

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS**  
**Faculdade de Ciências Econômicas**  
**Curso de Especialização em Gestão Estratégica de Negócios**

Pedro Henrique Lopes de Menezes

**ANÁLISE DE VIABILIDADE ECONÔMICA E AVALIAÇÃO DE RISCO PELO  
MÉTODO DE MONTE CARLO PARA TRÊS ALTERNATIVAS DE  
INVESTIMENTOS VOLTADAS PARA O MERCADO DE SUBESTAÇÕES DE  
ENTRADA DE ENERGIA EM MÉDIA TENSÃO**

Belo Horizonte

2024

Pedro Henrique Lopes de Menezes

**ANÁLISE DE VIABILIDADE DE ECONÔMICA E AVALIAÇÃO DE RISCO PELO  
MÉTODO DE MONTE CARLO PARA TRÊS ALTERNATIVAS DE  
INVESTIMENTOS VOLTADAS PARA O MERCADO DE SUBESTAÇÕES DE  
ENTRADA DE ENERGIA EM MÉDIA TENSÃO**

Monografia de especialização apresentada a Faculdade de Ciências Econômicas da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito parcial à obtenção de título de Especialista em Gestão Estratégica de Negócios.

Orientador: Prof. Dr. Aureliano Angel Bressan

Belo Horizonte

2024

Ficha catalográfica

M543a  
2024

Menezes, Pedro Henrique Lopes de.

Análise de viabilidade econômica e avaliação de risco pelo método de Monte Carlo para três alternativas de investimentos voltadas para o mercado de subestações de entrada de energia em média tensão [manuscrito] / Pedro Henrique Lopes de Menezes. – 2024.

1 v.: il.

Orientador: Aureliano Angel Bressan.

Monografia (especialização) – Universidade Federal de Minas Gerais, Centro de Pós-Graduação e Pesquisas em Administração. Inclui bibliografia.

1. Administração. 2. Risco (Economia). I. Bressan, Aureliano Angel. II. Universidade Federal de Minas Gerais. Centro de Pós-Graduação e Pesquisas em Administração. III. Título.

CDD: 658

Elaborado por Leonardo Vasconcelos Renault - CRB-6/2211  
Biblioteca da FACE/UFMG. – LVR/180/2024



**Universidade Federal de Minas Gerais**  
**Faculdade de Ciências Econômicas**  
**Centro de Pós-Graduação e Pesquisas em Administração**  
**Curso de Especialização em Gestão Estratégica**

ATA DA DEFESA DE TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO do Senhor PEDRO HENRIQUE LOPES DE MENEZES, matrícula nº 2022692955. No dia 06/08/2024 às 17:30 horas, reuniu-se em sala virtual, a Comissão Examinadora de Trabalho de Conclusão de Curso - ICC, indicada pela Coordenação do Curso de Especialização em Gestão Estratégica - CEGE, para julgar o Trabalho de Conclusão de Curso intitulado "ANÁLISE DE VIABILIDADE ECONÔMICA E AVALIAÇÃO DE RISCO PELO MÉTODO DE MONTE CARLO PARA TRÊS ALTERNATIVAS DE INVESTIMENTOS VOLTADAS PARA O MERCADO DE SUBESTAÇÕES DE ENTRADA DE ENERGIA EM MÉDIA TENSÃO", requisito para a obtenção do Título de Especialista. Abrindo a sessão, o orientador e Presidente da Comissão, Prof. Aureliano Angel Bressan, após dar conhecimento aos presentes do teor das Normas Regulamentares de apresentação do ICC, passou a palavra ao aluno para apresentação de seu trabalho. Seguiu-se a arguição pelos examinadores, seguida das respostas do aluno. Logo após, a Comissão se reuniu sem a presença do aluno e do público, para avaliação do ICC, que foi considerado:

APROVADO

NÃO APROVADO

\_\_78\_\_ pontos (\_SETENTA E OITO PONTOS\_\_) trabalhos com nota maior ou igual a 60 serão considerados aprovados.

O resultado final foi comunicado publicamente ao aluno pelo orientador e Presidente da Comissão. Nada mais havendo a tratar, o Senhor Presidente encerrou a reunião e lavrou a presente ATA, que será assinada por todos os membros participantes da Comissão Examinadora. Belo Horizonte, 06/08/2024.

Prof. Dr. Aureliano Angel Bressan  
(Orientador - CAD/UFMG)

Documento assinado digitalmente  
**gov.br** AURELIANO ANGEL BRESSAN  
Data: 06/08/2024 18:12:25-0300  
Verifique em <https://validar.ti.gov.br>

Prof. Dr. Frank Magalhães de Pinho  
(CAD/UFMG)

Documento assinado digitalmente  
**gov.br** FRANK MAGALHAES DE PINHO  
Data: 06/08/2024 18:26:22-0300  
Verifique em <https://validar.ti.gov.br>



## **AGRADECIMENTOS**

A conclusão dessa etapa remete a uma jornada de aprendizado e evolução pessoal. A realização desse projeto representa um eterno legado de gratidão a muitas pessoas que contribuíram para que esse estudo se fizesse viável. Agradeço primeiramente a minha família, em especial a minha esposa Isabela Araújo e meus três filhos – Álvaro, Alice e André – pela real essência de motivação e paciência durante esse projeto. Aos meus gestores e amigos Rogério Dias, Valdir Lisboa e Wagno Coelho pelas contribuições e auxílio na modelagem e entendimento de cada cenário dessa pesquisa. Agradeço ao Prof. Dr. Aureliano Angel Bressan pela orientação e acolhimento ao longo do projeto, se posicionando de forma solícita para compreender as particularidades técnicas e auxiliar com excelência no desenvolvimento desse estudo. A Faculdade de Ciências Econômicas (FACE) da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG) e ao Centro de Pós-Graduação e Pesquisa em Administração (CEPEAD) pela ótima infraestrutura e corpo docente do curso de especialização em Gestão Estratégica de Negócios, fato que contribuiu positivamente na qualidade do conteúdo teórico que embasou os estudos desse projeto.

