com laboratórios microbiológicos equipados e com colaboradores treinados. Entretanto, ambas realizam internamente apenas as análises de *swab* de mãos e de ar, pois não possuem o equipamento Detector de Patógenos necessário para detecção de *Salmonella* e *Listeria*. Sendo assim, elas necessitam realizar essas análises com um laboratório externo.

Como o regulamento interno da companhia define as análises EMP como obrigatórias, as demais unidades possuem um alto custo com a realização mensal das três análises por laboratórios externos. Cada localidade possui um valor de despesa com essas análises, visto que o número de amostras coletadas é dependente do tamanho da unidade, número de linhas de produção e área de processo produtivo.

A unidade A é a de interesse para criação do laboratório central por possuir maior estrutura física, experiência com as análises microbiológicas e por já possuir quatro colaboradores na área, sendo que um deles é considerado o especialista Brasil de microbiologia da empresa. Já a Planta B, apesar de possuir o laboratório, trata-se de uma unidade fabril menor, com apenas um colaborador no laboratório e com menor espaço para análises.

Na Tabela 1 estão apresentadas as outras sete unidades, suas localizações e suas distâncias em quilômetros da planta A.

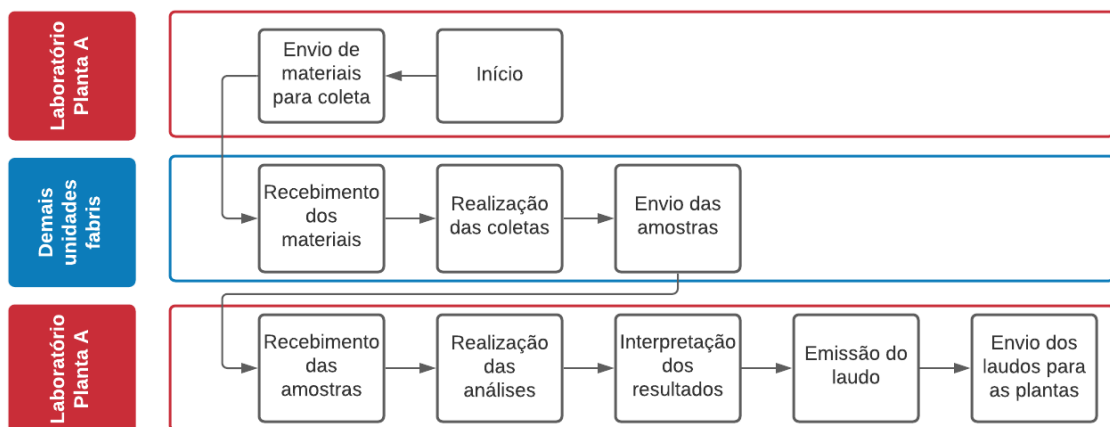
Tabela 1 - Unidades da indústria de alimentos e suas respectivas distâncias da planta A.

Planta	Localização	Distância (Km)
A	São Paulo	0
B	São Paulo	130
C	Goiás	850
D	Paraná	400
E	Sergipe	2204
F	Minas Gerais	720
G	Bahia	1930
H	Pernambuco	2690

Fonte: Do autor (2021).

A proposta é que o laboratório microbiológico da Planta A realize todas as análises EMP do Brasil. A Figura 3 representa o fluxo proposto para a realização das análises.

Figura 3 - Representação gráfica do fluxo de internalização de análises.



Fonte: Do autor (2021).

Por sua localização geográfica estratégica, a Planta A receberá os materiais de coleta necessários para a amostragem de todas as plantas e ficará responsável por enviá-los para as outras localidades. Após o recebimento desse, cada unidade irá realizar as coletas e enviá-las para o laboratório da planta A, seguindo os procedimentos internos e a quantidade de amostras pré-determinadas. O fluxo retorna para a unidade A, que deve realizar as análises, interpretar os resultados, emitir o laudo e enviá-lo para as demais unidades fabris.

Com isso, os custos relacionados às análises microbiológicas serão limitados à compra de consumíveis, gastos com o transporte de materiais de coleta e amostras, e com a admissão de um novo colaborador para a planta A.

### 3.2 Amostragem EMP

O EMP envolve a identificação de áreas que estão em contato com o produto alimentício dentro das instalações de fabricação. Essas devem ser monitoradas quanto à presença de *Salmonella spp.*, *Listeria Monocytogenes* e Coliformes totais, que são microrganismos que podem gerar contaminação nos alimentos.

As áreas a serem amostradas são separadas em quatro zonas que são divididas de acordo com o risco ao produto e ao processo, sendo que a Zona 1 compreende todas as superfícies que entram em contato direto com o alimento e não deve ser realizada a amostragem microbiológica. O Quadro 3 apresenta as zonas, suas definições e exemplos.

Quadro 3 - Zonas de amostragem em uma linha de produção.

<b>Zona</b>	<b>Definição</b>	<b>Exemplos</b>
Zona 1	Superfícies de Contato Direto com Produtos (SCP).	Esteiras, interior de tubulações, utensílios, todas as áreas diretamente acima da superfície de contato com o produto como tubulações e sistemas de ventilação.
Zona 2	Não-SCP, áreas que circundam com proximidade de 4,5 m da Zona 1. São áreas que se contaminadas podem levar a contaminação.	Exterior de equipamentos, estruturas, equipamentos de estocagem, painéis de controle, drenagens, mesas de trabalho, computadores, corrimão.
Zona 3	Não-SCP, distância maior do que 4,5 m da SCP. Áreas que, se contaminadas, provavelmente não levarão a contaminação às SCPs sem intervenção humana ou mecânica.	Empilhadeiras e carrinhos de transporte, portas das áreas de processamento, aparelhos de telefone, ferramentas utilizadas nas áreas produtivas, porém, sem contato direto com produto.
Zona 4	Não-SCP fora das áreas de processamento. Áreas que, se contaminadas, podem espalhar a contaminação para a área de processamento via tráfego de pessoas ou de equipamentos.	Salas de descanso, vestiários, banheiros, armários, áreas de refugio

Fonte: Do autor (2021).

### **3.2.1 Identificação dos locais de amostragem**

A determinação de onde coletar as amostras em um ambiente durante o desenvolvimento do EMP é tão importante quanto o uso de boas técnicas de amostragem. Os locais devem ser escolhidos com base nos pontos que fornecerão a maior quantidade de informação por amostra. Sendo assim, é necessário identificar locais que tenham maiores potenciais para crescimento microbiano.

Os locais de amostragem baseiam-se nas zonas apresentadas anteriormente e na experiência sobre os locais mais propícios à ocorrência de falhas de limpeza e BPF. A coleta das amostras não deve se restringir a áreas que são frequentemente limpas e sim, àquelas que são de difícil alcance, limpeza e sanitização, as quais podem representar pontos de contaminação.

Para amostragem de patógenos utiliza-se esponjas que facilitam a coleta e prioriza-se áreas de alto risco como as Zonas 2 e 3. A Zona 1 não é considerada no EMP, pois as análises realizadas no produto acabado já são representativas das condições dessas áreas.