## RESUMO

Esse projeto busca uma alternativa competitiva e economicamente viável para comercialização de subestações blindadas aplicadas a entrada de energia em unidades consumidoras atendidas em média tensão – classe de tensão de 15 kV a 36 kV – a partir de um canal de vendas de distribuição de materiais e equipamentos elétricos. Esse modelo de subestação tem sido cada vez mais utilizado e regulamentado pelas principais distribuidoras de energia do Brasil que, por sua vez, tem descontinuado os modelos convencionais de subestações em alvenaria. Com isso há uma necessidade emergente de ações por parte de distribuidores de materiais elétricos desse segmento no que tange a busca por soluções para comercialização desses modelos predominantes. Como opções de cenários foram avaliadas três alternativas de projetos mutuamente exclusivos. Para cada solução variáveis econômicas e técnicas tais como investimento inicial, estoque, projeto técnico, custo da montagem, processo e custo da homologação da solução nas distribuidoras de energia, infraestrutura para realização de ensaios de rotina, impostos envolvidos e outros pontos de interesse foram comparadas no intuito de modelar os principais indicadores econômicos que embasam uma decisão de investimento estratégica do melhor modelo de negócio. A comparação e avaliação da viabilidade econômica foram feitas a partir do Valor Presente Líquido (VPL) e Taxa Interna de Retorno Modificada (TIR-M). O uso da TIR-M se mostrou tecnicamente mais interessante em virtude das flutuações e irregularidades constatadas no fluxo de caixa dos cenários avaliados. Outro aspecto que impactou na tomada de decisão da melhor alternativa de projeto foi o resultado da margem bruta (%MB) obtido em cada solução. Para ampliar a assertividade em relação a melhor alternativa de projeto também foi desenvolvida uma análise de risco para cada solução com base no método iterativo de Monte Carlo. Paralelamente a essa avaliação também foi construída uma matriz de risco com o apontamento dos principais pontos críticos desse tipo de solução e seus respectivas probabilidades e impactos no projeto. Por fim, foi possível determinar um projeto que apresentou ser tecnicamente e economicamente mais viável a partir de todos os indicadores obtidos para tomada de decisão.

Palavras Chave: subestação blindada; média tensão; viabilidade econômica; TIR-M.

## **ABSTRACT**

This project aims to identify a competitive and economically viable alternative for the commercialization of compact substations used for medium-voltage power entry (15 kV to 36 kV) in consumer units, through a distribution sales channel for electrical materials and equipment. These substations are increasingly employed and regulated by major Brazilian power companies, which are phasing out conventional masonry substation models. Consequently, there is an emerging need for electrical material distributors to explore commercial solutions aligned with this predominant substation model. Three mutually exclusive project scenarios were analyzed, with economic and technical variables such as initial investment, stock requirements, technical design, assembly costs, solution certification processes, routine testing infrastructure, taxes, and other factors being compared to model key economic indicators for strategic investment decision-making. Economic feasibility was assessed through Net Present Value (NPV) and Modified Internal Rate of Return (MIRR), with the latter providing greater stability amidst observed cash flow fluctuations across scenarios. Gross margin (%) outcomes also influenced project selection. To enhance decision accuracy, a risk analysis using Monte Carlo simulation was conducted, alongside a risk matrix identifying critical issues, their likelihood, and project impact. The findings ultimately identified the most technically and economically viable project alternative based on all decision-making indicators.

**Keywords:** compact substation; medium voltage; economic feasibility; MIRR.

## LISTA DE GRÁFICOS

<b>Gráfico 1:</b> Fluxo de Caixa do Projeto P1 – Cenário Esperado .....	19
<b>Gráfico 2:</b> Fluxo de Caixa do Projeto P1 – Cenário Pessimista .....	20
<b>Gráfico 3:</b> Fluxo de Caixa do Projeto P1 – Cenário Otimista .....	21
<b>Gráfico 4:</b> Fluxo de Caixa do Projeto P2 – Cenário Esperado .....	23
<b>Gráfico 5:</b> Fluxo de Caixa do Projeto P2 – Cenário Pessimista .....	24
<b>Gráfico 6:</b> Fluxo de Caixa do Projeto P2 – Cenário Otimista .....	25
<b>Gráfico 7:</b> Fluxo de Caixa do Projeto P3 – Cenário Esperado .....	26
<b>Gráfico 8:</b> Fluxo de Caixa do Projeto P3 – Cenário Pessimista .....	27
<b>Gráfico 9:</b> Fluxo de Caixa do Projeto P3 – Cenário Otimista .....	28
<b>Gráfico 10:</b> Evolução do Fluxo de Caixa Acumulado ao longo do período de projeto para determinação do payback descontado .....	31
<b>Gráfico 11:</b> Análise de Sensibilidade do VPL em relação a taxa de juros para os projetos P1, P2 e P3 .....	32
<b>Gráfico 12:</b> Gráfico de Risco probabilidade x Impacto para o Projeto P1 .....	35
<b>Gráfico 13:</b> Gráfico de Risco probabilidade x Impacto para o Projeto P2 .....	35
<b>Gráfico 14:</b> Gráfico de Risco probabilidade x Impacto para o Projeto P3 .....	36

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1:</b> Fluxo de Caixa do Projeto P1 – Cenário Esperado .....	19
<b>Tabela 2:</b> Fluxo de Caixa do Projeto P1 – Cenário Pessimista .....	20
<b>Tabela 3:</b> Fluxo de Caixa do Projeto P1 – Cenário Otimista .....	21
<b>Tabela 4:</b> Fluxo de Caixa do Projeto P2 – Cenário Esperado .....	22
<b>Tabela 5:</b> Fluxo de Caixa do Projeto P2 – Cenário Pessimista .....	23
<b>Tabela 6:</b> Fluxo de Caixa do Projeto P2 – Cenário Otimista .....	24
<b>Tabela 7:</b> Fluxo de Caixa do Projeto P3 – Cenário Esperado .....	25
<b>Tabela 8:</b> Fluxo de Caixa do Projeto P3 – Cenário Pessimista .....	26
<b>Tabela 9:</b> Fluxo de Caixa do Projeto P3 – Cenário Otimista .....	27
<b>Tabela 10:</b> Base de cálculo para determinação do Payback Descontado dos projetos P1, P2 e P3 .....	29
<b>Tabela 11:</b> Payback calculado para o Projeto P1 .....	30
<b>Tabela 12:</b> Payback calculado para o Projeto P2 .....	30
<b>Tabela 13:</b> Payback calculado para o Projeto P3 .....	30
<b>Tabela 14:</b> VPL e TIR-M calculada para os projetos P1, P2 e P3 .....	32
<b>Tabela 15:</b> Matriz de riscos intrínsecos aos Projetos P1, P2 e P3 .....	34

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>11</b>
1.1	Objetivo Geral.....	12
1.2	Justificativa da Pesquisa .....	12
<b>2</b>	<b>METODOLOGIA.....</b>	<b>13</b>
2.1	Premissas de Projeto .....	15
2.2	Cenários de Venda .....	15
2.3	Investimento Inicial com Infraestrutura e Ensaios .....	16
2.4	Cálculo do Custo Líquido Unitário .....	17
2.5	Cálculo do Preço de Venda Unitário .....	18
<b>3</b>	<b>RESULTADOS .....</b>	<b>18</b>
3.1	Fluxo de Caixa para o Projeto P1 .....	18
3.1.1	Cenário Esperado.....	19
3.1.2	Cenário Pessimista – Limite Mínimo .....	20
3.1.3	Cenário Otimista – Limite Máximo.....	21
3.2	Fluxo de Caixa para o Projeto P2 .....	22
3.2.1	Cenário Esperado.....	22
3.2.2	Cenário Pessimista – Limite Mínimo .....	23
3.2.3	Cenário Otimista – Limite Máximo.....	24
3.3	Fluxo de Caixa para o Projeto P3 .....	25
3.3.1	Cenário Esperado.....	25
3.3.2	Cenário Pessimista – Limite Mínimo .....	26
3.3.3	Cenário Otimista – Limite Máximo.....	27
3.4	<i>Payback</i> Descontado .....	28
3.5	Margem Bruta .....	31
3.6	VPL e TIR-M.....	31
3.7	Simulação de Monte Carlo .....	33
3.8	Matriz de Riscos .....	34
<b>4</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>36</b>
<b>5</b>	<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>37</b>

## 1 INTRODUÇÃO

O uso de subestações em padrões de entrada de energia elétrica abrange uma parcela significativa de consumidores e geradores no território brasileiro. Uma subestação de entrada pode ser definida como uma infraestrutura “com uma ou mais das funções de medir, controlar ou transformar as características da energia elétrica, fazendo parte das instalações de propriedade do consumidor” (CEMIG ND 5.3, 2023, p.13). Segundo a Resolução Normativa Nº 1000 (REN 1000, 2021, Seção II, Art.23, p.17) da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) se a carga e a potência de geração instalada na unidade consumidora forem iguais ou menores que 75 kW, o cliente deve obrigatoriamente ser atendido em uma tensão menor que 2,3 kV. Em termos práticos isso significa que para uma carga instalada inferior a 75 kW o cliente não carece de adquirir uma subestação de entrada para sua entrada de energia, uma vez que o fornecimento da distribuidora é feito diretamente por meio da rede secundária em tensões que não ultrapassam o limite de 1,2 kV. Por outro lado, para demandas superiores a 75 kW em geral é necessário a construção uma subestação de entrada de energia, uma vez que a conexão na rede da distribuidora de energia ocorre em tensões superiores a 2,3 kV.

Há vários modelos de subestação de entrada de energia padronizados pelas distribuidoras de energia no Brasil. Dentre as características que distinguem esses modelos uma delas diz respeito ao seu processo de construção e instalação. Nesse quesito as subestações são classificadas entre subestações em alvenaria e subestações blindadas. As subestações em alvenaria requerem uma infraestrutura prévia em baias devidamente definidas e padronizadas de acordo com o projeto da unidade consumidora. Esse modelo foi o primeiro a ser desenvolvido para esse tipo de aplicação. Após a concepção da edificação em alvenaria os equipamentos elétricos e acessórios que compõem o projeto são devidamente instalados em cada uma das baias. Já as subestações blindadas são caracterizadas por serem concebidas em um invólucro metálico que já possui toda a arquitetura e projetos previamente definidos pelos fabricantes dessas soluções. Nesse tipo de subestação todo o escopo da montagem é feito em chaparia de aço, com a devida instalação dos equipamentos, barramentos, conexões e demais composições do conjunto. As subestações metálicas são fornecidas em conjuntos completos e em virtude dessa praticidade muitas distribuidoras de energia e clientes finais tem aderido fortemente a essa solução. Com isso os modelos de subestações em alvenaria têm entrado cada vez mais em desuso no contexto de padrões de entrada de energia com fornecimento em tensões superiores a 2,3 kV.

## 1.1 Objetivo Geral

Do ponto de vista comercial o crescente uso de subestações blindadas tem acrescido novos desafios para o mercado. Muitos distribuidores de materiais elétricos e comercializadores de soluções voltadas para subestações em alvenaria tem visto o volume de vendas desses itens reduzirem drasticamente ano a ano, fato que reduz o *marketshare* dessas empresas no mercado. Com isso para minimizar a perda de receita provocada por essa crescente tendência no uso de subestações blindadas, alguns distribuidores de materiais elétricos ou mesmo fabricantes de produtos voltados para subestações de entrada de energia tem buscado ingressar nesse novo modelo de negócio. Portanto, esse estudo busca obter uma alternativa de mercado competitiva e economicamente viável para comercialização de subestações de entrada de energia em cubículos blindados via distribuidor de material elétrico. Para se obter uma solução tecnicamente e comercialmente viável serão testadas três hipóteses de projeto voltada para esse campo de estudo, com vistas a validar individualmente cada uma das alternativas à luz de indicadores econômicos tradicionalmente aplicados em estudos de decisões de investimento tal como Valor Presente Líquido (VPL), Taxa Interna de Retorno Modificada (TIR-M) e *Payback* Descontado. Para complementar a avaliação econômica de cada alternativa de projeto será feito a análise de riscos a partir da simulação de Monte Carlo, método probabilístico robusto e amplamente utilizado para esse tipo de estudo.