### **3.2.2 Quantidade de amostras por planta**

Para definição da quantidade de amostras para a análise de patógenos leva-se em consideração três aspectos da planta: o tamanho da instalação, a complexidade do processo e as circunstâncias da estrutura.

Referente ao tamanho da instalação, deve-se considerar a área total do processo produtivo, os sistemas de processamento, quantidade de pontos de contaminação e pontos com maior tráfego de pessoas. Já quanto à complexidade do processo, avalia-se a disposição dos equipamentos, padrões de tráfego e a proporção das áreas de maior risco. Por último, e não menos importante, deve-se avaliar as circunstâncias em que estão inseridas aquela instalação e as condições de infraestrutura e dos equipamentos.

Na Tabela 2 estão representados valores genéricos de tamanho de instalações, quantidade de linhas de produção, área de produção e números de amostragem mensal recomendados, sendo esses dados determinados por critérios internos da empresa anônima.

Tabela 2 - Guia de amostragem por tamanho de planta.

<b>Categoria de planta por tamanho</b>	<b>Número de linhas de produção</b>	<b>Área de Produção (m<sup>2</sup>)</b>	<b>Número de amostragem mensal</b>
Pequena	1 – 3	<2.790	10 – 15
Média	4 – 6	2.790 - 9.290	15 – 20
Grande	7 – 9	9.290 – 23.225	20 – 25
Muito grande	10 +	> 23.225	30 – 50

Fonte: Procedimento Interno Indústria de Alimentos (2017).

Já para definição do número de amostras de *swab* de mãos e ar ambiente utiliza-se a definição de procedimentos internos da empresa, levando em consideração a quantidade de trabalhadores do processo, número de linhas, área de produção e tipo de produção (asséptica, aberta ou mista).

Com base nos critérios apresentados, a Tabela 3 traz a quantidade de amostras mensais que devem ser coletas das oito unidades fabris do estudo.

Tabela 3 - Quantidade amostragem mensal.

<b>Planta</b>	<b>Swab mãos</b>	<b>Ar ambiente</b>	<b>Amostras Patógenos</b>
A	6	6	15
B	0	0	10
C	20	6	25
D	15	9	15
E	15	17	15
F	20	5	15
G	8	23	10
H	7	4	10

Fonte: Do autor (2021).

A localidade B já possui um laboratório microbiológico que é capaz de suportar as análises de *Swab* de mãos e ar, contudo, o local não possui estrutura para receber mais amostras do que realizam no momento. Tendo em vista que o projeto visa analisar apenas as análises que serão realizadas na Planta A, desconsideraram-se as amostras de mãos e ar da unidade fabril B.

Ressalta-se que não se devem utilizar sempre os mesmos locais de amostragem, pois isso limita significativamente o escopo de amostragem e leva ao esquecimento da consideração de novas áreas. Sendo assim, é recomendado utilizar um esquema de rotatividade dos pontos, sempre respeitando a quantidade de amostras a serem obtidas.

### 3.3 Análises em laboratório externo

As análises microbiológicas das oito unidades são realizadas por laboratórios externos. Com o objetivo de realizar um comparativo de custos, foi feito um orçamento com um laboratório de referência para as análises de *Salmonella*, *Listeria*, *Swab* de mãos e ar ambiente para cada planta. Os custos das análises estão representados na Tabela 4.

Tabela 4 - Orçamento de análises com laboratório externo.

Planta	Custo Mensal Análises	Custo Anual Análises
A	R\$ 3.374,11	R\$ 40.489,32
B	R\$ 2.334,91	R\$ 28.018,92
C	R\$ 8.522,05	R\$ 102.264,60
D	R\$ 6.058,72	R\$ 72.704,64
E	R\$ 6.878,64	R\$ 82.543,68
F	R\$ 6.215,16	R\$ 74.581,92
G	R\$ 5.598,42	R\$ 67.181,04
H	R\$ 3.537,83	R\$ 42.453,96
Total	R\$ 42.519,84	R\$ 510.238,08

Fonte: Do autor (2021).

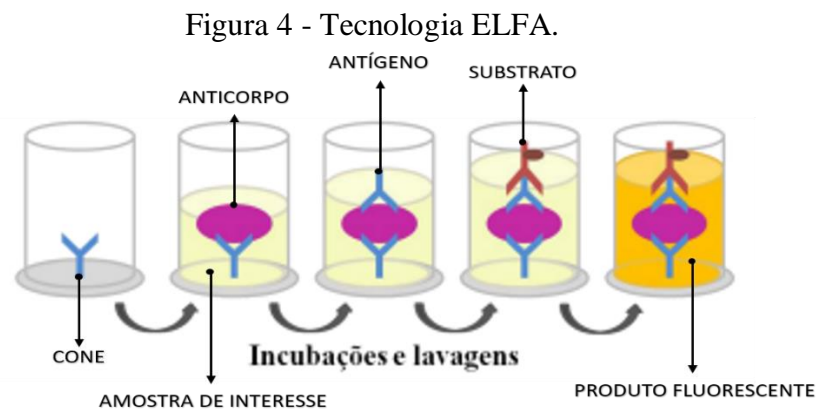
Como dito anteriormente, a Planta B possui um laboratório microbiológico para realização das análises de *swab* de mãos e ar ambiente, sendo assim, os custos apresentados contemplam apenas as análises de *Salmonella* e *Listeria*, realizadas pelo equipamento Detector de Patógenos.

Os demais valores contemplam os reagentes necessários para as análises, frete das amostras coletadas e o custo de execução da análise pelo laboratório externo. Os custos das análises são dependentes do número de amostras de cada ponto, conforme apresentado no item 3.2.

### 3.4 Análises microbiológicas

A contaminação dos alimentos produzidos pode ocorrer tanto pelo contato destes com superfícies contaminadas, quanto pelo ar nas adjacências. Sendo assim, é necessário o acompanhamento de três parâmetros da produção: a limpeza das Zonas, as mãos dos manipuladores e o ar ambiente.

A análise de patógenos é realizada através do equipamento Detector de Patógenos, que é um teste qualitativo automatizado, que permite a detecção de antígenos de *Salmonella* spp. e *Listeria Monocytogenes* em produtos alimentícios, pela técnica ELFA (*Enzyme Linked Fluorescent Assay*). As principais vantagens de se utilizar esse equipamento são os resultados mais rápidos, melhoria da produtividade e eficiência, facilidade de uso e a rastreabilidade dos resultados obtidos. Na Figura 4 está representado o funcionamento da tecnologia ELFA utilizada no equipamento.



Fonte: Adaptada de SILVA (2019).

A tecnologia funciona da seguinte maneira, o interior de um cone é revestido por anticorpos do microrganismo de estudo. Coloca-se o cone em contato com a amostra de interesse e, caso haja presença do antígeno, ele se liga ao anticorpo formando uma molécula conjugada. Em seguida, é inserido um substrato que irá se ligar aos antígenos presentes na solução. A enzima do conjugado catalisa a reação de hidrólise do substrato inserido, transformando-o em um produto cuja fluorescência é medida pelo leitor óptico do equipamento Detector de Patógenos. Os cálculos são analisados automaticamente pelo computador e um resultado de teste analítico é impresso para cada teste.

Para detecção dos microrganismos de interesse é necessário utilizar consumíveis que possuam antígenos específicos. No caso deste estudo, são necessários os suplementos *Salmonella* e *Listeria*.

Já para as análises de *swab* de mãos, são coletadas amostras das mãos dos colaboradores através de esponjas umedecidas, que são passadas nas palmas e dorso das mãos, entre dedos e sob as unhas dos manipuladores. As amostras são colocadas em contato com o consumível *Plate Count Ágar*, que é um meio de cultura nutritivo que possibilita o crescimento de colônias dos microrganismos ali presentes. Após a incubação das placas de Petri é possível realizar a contagem de colônias que se desenvolveram e identificar a quantidade de microrganismos



presentes em cada amostra.

A análise de ar ambiente é realizada através da exposição de placas de Petri abertas ao ambiente de produção durante o período de trabalho, utilizando os meios de cultura *DRBC Ágar Fungos* e *Violet Red Bile Agar (VRBA)*. Após a exposição, as placas passam pelo processo de incubação, onde as condições operacionais são dependentes do tipo de meio de cultivo utilizado. Após o tempo necessário na incubação, ocorre a contagem direta das colônias que se desenvolveram nas placas, expressando o resultado em Unidade Formadora de Colônia (UFC)/placa.

### 3.5 Despesas CAPEX

As despesas CAPEX são todos os custos relacionados à aquisição de equipamentos e instalações para a realização do projeto. Como a planta A já possui um laboratório microbiológico, não será necessária a criação e nem adaptação da instalação.

Por se tratar de análises microbiológicas, todos os materiais utilizados nas análises devem ser esterilizados após o uso. Com o aumento do volume de análises, a planta A necessita adquirir duas autoclaves. Esse equipamento é um dispositivo selado que tem como função inativar microrganismos em materiais, através da utilização de vapor saturado sob pressão. As altas temperaturas e a pressão, associados, extinguem quaisquer microrganismos presentes ali, deixando os materiais do laboratório estéreis e seguros para uso. Foi orçado o valor de duas autoclaves com um fornecedor padrão do laboratório, obtendo-se um custo de R\$ 69.437,76. Os equipamentos adquiridos serão do modelo AVP-137, que são autoclaves verticais com tela digital, *timer* e volume interno de 137 litros.

Além disso, é necessária a compra do Detector de Patógenos para as análises de detecção de *Salmonella* e *Listeria*. O equipamento pode realizar até trinta ensaios simultâneos e em seu valor está incluso a instalação do *software* de leitura e a impressora para emissão dos resultados, tendo um custo total de aquisição de R\$ 152.788,00.

Como apresentado no fluxo do projeto (Figura 3), existem informações que as plantas devem enviar referentes às amostras para o laboratório da planta A, como data da coleta, responsável, local e data de envio das amostras. Essa troca de informações deve ser realizada da forma mais segura possível, para garantir a rastreabilidade e confidencialidade dos dados. Levando em consideração o alto volume de amostras por mês e a quantidade de dados analisados, orçou-se a implementação de um *software* de laboratório que automatizasse o fluxo. O sistema de gestão através do *software* está de acordo com os requisitos propostos pela

ISO/IEC 17025 sobre segurança das informações, padronizando o processo e garantindo a redução de tempo no cadastro das análises e resultados, além da emissão de laudos de maneira automática. Para a implementação da ferramenta obteve-se um custo de R\$ 85.000,00, nesse valor está incluso o acesso para todas as plantas como usuárias e um perfil administrador para o laboratório da planta A.

### 3.6 Despesas OPEX

Despesas operacionais, como citado anteriormente, são aquelas relacionadas aos gastos cotidianos do projeto. Foram avaliados três segmentos: despesas com logística, consumíveis e mão de obra.

#### 3.6.1 Despesas com logística de transporte

As amostras coletadas devem ser analisadas em até 72h pelo laboratório responsável. Sendo assim, para a internalização das análises na Planta A foi realizado orçamento com uma empresa de transportes que contemple todas as unidades fabris. A logística de transporte considera o envio de coletores por parte da Planta A para as demais localidades e o retorno das amostras coletadas até a Planta A. Os custos referentes a esses transportes estão representados na Tabela 5.

Tabela 5 - Orçamento de transporte das amostras.

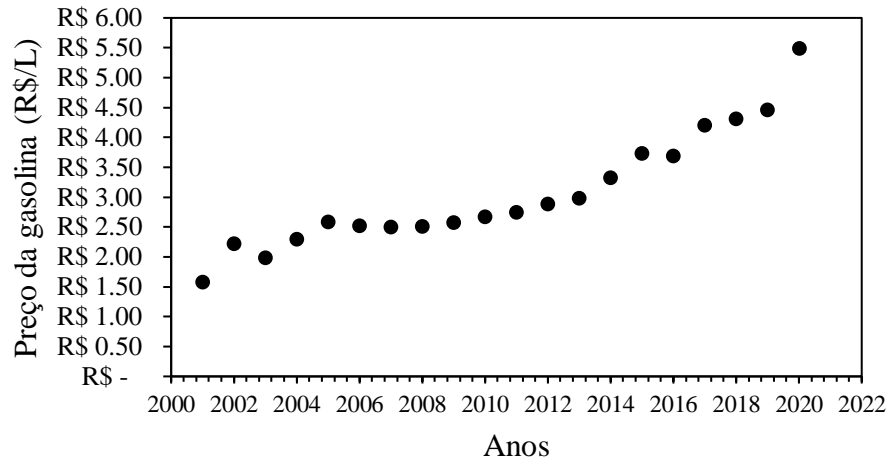
<b>Planta</b>	<b>Custo Mensal</b>	<b>Custo Anual</b>
B	R\$ 315,00	R\$ 3.780,00
C	R\$ 392,00	R\$ 4.704,00
D	R\$ 392,00	R\$ 4.704,00
E	R\$ 693,40	R\$ 8.320,80
F	R\$ 560,25	R\$ 6.723,00
G	R\$ 564,22	R\$ 6.770,64
H	R\$ 491,30	R\$ 5.895,60
Total	R\$ 3.408,17	R\$ 40.898,04

Fonte: Autor (2021).

O cálculo de frete leva em consideração três aspectos principais: as dimensões e peso do item de envio, o preço da gasolina e a taxa de serviço. O valor da gasolina corresponde a 60% desse custo, sendo um aumento considerável para a estimativa de horizonte de projeto de dez

anos. Com base nas informações disponibilizadas por Trevizan (2021), referentes ao preço médio da gasolina no mês de março nos últimos vinte anos, obteve-se a Figura 5, que representa a variação do preço da gasolina por litro ao longo dos anos.

Figura 5 - Preço da gasolina por litro ao longo dos últimos vinte anos.



Fonte: Do autor (2021).

Com base nessa informação foi possível estipular a porcentagem média de aumento da gasolina nos últimos anos, chegando a um valor de 7,32%, apesar da existência de algumas oscilações. Utilizando essa previsão, foi possível realizar estimativas do preço da gasolina para o horizonte de projeto de 10 anos e os aumentos com os custos de transporte das amostras. A Tabela 6 apresenta o custo do litro da gasolina para o horizonte do projeto e os custos anuais com logística para cada ano do projeto.