## 1.2 Justificativa da Pesquisa

Essa proposta de projeto busca avaliar uma alternativa competitiva e economicamente viável para comercialização de subestações blindadas aplicadas a entrada de energia elétrica de unidades consumidoras atendidas em média tensão – classe de tensão de 15 kV a 36 kV – a partir de um canal de vendas de distribuição de materiais elétricos. Considerando que esse modelo de subestação tem sido cada vez mais utilizado e regulamentado pelas principais distribuidoras de energia do Brasil que, por sua vez, tem descontinuado os modelos convencionais de subestações em alvenaria, há uma necessidade emergente de ações por parte de distribuidores de materiais elétricos desse segmento no que tange a busca por soluções que possibilitem a comercialização desses modelos predominantes por esse canal de vendas. Isso faz com que esses distribuidores de materiais elétricos possam manter ou mesmo ampliar sua participação no mercado no nicho de entrada de energia de unidades consumidoras atendidas em média tensão.

## 2 METODOLOGIA

Esse estudo trata-se de uma pesquisa de caráter explicativo e de cunho quantitativo. Como proposta de análise serão avaliadas três alternativas de projetos mutuamente exclusivos, escopo que compõe as hipóteses de investimento a serem validadas. A seguir é feita uma contextualização acerca de cada um desses projetos:

- 1) **P1:** investimento em projeto próprio com necessidade de custear etapas como desenvolvimento de um projeto, homologação do produto nas distribuidoras de energia, ensaios de tipo, ensaios de rotina, equipamentos para ensaios, infraestrutura para teste locais do produto e custo de estoque de matéria prima.
- 2) **P2:** parceria de produto semiacabado com algum fabricante homologado nas distribuidoras de energia e inclusão de alguns itens pelo distribuidor conforme demanda de projeto do cliente final. Nesse caso não é necessário homologar o produto e o projeto deve seguir o modelo do fabricante parceiro. Para esse caso é necessário basicamente estoque local de alguns itens do equipamento que seriam inclusos no projeto devido a particularidades de cada cliente e também investimento inicial em equipamentos para ensaios de rotina.
- 3) **P3:** compra e venda do produto todo acabado de algum fabricante homologado conforme projeto de cada cliente. Nesse caso seria necessário estoque mínimo de produto totalmente acabado e com maior giro de mercado. Nesse cenário o custo inicial está vinculado basicamente com a aquisição de subestações blindadas de um fabricante homologado para formação de estoque no distribuidor para revenda aos clientes finais.

Para cada solução variáveis econômicas e técnicas tais como investimento inicial, estoque mínimo, projeto técnico, custo da montagem, processo de homologação, custo da homologação da solução nas distribuidoras de energia, infraestrutura para realização de ensaios de rotina, impostos envolvidos e outras variáveis de interesse serão comparadas no intuito de modelar os principais indicadores econômicos que darão embasamento para uma decisão de investimento estratégica do melhor modelo de negócio. Para comparação e avaliação da viabilidade econômica serão feitos os cálculos do VPL, TIR e *payback* de cada projeto. Além disso, analogamente ao modelo apresentado por Andrade (2020) em um sistema de geração distribuída, nesse estudo cada uma das três alternativas avaliadas será submetida a uma análise de risco a partir de uma simulação pelo método de Monte Carlo. Com isso espera-se ter uma

base ampla para fundamentar o processo de tomada de decisão sobre qual a melhor opção de investimento para o distribuidor de material elétrico que busca atuar nesse mercado.

Um outro aspecto que deve ser avaliado na composição desse estudo diz respeito a avaliação dos principais concorrentes diretos que atualmente comercializam esse produto. Nesse sentido vale ressaltar que esse mercado é atendido tipicamente por fabricantes, que ofertam a solução diretamente aos clientes finais. No entanto, o principal gargalo nesse processo diz respeito aos prazos de entrega do produto, que de modo geral são superiores a 90 dias. Ao inserir o distribuidor de material elétrico nessa cadeia espera-se que seu papel seja justamente compor um estoque estratégico para minimizar esse prazo de entrega a patamares de no máximo 10 dias. Como desafio busca-se obter a solução que possa atender a esse requisito e ainda manter a competitividade do produto face a esses concorrentes que ofertam a solução diretamente no mercado.

Considerando que esse produto requer uma série de requisitos técnicos e que eles variam minimamente entre as principais concessionárias de energia, será tomada como ponto de partida os padrões normativos de subestações blindadas especificados pela Cemig Distribuição, empresa com área de concessão que abrange cerca de 97% do território de Minas Gerais. A revisão em vigor desses requisitos foi elaborada por Strobel (2019) e está normatizada pela especificação técnica 02.111 AD/ES-40b. Para o caso da alternativa atrelada ao investimento em projeto de fabricação própria (P1) deve-se considerar ainda todos os custos inerentes ao processo de homologação na Cemig tal como os ensaios de tipo e de rotina que devem ser realizados e validados pela concessionária. Dentre esses testes um dos que possui maior complexidade e custo para realização trata-se do ensaio de arco elétrico interno. Nesse sentido um método proposto para avaliação desse tipo de ensaio é apresentado por Teera-Acharyakul (2005) que, por sua vez, está em conformidade com a norma internacional IEC 62271-200, mesma adotada pela Cemig em sua avaliação acerca desse tipo de teste.

Adicionalmente, um outro ponto crítico que deve ser avaliado com detalhes em todas as alternativas de projeto diz respeito ao *layout* e composição dos produtos para cada um dos modelos de subestações atualmente homologadas na Cemig. Essa análise não só impacta tecnicamente no desempenho e durabilidade da solução como também no custo global de fabricação do produto. Tal avaliação também sustentará e validará uma proposta de projeto de custo mínimo para o caso da hipótese em que será considerada a possibilidade de fabricação própria pelo distribuidor. Uma das óticas que podem auxiliar no direcionamento de uma proposta de projeto de subestação de custo mínimo e que atenda as exigências técnicas das concessionárias de energia podem ser baseadas nos estudos de Kermani (2022). Em seu artigo

esse autor propõe o desenvolvimento de uma subestação blindada compacta de uso externo para emprego em um grupo de unidades consumidoras. Apesar da proposta de Kermani (2022) não ser voltada diretamente ao projeto e arquitetura da subestação blindada proposta nesse estudo, suas pesquisas reforçam a tese de que características como tamanho reduzido e a correta disposição dos equipamentos no interior das baias podem influenciar de forma significativa no custo global da solução.