Tabela 6 - Estimativa de preço da gasolina e custos com transporte para 10 anos.

<b>Ano</b>	<b>Preço gasolina (R\$/L)</b>	<b>Custo total anual por ano</b>
1	5,49	R\$ 40.898,04
2	5,89	R\$ 43.891,75
3	6,32	R\$ 47.104,60
4	6,79	R\$ 50.552,63
5	7,28	R\$ 54.253,05
6	7,82	R\$ 58.224,34
7	8,39	R\$ 62.486,32
8	9,00	R\$ 67.060,29
9	9,66	R\$ 71.969,06
10	10,37	R\$ 77.237,15

Fonte: Do autor (2021).

### 3.6.2 Despesas com consumíveis de laboratório

Como explicado anteriormente, para cada análise é necessário o consumo de reagentes específicos para detecção dos microrganismos. As Tabelas 7, 8 e 9 apresentam, respectivamente, os custos para realização das análises de ar, *swab* mãos e patógenos de uma amostra. Ressalta-se que esses valores são referentes a análises realizadas internamente pela empresa, no laboratório microbiológico da Planta A.

Tabela 7 - Consumíveis análises de ar.

Consumível	Quantidade	Custo por amostra
<i>DRBC</i>	1	R\$ 0,75
<i>Plate Count Ágar</i>	1	R\$ 0,25
<i>VRBA</i>	1	R\$ 0,53
Placa petri	2	R\$ 1,14
Total		R\$ 2,67

Fonte: Do autor (2021).

Tabela 8 - Consumíveis análises de swab mãos.

Consumível	Quantidade	Custo por amostra
<i>Swab</i> para coleta	1	R\$ 5,60
<i>Plate Count Ágar</i>	1	R\$ 0,25
<i>Petrifilm</i>	1	R\$ 15,01
Placa Petri	1	R\$ 0,38
Ponteira 1ml	1	R\$ 0,06
Total		R\$ 21,30

Fonte: Do autor (2021).

Tabela 9 - Consumíveis análises de patógenos.

Consumível	Quantidade	Custo por amostra
Suplemento <i>Salmonella</i>	1	R\$ 69,00
Suplemento <i>Listeria</i>	1	R\$ 73,30
Papel impressora	1	R\$ 4,20
Kit calibração	1	R\$ 9,80
Total		R\$ 156,30

Fonte: Do autor (2021).

Com esses custos é possível obter o valor gasto para realização das três análises de cada unidade fabril. O valor mensal das análises é representado pela Equação 4.

$$C_m = Ar * i_A + M * i_M + P * i_P \quad (4)$$

Em que:  $C_m$  é o custo total mensal da unidade fabril,  $A_r$  são os custos de uma amostra de análise de ar,  $i_A$  são os números de amostras de ar mensais a serem realizadas,  $M$  são os custos de uma amostra de análise de *swab* de mãos,  $i_M$  são as amostras de *swab* de mãos mensais,  $P$  são os custos de uma amostra de análise de patógenos e  $i_P$  representa as amostras para detecção de patógenos a serem realizadas mensalmente.

Realizando o cálculo apresentado pela Equação 4 encontra-se os custos totais (mensais e anual) de cada unidade fabril com análises microbiológicas, que estão representados na Tabela 10.

Tabela 10 - Custos das análises realizadas no laboratório da Planta A.

<b>Planta</b>	<b>Custo Mensal</b>		<b>Custo Anual</b>	
A	R\$	2.488,33	R\$	29.860,01
B	R\$	1.563,00	R\$	18.756,00
C	R\$	4.349,53	R\$	52.194,41
D	R\$	2.688,05	R\$	32.256,62
E	R\$	2.709,43	R\$	32.513,17
F	R\$	2.783,86	R\$	33.406,34
G	R\$	1.794,87	R\$	21.538,38
H	R\$	1.722,79	R\$	20.673,48
Total	R\$	20.099,87	R\$	241.198,42

Fonte: Do autor (2021).

Vale ressaltar que o equipamento Detector de Patógenos ainda possui uma despesa anual de R\$ 7.600,00 para calibração e manutenção preventiva.

### 3.6.3 Despesas com mão de obra

Para a implementação das análises é necessária a contratação de um Técnico de Qualidade I para a Planta A. Esse cargo tem como função a realização de todas as análises microbiológicas relacionadas ao programa EMP, além do preparo de meios de cultivo, organização do laboratório e emissão dos laudos de resultados. Para cálculo da despesa anual com o funcionário, usou-se como base a folha salarial atual de uma indústria alimentícia. Considerando os encargos relacionados à contratação de um novo colaborador e suas respectivas alíquotas, tem-se que o custo mensal é de R\$ 6.375,00 e o custo anual é de R\$ 76.500,00.

Tendo em vista o horizonte de projeto de 10 anos é necessário levar em consideração o

reajuste salarial anual para a contratação do novo colaborador. Esse reajuste é um aumento feito baseado na inflação e em outros fatores econômicos, e tem como objetivo preservar o poder de compra dos trabalhadores em relação à inflação de cada ano. A obrigatoriedade do reajuste salarial é realizada pela Consolidação das Leis de Trabalho (CLT) e garante que todas as empresas devam respeitá-lo e cumpri-lo. Para calcular esse aumento anual utiliza-se a porcentagem acordada entre a empresa e o colaborador, no período de sua contratação. Para o estudo, utilizou-se um reajuste de 2%, que é um valor comumente utilizado em acordos salariais. Ressalta-se que o aumento do custo de contratação não implica necessariamente em um aumento do salário bruto do funcionário, esses custos podem estar inclusos nos benefícios providos pela empresa ou em impostos. A Tabela 11 apresenta a estimativa de gastos com a remuneração do colaborador ao longo dos dez anos de projeto, levando em consideração o reajuste anual apresentado anteriormente.

Tabela 11 - Estimativa de custo salarial para horizonte de 10 anos.

<b>Ano</b>	<b>Custo total anual por ano</b>	
1	R\$	76.500,00
2	R\$	78.030,00
3	R\$	79.590,60
4	R\$	81.182,41
5	R\$	82.806,06
6	R\$	84.462,18
7	R\$	86.151,43
8	R\$	87.874,45
9	R\$	89.631,94
10	R\$	91.424,58

Fonte: Do autor (2021).

### 3.7 Análises de lucratividade

Para a determinação dos parâmetros de lucratividade do projeto é necessária a definição de sua Taxa Mínima de Atratividade (TMA). Cada empresa possui um parâmetro próprio para estipular a taxa desejada, que pode ser o histórico do rendimento em seu setor, um parâmetro baseado em estatísticas ou definido por meio da observação do cenário econômico atual (HINRICHSSEN, 2020). Para o presente estudo de caso, estipulou-se que a TMA será equivalente à taxa básica de juros da economia, que, no caso do Brasil, é a taxa SELIC. Sendo assim, estipulou-se uma TMA de 6,25% ao ano (BANCO CENTRAL DO BRASIL, 2021).