## 2.1 Premissas de Projeto

Para definição dos cenários referente a cada projeto avaliado foram tomadas como base algumas premissas comuns para modelagem do problema de pesquisa dentro do contexto esperado no projeto. A seguir estão listadas essas variáveis com suas respectivas definições que, por sua vez, foram aplicadas aos projetos P1, P2 e P3:

- 1) **Preço de venda final da subestação igual a R\$ 115.000,00:** com base uma análise de mercado relacionado a comercialização desse produto foi observada que esse Target corresponde a um valor de venda que garanta competitividade na solução, fator crucial para que haja venda do produto.
- 2) **Margem Bruta (MB%) ou Margem Objetiva:** essa variável corresponde a um dos critérios para tomada de decisão. Visto que o preço de venda de cada subestação será pré-definido de acordo com um valor fixo para todos os projetos, a matriz de custos irá impactar diretamente no percentual de margem atribuído a cada solução. Portanto, tem-se como premissa que a MB% será ajustada de modo a manter o preço de venda pré-estabelecido para os projetos em análise e sua variação não está atribuída ao preço de venda que, por sua vez, é constante.
- 3) **Taxa Mínima de Atratividade (TMA) igual a 10,5% aa (0,84% am):** esse valor corresponde a taxa Selic em tempo de projeto – referência de Julho/2024.
- 4) **Taxa Requerida ou Taxa de Financiamento do Projeto igual a 15% aa (1,17% am):** essa é a taxa de projeto adotada para fins de cálculo do Valor Presente Líquido (VPL).

## 2.2 Cenários de Venda

Para simulação de risco a partir da aplicação direta do Método de Monte Carlo faz-se necessário a modelagem de condições de contorno que reflitam em cenários extremos para cada um dos projetos avaliados. Tem-se assim basicamente três cenários para cada projeto: o

esperado, o pessimista (limite mínimo) e o otimista (limite máximo) para o fluxo de caixa. Todos esses cenários devem necessariamente partir de um mesmo investimento inicial, em que as variáveis que são alteradas para modelagem do fluxo de caixa são a margem bruta (MB%) e número de equipamento vendidos por mês. Com isso para os cenários extremos de mínimo e máximo não há uma premissa de preço de venda fixo e igual ao *target* o cenário esperado e que reflete melhor o preço ideal para o produto. A seguir está apresentado um detalhamento das variáveis definidas para cada cenário:

- 1) **Cenário esperado:** Produção de estoque para vendas de 2 meses, ou seja, no cenário esperado foi considerado produção de estoque de 8 unidades e faturamento de 4 unidades/mês. Para esse cenário específico foi considerado um preço fixo de venda objetivo de R\$ 115.000,00 para todas as alternativas de projeto.
- 2) **Cenário Pessimista (Mínimo):** preço de venda formado a partir de uma MB% de 4% com uma venda de 2 unidades por mês, ou seja, produção de 8 unidades a cada 4 meses.
- 3) **Cenário Otimista (Máximo):** preço de venda formado a partir de uma MB% de 20% com uma venda de 8 unidades por mês, ou seja, produção de 8 unidades a cada mês.

### 2.3 Investimento Inicial com Infraestrutura e Ensaios

O investimento inicial com infraestrutura e ensaios trata-se de um custo vinculado exclusivamente aos cenários do projeto P1 e Pe. Isso porque esse custo é inerente aos processos que envolvem industrialização do produto e não se aplicam no cenário em que será tratado uma operação de compra e revenda do equipamento – Projeto P3. Esse investimento com infraestrutura e ensaios possui a seguinte composição:

- Valor do Projeto Técnico
- Valor dos Ensaios de Tipo
- Valor dos Ensaios de Rotina
- Valor dos Equipamentos e Ferramentas de Testes
- Valor para Homologação na Distribuidora

De posse do valor referente a cada um dos custos indicados acima tem-se que o custo total referente ao investimento inicial com infraestrutura e ensaios será calculado pela soma desses montantes.

## 2.4 Cálculo do Custo líquido Unitário

O cálculo do custo líquido de cada unidade leva em consideração o preço bruto de compra do produto, com o crédito dos impostos devidos. No caso específico dos projetos que envolvem industrialização do produto – Projeto P1 e P2 – tem-se que na compra da matéria-prima há o crédito de ICMS e IPI de compra. Além disso, para esse caso leva-se em consideração o custo de mão de obra para montagem de cada unidade. Já para o Projeto P3, que leva em consideração ao compra e revenda do equipamento completo, o custo da mão de obra é nulo, mas em contra partida o IPI não é creditado na compra, fato que o caracteriza como parte do custo do material. Com isso, no cenário de revenda há o crédito somente o crédito de ICMS. Vale ressaltar também que o preço com o valor do ICMS compõe a base de cálculo do IPI. Face a esse cenário tem-se as seguintes composições do custo líquido:

- Para processos de industrialização – Projetos P1 e P2:

$$P_L = \frac{P_B}{1 + \%IPI} * (1 - \%ICMS) + MO$$

Em que:

$P_L$ : Preço líquido ou Custo Líquido unitário do produto

$P_B$ : Preço Bruto de compra do material com todos os impostos inclusos

$\%IPI$ : Percentual de IPI de compra do material

$\%ICMS$ : Percentual de ICMS de compra do material

$MO$ : Custo de mão de obra para produção de uma unidade

- Para processos de revenda – Projeto P3:

$$P_L = \frac{P_B}{1 + \%IPI} * (1 - \%ICMS) + \left[ P_B - \left( \frac{P_B}{1 + \%IPI} \right) \right], \text{ ou,}$$

$$P_L = P_B \left[ 1 - \left( \frac{\%ICMS}{1 + \%IPI} \right) \right]$$

Em que:

$P_L$ : Preço líquido ou Custo Líquido unitário do produto

$P_B$ : Preço Bruto de compra do material com todos os impostos inclusos

$\%IPI$ : Percentual de IPI de compra do material

$\%ICMS$ : Percentual de ICMS de compra do material

## 2.5 Cálculo do Preço de Venda Unitário

Uma vez que o preço líquido unitário é calculado, a formação básica do preço de venda é caracterizada pelo preço líquido acrescido dos devidos impostos de venda e com a adição da margem bruta (%MB). Nesse caso o %MB deve incidir sobre o preço líquido com os impostos de venda, custos da operação, frete e demais composições de custo que for projetado para o negócio. Para a modelagem do preço de venda unitário da subestação blindada de cada projeto avaliado tem-se a seguinte composição:

$$P_V = \left[ \frac{P_L}{(1 - \%ICMS)} * (1 + \%IPI) \right] * (1 + \%MB)$$

Em que:

$P_V$ : Preço Bruto de Venda do material com todos os impostos inclusos

$P_L$ : Preço líquido ou Custo Líquido unitário do produto

%IPI: Percentual de IPI de venda do material

%ICMS: Percentual de ICMS de venda do material

%MB: Percentual de Margem Bruta

## 3 RESULTADOS

Para cada um dos projetos avaliados – P1, P2 e P3 – foram defeitos a modelagem de todos os custos referentes ao investimento inicial com infraestrutura e ensaios, compra de material e mão de obra. Essa composição reflete no investimento inicial do projeto com base nas premissas previamente adotada para modelagem dos cenários. Além disso, com base no preço de venda de cada unidade e quantidade prevista de venda para cada mês foi possível determinar as receitas previstas para cada projeto. De posse dessas informações foi elaborado o fluxo de caixa de cada projeto considerando um prazo total de 24 meses, ou seja,  $n = 24$  meses.

Todos os cálculos e modelagens efetuados ao longo desse projeto foram concebidos a partir da estruturação dos projetos no Microsoft Excel Professional Plus 2023®.

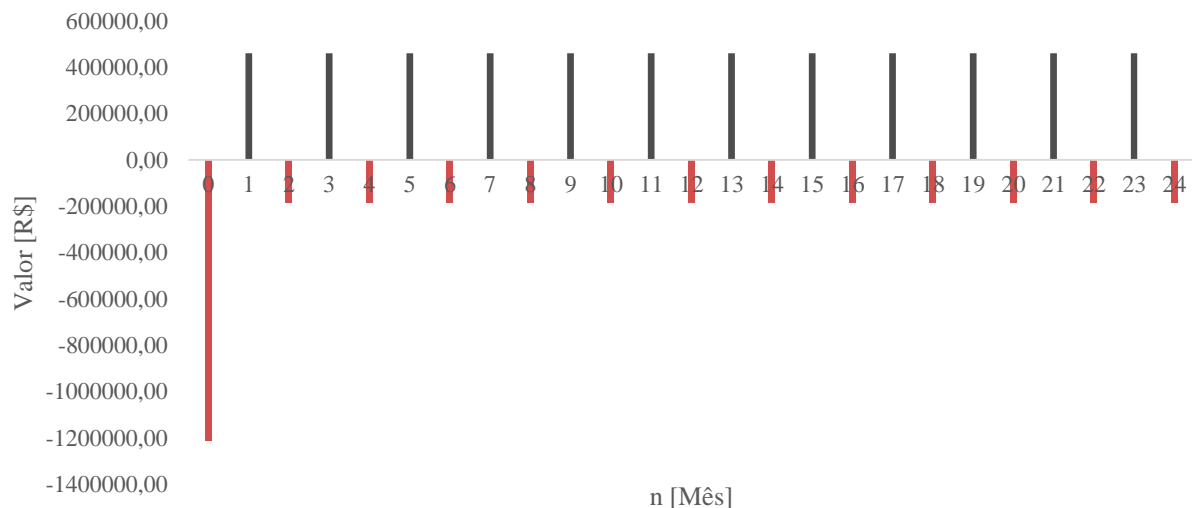
### 3.1 Fluxo de Caixa para o Projeto P1

A seguir estão apresentados o fluxo de caixa para o projeto P1 considerando as premissas para o cenário esperado, cenário pessimista – limite mínimo – e cenário otimista – limite máximo.

## 3.1.1 Cenário Esperado

**Tabela 1:** Fluxo de Caixa do Projeto P1 – Cenário Esperado

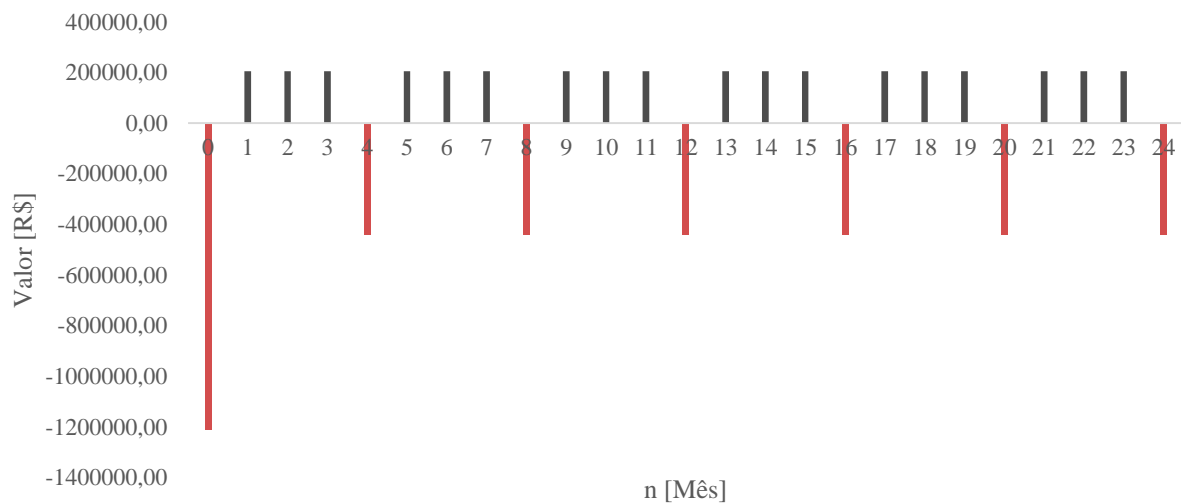
Dados			
n [Mês]	Custo [R\$]	Receita [R\$]	Total [R\$]
0	-1209509,67	0,00	-1209509,67
1	0,00	460000,00	460000,00
2	-646509,67	460000,00	-186509,67
3	0,00	460000,00	460000,00
4	-646509,67	460000,00	-186509,67
5	0,00	460000,00	460000,00
6	-646509,67	460000,00	-186509,67
7	0,00	460000,00	460000,00
8	-646509,67	460000,00	-186509,67
9	0,00	460000,00	460000,00
10	-646509,67	460000,00	-186509,67
11	0,00	460000,00	460000,00
12	-646509,67	460000,00	-186509,67
13	0,00	460000,00	460000,00
14	-646509,67	460000,00	-186509,67
15	0,00	460000,00	460000,00
16	-646509,67	460000,00	-186509,67
17	0,00	460000,00	460000,00
18	-646509,67	460000,00	-186509,67
19	0,00	460000,00	460000,00
20	-646509,67	460000,00	-186509,67
21	0,00	460000,00	460000,00
22	-646509,67	460000,00	-186509,67
23	0,00	460000,00	460000,00
24	-646509,67	460000,00	-186509,67