Com a informação da TMA foi possível projetar o fluxo de caixa para um horizonte de

projeto de 10 anos e utilizando as equações (1) e (3) foram calculados o VPL e *payback* descontado, respectivamente.

### **3.8 Acreditação NBR ISO/IEC 17025**

Para a análise de viabilidade da acreditação do laboratório de acordo com a NBR ISO/IEC 17025 foi realizada uma auditoria interna utilizando os requisitos da norma como guia. Os auditores utilizaram as seguintes fontes de informação para coletar as evidências necessárias:

- a) entrevista com os colaboradores;
- b) observação das atividades realizadas e o ambiente de trabalho;
- c) documentos relacionados ao laboratório, como políticas, procedimentos, instruções, normas e registros de resultados;
- d) acompanhamento das atividades do laboratório como ensaios, calibrações e amostragens;
- e) análises dos indicadores relacionados à área.

Os resultados da auditoria interna foram analisados criticamente para avaliar se o sistema de gestão está sendo eficaz e foram pontuadas melhorias e ações para atividades que apresentaram não conformidade com os requisitos da norma.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Neste capítulo são apresentados e analisados os resultados obtidos através do estudo de viabilidade econômica da internalização de análises microbiológicas em uma indústria alimentícia.

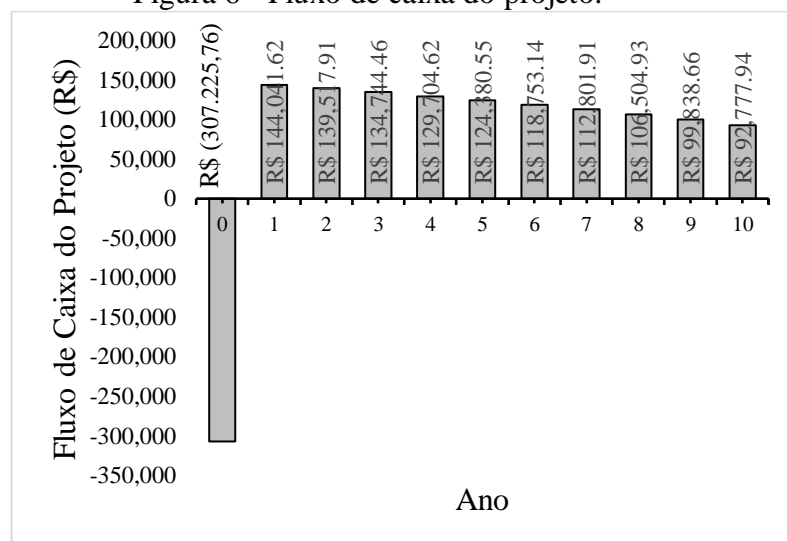
### 4.1 Análises de lucratividade

Utilizando os dados apresentados pelos gastos de OPEX e CAPEX foi possível realizar o comparativo de custos das análises realizadas por um laboratório externo e pela unidade fabril A.

O custo inicial do projeto estipulado é de R\$ 307.225,76, que contempla a aquisição de duas autoclaves, um Detector de Patógenos e o *software* para gestão de laboratório. Já os fluxos de caixa foram obtidos através dos custos de contratação do colaborador, compra dos consumíveis, calibração do equipamento e os gastos com a logística de transporte das amostras. Com base nas economias geradas e no custo inicial obteve-se o fluxo de caixa previsto para o investimento em um período de 10 anos, que está representado na Figura 4. O tempo para estudo de horizonte de projeto é uma determinação interna do empreendimento estudado.

A análise de viabilidade do projeto foi baseada em dois indicadores, o VPL e o *payback* descontado. Aplicando-se a Equação (1), foi obtido um VPL igual a R\$ 588.262,00 para o fluxo de caixa apresentado na Figura 6. O valor positivo comprova a viabilidade de se executar esse projeto com uma TMA de 6,25%.

Figura 6 - Fluxo de caixa do projeto.



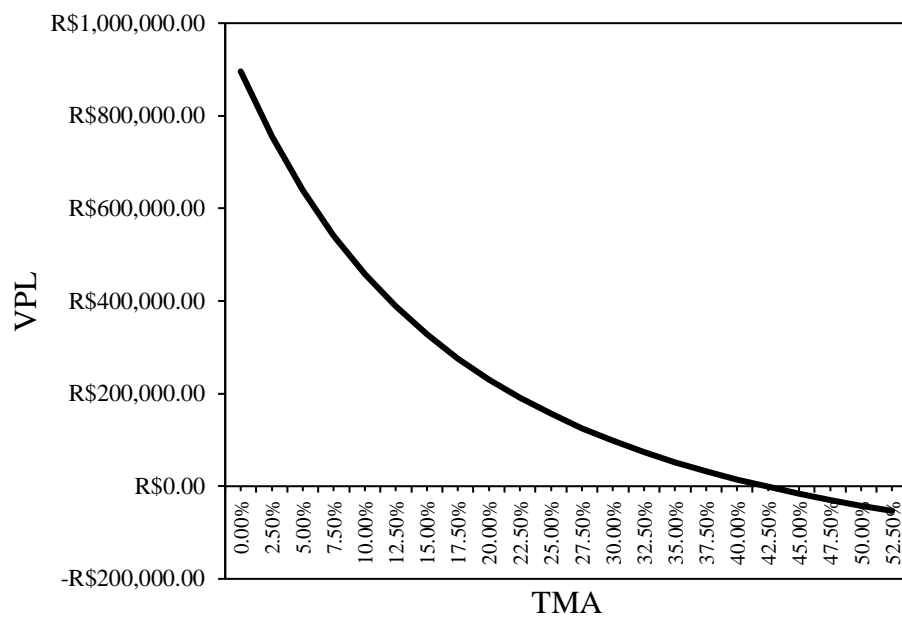
Fonte: Do autor (2021).



Para comprovação da viabilidade do projeto em um cenário de alteração no valor de TMA, foi construída a Figura 7, que mostra o ponto de equilíbrio entre o VPL e a TMA. Conforme apresentado, caso a empresa utilize valores de TMA maiores que a taxa básica de juros da economia, ainda sim o projeto será considerado viável até uma taxa de 42,25%. Esse valor representa a TIR do projeto e significa que para taxas superiores a ele, o VPL do investimento é negativo, representando a inviabilidade de aplicação.

Para a previsão do tempo de retorno do capital investido aplicou-se a Equação (3) e o *payback* encontrado resultou em aproximadamente 2 anos e 5 meses. Ou seja, ao implementar o projeto de internalização de análises microbiológicas a empresa terá um retorno financeiro em 2 anos e 5 meses para todas as unidades fabris.

Figura 7 - Determinação da TIR do projeto.



Fonte: Do autor (2021).

As duas medidas de lucratividade apresentadas (VPL e *payback* descontado) comprovaram a viabilidade econômica da implementação da internalização de análises microbiológicas na indústria alimentícia estudada. Entretanto, esse projeto considerou um horizonte de implementação de 10 anos, com ajustes salariais de 2% ao ano e levando em consideração apenas o aumento da gasolina como fator determinante dos custos de transporte.