**Gráfico 1:** Fluxo de Caixa do Projeto P1 – Cenário Esperado

## 3.1.2 Cenário Pessimista – Limite Mínimo

**Tabela 2:** Fluxo de Caixa do Projeto P1 – Cenário Pessimista

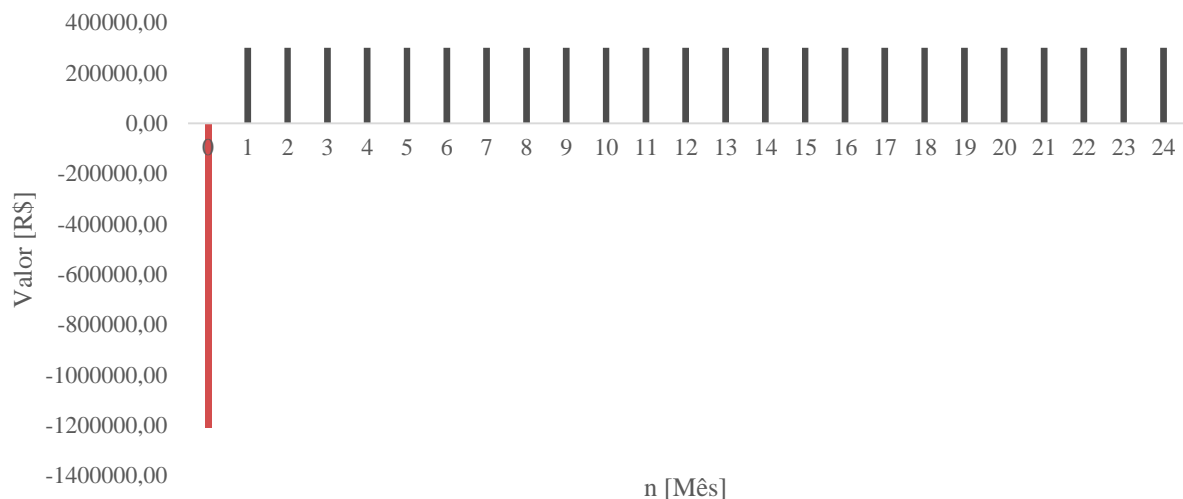
Dados			
n [Mês]	Custo [R\$]	Receita [R\$]	Total [R\$]
0	-1209509,67	0,00	-1209509,67
1	0,00	204990,87	204990,87
2	0,00	204990,87	204990,87
3	0,00	204990,87	204990,87
4	-646509,67	204990,87	-441518,80
5	0,00	204990,87	204990,87
6	0,00	204990,87	204990,87
7	0,00	204990,87	204990,87
8	-646509,67	204990,87	-441518,80
9	0,00	204990,87	204990,87
10	0,00	204990,87	204990,87
11	0,00	204990,87	204990,87
12	-646509,67	204990,87	-441518,80
13	0,00	204990,87	204990,87
14	0,00	204990,87	204990,87
15	0,00	204990,87	204990,87
16	-646509,67	204990,87	-441518,80
17	0,00	204990,87	204990,87
18	0,00	204990,87	204990,87
19	0,00	204990,87	204990,87
20	-646509,67	204990,87	-441518,80
21	0,00	204990,87	204990,87
22	0,00	204990,87	204990,87
23	0,00	204990,87	204990,87
24	-646509,67	204990,87	-441518,80

**Gráfico 2:** Fluxo de Caixa do Projeto P1 – Cenário Pessimista

## 3.1.3 Cenário Otimista – Limite Máximo

**Tabela 3:** Fluxo de Caixa do Projeto P1 – Cenário Otimista

Dados			
n [Mês]	Custo [R\$]	Receita [R\$]	Total [R\$]
0	-1209509,67	0,00	-1209509,67
1	-646509,67	946111,72	299602,04
2	-646509,67	946111,72	299602,04
3	-646509,67	946111,72	299602,04
4	-646509,67	946111,72	299602,04
5	-646509,67	946111,72	299602,04
6	-646509,67	946111,72	299602,04
7	-646509,67	946111,72	299602,04
8	-646509,67	946111,72	299602,04
9	-646509,67	946111,72	299602,04
10	-646509,67	946111,72	299602,04
11	-646509,67	946111,72	299602,04
12	-646509,67	946111,72	299602,04
13	-646509,67	946111,72	299602,04
14	-646509,67	946111,72	299602,04
15	-646509,67	946111,72	299602,04
16	-646509,67	946111,72	299602,04
17	-646509,67	946111,72	299602,04
18	-646509,67	946111,72	299602,04
19	-646509,67	946111,72	299602,04
20	-646509,67	946111,72	299602,04
21	-646509,67	946111,72	299602,04
22	-646509,67	946111,72	299602,04
23	-646509,67	946111,72	299602,04
24	-646509,67	946111,72	299602,04