O contrato com a instituição provedora dos consumíveis do Detector de Patógenos tem uma duração de dois anos. Após esse prazo, os custos podem sofrer alterações que impactem os gastos do laboratório da unidade fabril A. Esse aumento não foi considerado no estudo de

caso, pois não há dados que apresentem qual o aumento desse valor após o fim do contrato. Outro ponto de atenção é o valor de calibração do equipamento, pois não é possível estipular qual o valor cobrado pela empresa após a finalização do contrato.

Cabe destacar ainda os custos com transporte. De acordo com TREVIZAN (2021), o preço da gasolina nas bombas acumula um avanço de mais de 32% ao ano e quase 40% em 12 meses, com uma variação acima da inflação. Como dito anteriormente, a gasolina é a principal variável dos custos estipulados para o transporte das amostras coletadas. A previsão utilizada leva em consideração uma média do aumento nos últimos anos, mas observa-se que fatores como a crise de petróleo, desvalorização da moeda do país e crises da economia podem causar alterações nos valores. Além disso, não foi considerado aumento na taxa de serviço da empresa o que pode alterar os custos apresentados.

Por fim, existe a variação de folha salarial dos colaboradores da empresa. De acordo com Barros (2021), a legislação determina que o reajuste salarial é um direito dos trabalhadores e essa atualização deve acontecer anualmente. Utilizou-se um aumento salarial de 2%, porém esse valor pode sofrer alterações ao longo dos anos com base na inflação e acordos com sindicatos.

#### **4.2 Auditoria interna NBR ISO/IEC 17025**

A acreditação do laboratório conforme a norma é um processo que ocorre paralelo à internalização de análises. A unidade fabril A realiza outras análises além das apresentadas pelo programa EMP. Logo, seu laboratório possui um grande fluxo de informações e ensaios feitos diariamente. Sendo assim, a auditoria interna tem como objetivo avaliar todos os processos do laboratório para sua acreditação e não só aqueles envolvidos pelo programa de monitoramento ambiental.

Os requisitos da norma NBR ISO/IEC 17025, bem como os pontos de não conformidade observados na auditoria interna para a acreditação do laboratório estão apresentados no Quadro 4. Por motivos de concisão, somente os requisitos ainda não atendidos pelo laboratório foram incluídos no referido quadro.

Foram apontados pela auditoria dez pontos de não conformidade, sendo que sete são relacionados a verificações de registros, procedimentos e análises críticas das documentações utilizadas. As ações corretivas necessárias evidenciam a necessidade de mudança na sistemática dos registros, riscos e oportunidades do laboratório, pois são pontos que devem ser observados durante a rotina pelos colaboradores.

Quanto às dificuldades encontradas para implementação do processo de acreditação conforme a norma NBR ISO/IEC 17025 se pode destacar o foco pela melhoria contínua dos processos por parte de todos os funcionários que pertencem ao laboratório. Durante a rotina laboratorial, os colaboradores relatam não possuírem tempo para revisar os documentos utilizados e atualizá-los conforme necessário. Coutinho *et al.* (2004) afirmam que a acreditação não é o fim do processo, mas o começo de uma série de medidas na busca do aprimoramento e melhoria contínua. Sendo assim, os processos devem ser constantemente reavaliados e validados, através de um ciclo virtuoso com ações de melhoria.

Quadro 4 - Pontos de não conformidade do laboratório microbiológico da Planta A.

(continua)

Item	Requisito	Não Conformidades	Ações Corretivas
5.1	O laboratório deve ser uma entidade legal, ou parte definida de uma entidade legal, que seja legalmente responsável por suas atividades de laboratório.	Não há a informação de que o laboratório em questão é uma entidade legal em nenhum documento interno.	É necessário incluir no manual de operação do laboratório a informação de que se trata de uma entidade legal.
5.5.a	O laboratório deve definir a estrutura organizacional e gerencial, o seu lugar na organização principal e as relações entre a gerência, as operações técnicas e os serviços de apoio.	Não existe registro da estrutura organizacional do laboratório	O laboratório deve incluir a estrutura organizacional do mesmo em seu manual de operação.
6.2.6.a	O laboratório deve autorizar pessoal para realizar atividades de laboratório específicas, incluindo, mas não se limitando ao seguinte: desenvolvimento, modificação, verificação e validação de métodos.	Não estão documentadas as responsabilidades do laboratório em autorizar o desenvolvimento, modificação ou validação de métodos.	É necessário acrescentar ao Manual de Operação as atividades autorizadas dos colaboradores que trabalham no laboratório.
6.3.1	As instalações e as condições ambientais devem ser adequadas às atividades de laboratório e não podem afetar adversamente a validade dos resultados.	Foi identificado um problema no sistema de ar condicionado do laboratório, que provoca quedas bruscas de temperatura. Essas condições podem causar adversidade nas análises realizadas.	O conserto do ar condicionado é realizado pelo time de manutenção da unidade fabril. É necessário acioná-los e abrir uma ordem de serviço interna.

Quadro 5 - Pontos de não conformidade do laboratório microbiológico da Planta A.

(continuação)

6.4.8	Todo equipamento que necessite de calibração ou que tenha um período de validade definido deve ser etiquetado, codificado ou identificado de alguma outra forma.	Foram identificados equipamentos sem informações de calibração.	Providenciar etiquetas de identificação de calibração para os equipamentos. Os dados estão disponíveis no Inventário de Calibração do Laboratório.
6.4.9	Deve ser retirado de serviço o equipamento que tenha sido submetido à sobrecarga, ou que tenha sido manuseado incorretamente, que produza resultados questionáveis ou que mostre ter defeitos ou estar fora dos requisitos especificados.	Não estão documentados quais são os procedimentos necessários caso ocorra os problemas em questão.	Adicionar uma seção no manual de operação do laboratório referente às ações que devem ser realizadas quando se tem um equipamento fora de uso ou obsoleto.
6.2.2.b	O laboratório deve ter um procedimento e reter registros para definir os critérios para avaliação, seleção, monitoramento de desempenho e reavaliação dos provedores externos.	Não há registro de avaliação de fornecedores para calibração ou manutenção de equipamentos. Os colaboradores não sabem onde obter a informação de provedores externos autorizados pelo time de Suprimentos.	Entrar em contato com o time de Suprimentos da empresa e solicitar o contato de fornecedores avaliados pela companhia. Criar uma base de dados com os fornecedores de calibração utilizados e avaliar com base na entrega dos equipamentos e facilidade de comunicação.
7.2.1.2	Todos os métodos, procedimentos e documentações de apoio como instruções, normas, manuais e dados de referência pertinentes para as atividades de laboratório devem ser mantidos atualizados e devem estar prontamente disponíveis ao pessoal.	Alguns colaboradores não souberam identificar a localização de procedimentos do laboratório. Alguns dos métodos impressos estavam desatualizados.	Salvar a pasta de procedimentos como atalho em todos os computadores do laboratório, atualizar a pasta de procedimentos impressos com os arquivos mais recentes.

Quadro 6 - Pontos de não conformidade do laboratório microbiológico da Planta A.

(conclusão)

7.8.1.1	Os resultados devem ser analisados criticamente e autorizados antes de sua liberação.	Os laudos das análises realizadas para outras unidades fabris são feitos e enviados pelo mesmo colaborador, não havendo revisão por um terceiro.	Como o laboratório possui quatro funcionários, estipular um sistema de rotação para que a cada mês uma pessoa fique responsável por revisar e aprovar os laudos feitos por outro colega de trabalho.
7.9.1	O laboratório deve ter um processo documentado para receber, avaliar e tomar decisões sobre reclamações.	Não há processo documentado sobre reclamações.	Adicionar uma seção no manual de operação do laboratório referente às ações que devem ser realizadas caso haja reclamação dos resultados e laudos emitidos.
7.10.1	O laboratório deve ter um procedimento que deve ser implementado quando qualquer aspecto das atividades de laboratório ou os resultados deste trabalho não estiverem em conformidade com seus próprios procedimentos.	Os procedimentos do laboratório não possuem tratativa para o caso de não conformidade.	Adicionar uma seção em todos os procedimentos do laboratório referente às ações que devem ser realizadas no caso de não conformidade dos resultados encontrados.
8.8.1	O laboratório deve conduzir auditorias internas em intervalos planejados para promover informações sobre o sistema de gestão.	As auditorias internas não possuem prazo estipulado, ocorrendo de maneira aleatória.	Criação de um cronograma de auditoria interna, com prazos e auditor estipulados.

Fonte: Do autor (2021).

## 5 CONCLUSÕES E SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

O presente trabalho teve por finalidade avaliar a viabilidade econômica da internalização de análises microbiológicas de uma indústria alimentícia, que conta com oito unidades, pela criação de um laboratório central em uma de suas unidades fabris e também o estudo da acreditação do laboratório conforme a norma NBR ISO/IEC 17025.

Primeiramente, foi realizado um orçamento com um laboratório externo com o intuito de quantificar o gasto mensal e anual que cada uma das localidades possuía, com análises de *Salmonella* spp, *Listeria Monocytogenes*, swab de mãos e ar ambiente. A problemática do estudo se inicia desse ponto, por se tratar de oito plantas industriais, a companhia estava tendo altos custos com as análises, sendo que possuía um laboratório equipado e com boa estrutura na unidade fabril A que não estava sendo utilizado em sua capacidade máxima.

Posteriormente, foram estudados os gastos para implementação do projeto. A ideia foi aproveitar a estrutura e pessoal capacitado do laboratório da planta A e criar nessa localidade o laboratório central. Os gastos CAPEX do projeto foram a compra de dois equipamentos para esterilização de material, aquisição do detector de patógenos e do *software* de gestão laboratorial. Os gastos operacionais considerados foram a compra de consumíveis, manutenção preventiva do detector de patógenos, custos com transporte de amostras e a contratação de um colaborador.

Com as informações das despesas iniciais foi possível realizar uma análise de viabilidade do projeto através das medidas de lucratividade, em um horizonte de projeto de dez anos. Considerando uma TMA de 6,25%, obteve-se um VPL de R\$ 588.262,00 para o fluxo de caixa apresentado. Assim, a implementação do projeto em estudo mostrou-se economicamente viável, visto que o valor de VPL foi positivo e o tempo de *payback* descontado indicou retorno após aproximadamente 2 anos e 5 meses.

O laboratório microbiológico da planta A, apesar de bem estruturado, ainda não possui a acreditação da norma ISO/IEC 17025 que comprova a competência técnica e confiabilidade dos resultados de laboratórios. Através de uma auditoria interna foi realizada uma análise crítica dos critérios da norma e pontuadas as não conformidades encontradas nos processos laboratoriais. A maioria dos desvios encontrados foram referentes a informações necessárias em registros e procedimentos utilizadas, sendo de fácil correção.

A acreditação é uma ótima opção para o laboratório, trará benefícios como pensamento sistêmico dos colaboradores, o monitoramento das atividades, maior confiabilidade nos resultados, além do foco em melhoria contínua dos processos. Para a companhia, a acreditação

é um diferencial perante as outras empresas, pois o selo de laboratório acreditado faz com que a marca ganhe mais força e seus produtos sejam mais valorizados no mercado. Sendo assim, aconselha-se que o laboratório corrija as não conformidades apresentadas e dê seguimento ao processo de acreditação conforme a norma NBR ISO/IEC 17025.

Algumas sugestões para trabalhos futuros, como forma de complementar esse estudo:

- a) estudo e implementação de equipamentos que possam realizar a leitura de placas Petri automaticamente, reduzindo a carga horária de análises e, conseqüentemente, a necessidade de um novo colaborador;
- b) uma estimativa de custos e procedimentos mais detalhados para a acreditação oficial do laboratório de acordo com a norma ISO/IEC 17025 pelo órgão INMETRO.



## REFERÊNCIAS

- ABDEL-FATAH, R. ISO/IEC 17025 Accreditation: Between the Desired Gains and the Reality. **The Quality Assurance Journal**, v. 13, n. 1–2, p. 21–27, 2010. Disponível em: < <http://dx.doi.org/10.1002/qaj.465> >. Acesso em: 23 set. 2021.
- ABIA. **Relatório anual 2019 Associação Brasileira das Indústrias de Alimentos (ABIA)**, 15 maio 2020. Disponível em: < <https://www.abia.org.br/setor> >. Acesso em: 22 set. 2021.
- ABIA. **Faturamento da indústria de alimentos cresce 12,8% em 2020 Associação Brasileira das Indústrias de Alimentos (ABIA)**, 24 fev. 2021. Disponível em: < <https://www.abia.org.br/releases/faturamento-da-industria-de-alimentos-cresce-128-em-2020> >. Acesso em: 10 out. 2021
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR ISO/IEC 17025**: Requisitos gerais para competência de laboratórios de ensaio e calibração. Rio de Janeiro: [s.n.].
- AYUB, Y.; ANWAR, Z.; SHAH, Z. A. ISO/IEC 17025: 2017 Lab Management System Effectiveness Verification by Using Quantitative Approach. **Gas**, v. 20, n. V20, p. 4, 2021.
- BANCO CENTRAL DO BRASIL, Home Page <http://www.bcb.gov.br> Acesso em: 23 set. 2021.
- BARROS, L. **Como Funciona o Reajuste Salarial? Aprenda os Principais Detalhes e Cálculos**, 22 jan. 2021. Disponível em: < <https://blog.tangerino.com.br/rh/reajuste-salarial/> >. Acesso em: 10 out. 2021.
- BRASIL. MINISTÉRIO DA SAÚDE. SECRETARIA DE VIGILÂNCIA EM SAÚDE. **Manual técnico de diagnóstico laboratorial de Salmonella spp.: diagnóstico laboratorial do gênero Salmonella**. 2011.
- COUTINHO, M. A. DE O.; SANTOS, J. A. N. DOS; BELAIDI, H. **Implementação dos requisitos da norma ABNT ISO/IEC 17025 a laboratórios**: uma a proposta de ações para reduzir a incidência de não conformidades nos processos de concessão e manutenção da acreditação pela Cgcre/Inmetro. 2004.
- DJEKIC, I.; TOMASEVIC, I.; RADOVANOVIC, R. Quality and food safety issues revealed in certified food companies in three Western Balkans countries. **Food Control**, v. 22, n. 11, p. 1736–1741, 2011. Disponível em: < <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodcont.2011.04.006> >. Acesso em: 22 set. 2021.
- DUBUGRAS, M. T. B.; PÉREZ-GUTIÉRREZ, E. Revisão sistemática como ferramenta da avaliação de riscos microbiológicos. **Serie de Manuais Técnicos**; 15, 2009.
- FERRAZ, J. C.; KUPFER, D.; HAGUENAUER, L. **Made in Brazil**: desafios competitivos para a indústria. Rio de Janeiro: Campus, p. 386, 1995.
- FIGUEIREDO, H. M. **Adesão bacteriana em modelo de circuito de processamento de leite**. Tese (Doutorado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2000.

GONÇALVES, A. **Diagnóstico molecular para detecção de patógenos alimentares em embutidos**. Trabalho de Conclusão de Curso (Tecnologia em Alimentos) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Ponta Grossa, 2012.

HINRICHSEN, M. A. **Análise de viabilidade econômica para a implantação de uma indústria de alimentos congelados**. Monografia (Bacharel em Ciências Contábeis) – Universidade do Vale do Taquari, Lajeado, 2020.

JESUS, L. N. DE. **Um estudo sobre a implementação e manutenção da certificação da Norma ABNT NBR ISO/IEC 17025: 2017 em um laboratório de análises ambientais**. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia de Produção) -Universidade Federal de Uberlândia, Ituiutaba, 2021.

JÚNIOR, O. M. Barreiras à entrada em mercados alimentares: uma discussão das evidências recentes. **Nova Economia**, v. 8, n. 2, p. 26, 1998. Disponível em: < <https://revistas.face.ufmg.br/index.php/novaeconomia/article/view/2226> >. Acesso em: 23 set. 2021.

KHODABOCUS, F.; BALGOBIN, K. Implementation and Practical Benefits of ISO/IEC 17025:2005 in a Testing Laboratory. **University of Mauritius Research Journal**, v. 17, p. 34, 6 jan. 2011. Disponível em: < <http://dx.doi.org/10.4314/umrj.v17i1.70730> >. Acesso em: 23 set. 2021.

COSTA NETO, A.; ROSA, O.O. Determinação de microrganismos indicadores de condições higiênicas sanitárias nas mãos de manipuladores de alimentos. **Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial**. v. 8, n. 1, p. 1251-1261, 2014. Disponível em: < <http://dx.doi.org/10.3895/S1981-36862014000100010> >. Acesso em: 23 set. 2021.

MATEUS, T. L. et al. **Listeria e Listeria monocytogenes**. p. 4, 2017.

MORAES, M. D. S. **Pesquisa de Listeria monocytogenes e Salmonella spp. em cortes de frango e avaliação do perfil de suscetibilidade aos antimicrobianos**. 2016. 73f. Dissertação (Mestrado em Vigilância Sanitária) – Instituto Nacional de Controle de Qualidade em Saúde, Fundação Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, 2016.

OLIVEIRA, M. M. M. de; BRUGNERA, D. F.; PICCOLI, R. H. Biofilmes microbianos na indústria de alimentos: uma revisão. **Revista do Instituto Adolfo Lutz**, v. 69, n. 3, p. 277–284, 2010. Disponível em: < <https://docs.bvsalud.org/biblioref/ses-sp/2010/ses-18512/ses-18512-2009.pdf> >. Acesso em: 7 out. 2021.

PINHEIRO, G. T. **Análise de viabilidade econômico-financeira para instalação de uma indústria de laticínios em Dourados/MS**. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados, 2019.

PONATH, F. S. et al. Avaliação da higienização das mãos de manipuladores de alimentos do Município de Ji-Paraná, Estado de Rondônia, Brasil. **Revista Pan-Amazônica de Saúde**, v. 7, n. 1, p. 63–69, 2016. Disponível em: < <http://dx.doi.org/10.5123/s2176-62232016000100008> >. Acesso em: 7 out. 2021.

PUTRI, C. C. et al. Transition of Laboratory Management System Based on ISO/IEC 17025:2017 at SNSU-BSN. **Instrumentasi**, v. 45, n. 1, p. 41, 2021.

REIS, J. B. et al. Avaliação da atividade antimicrobiana dos óleos essenciais contra patógenos alimentares. **Brazilian Journal of Health Review**, v. 3, n. 1, p. 342–363, 2020. Disponível em: < <https://www.brazilianjournals.com/index.php/BJHR/article/view/6223> >. Acesso em: 23 set. 2021.

RIBEIRO-FURTINI, L. L.; ABREU, L. R. DE. Utilização de APPCC na indústria de alimentos. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 30, p. 358–363, 2006. Disponível em: < <https://doi.org/10.1590/S1413-70542006000200025> >. Acesso em: 22 set. 2021.

SCHERRER, J. V.; MARCON, L. D. N. Formação de biofilme e segurança dos alimentos em serviços de alimentação. **Revista da Associação Brasileira de Nutrição**, v. 7, n. 2, p. 91-99, 2016. Disponível em: < <https://www.rasbran.com.br/rasbran/article/view/102> >. Acesso em: 7 out. 2021.

SILVA, P. H. O. de; JANNI, V. Relação da taxa mínima de atratividade no cenário econômico atual com a viabilidade econômica de projetos. **Boletim do Gerenciamento**, v. 25, n. 25, p. 68–75, 2021. Disponível em: < <https://docplayer.com.br/215815599-Revista-boletim-do-gerenciamento-relacao-da-taxa-minima-de-atratividade-no-cenario-economico-atual-com-a-viabilidade-economica-de-projetos.html> >. Acesso em: 22 set. 2021.

SILVA, P. M. S. **Desenvolvimento de bioensaios utilizando Cramoll 1,4 como alternativa para o diagnóstico do câncer de próstata**. 2019. Tese (Doutorado em Ciências Biológicas) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2019.

TREVIZAN, K. **Preço da gasolina já subiu mais de 32% nos postos em 2021; veja comparativo**, 2 set. 2021. Disponível em: < <https://investnews.com.br/economia/preco-da-gasolina-acumulado-2021/> >. Acesso em: 10 out. 2021

VALIATTI, T. B. et al. Pesquisa de coliformes totais em alimentos comercializados no município de Ji-Paraná, Rondônia. **Revista Destaques Acadêmicos**, v. 9, n. 3, 2017. Disponível em: < <http://dx.doi.org/10.22410/issn.2176-3070.v9i3a2017.1487> >. Acesso em: 22 set. 2021.

VAZZOLER, A. **Introdução ao estudo das viabilidades técnica e econômica de processos químicos**. p. 487. Campinas, 2017.

ZAGO, C. A.; WEISE, A. D.; HORNBURG, R. A. A importância do estudo de viabilidade econômica de projetos nas organizações contemporâneas. In: VI CONVIBRA– Congresso Virtual Brasileiro de Administração. **Anais [...]** 2009.