**Gráfico 3:** Fluxo de Caixa do Projeto P1 – Cenário Otimista

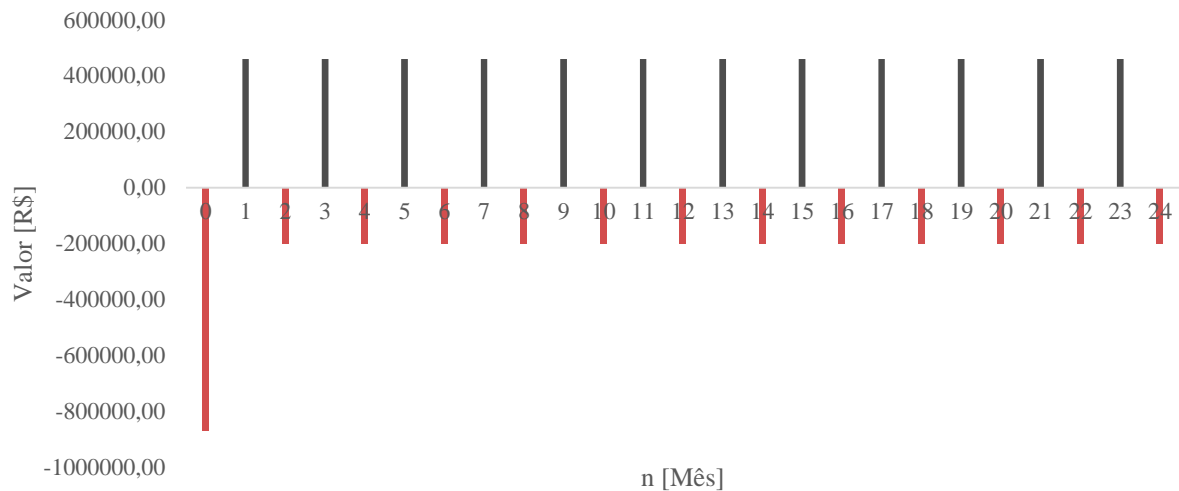
### 3.2 Fluxo de Caixa para o Projeto P2

A seguir estão apresentados o fluxo de caixa para o projeto P2 considerando as premissas para o cenário esperado, cenário pessimista – limite mínimo – e cenário otimista – limite máximo.

#### 3.2.1 Cenário Esperado

**Tabela 4:** Fluxo de Caixa do Projeto P2 – Cenário Esperado

Dados			
n [Mês]	Custo [R\$]	Receita [R\$]	Total [R\$]
0	-868561,81	0,00	-868561,81
1	0,00	460000,00	460000,00
2	-659061,81	460000,00	-199061,81
3	0,00	460000,00	460000,00
4	-659061,81	460000,00	-199061,81
5	0,00	460000,00	460000,00
6	-659061,81	460000,00	-199061,81
7	0,00	460000,00	460000,00
8	-659061,81	460000,00	-199061,81
9	0,00	460000,00	460000,00
10	-659061,81	460000,00	-199061,81
11	0,00	460000,00	460000,00
12	-659061,81	460000,00	-199061,81
13	0,00	460000,00	460000,00
14	-659061,81	460000,00	-199061,81
15	0,00	460000,00	460000,00
16	-659061,81	460000,00	-199061,81
17	0,00	460000,00	460000,00
18	-659061,81	460000,00	-199061,81
19	0,00	460000,00	460000,00
20	-659061,81	460000,00	-199061,81
21	0,00	460000,00	460000,00
22	-659061,81	460000,00	-199061,81
23	0,00	460000,00	460000,00
24	-659061,81	460000,00	-199061,81

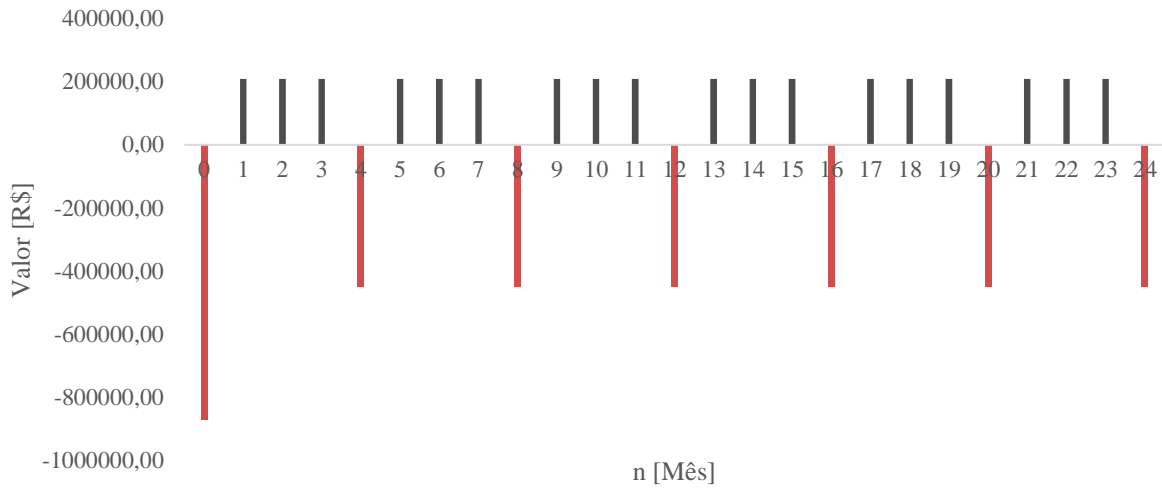


**Gráfico 4:** Fluxo de Caixa do Projeto P2 – Cenário Esperado

### 3.2.2 Cenário Pessimista – Limite Mínimo

**Tabela 5:** Fluxo de Caixa do Projeto P2 – Cenário Pessimista

Dados			
n [Mês]	Custo [R\$]	Receita [R\$]	Total [R\$]
0	-868561,81	0,00	-868561,81
1	0,00	208970,82	208970,82
2	0,00	208970,82	208970,82
3	0,00	208970,82	208970,82
4	-659061,81	208970,82	-450090,99
5	0,00	208970,82	208970,82
6	0,00	208970,82	208970,82
7	0,00	208970,82	208970,82
8	-659061,81	208970,82	-450090,99
9	0,00	208970,82	208970,82
10	0,00	208970,82	208970,82
11	0,00	208970,82	208970,82
12	-659061,81	208970,82	-450090,99
13	0,00	208970,82	208970,82
14	0,00	208970,82	208970,82
15	0,00	208970,82	208970,82
16	-659061,81	208970,82	-450090,99
17	0,00	208970,82	208970,82
18	0,00	208970,82	208970,82
19	0,00	208970,82	208970,82
20	-659061,81	208970,82	-450090,99
21	0,00	208970,82	208970,82
22	0,00	208970,82	208970,82
23	0,00	208970,82	208970,82
24	-659061,81	208970,82	-450090,99

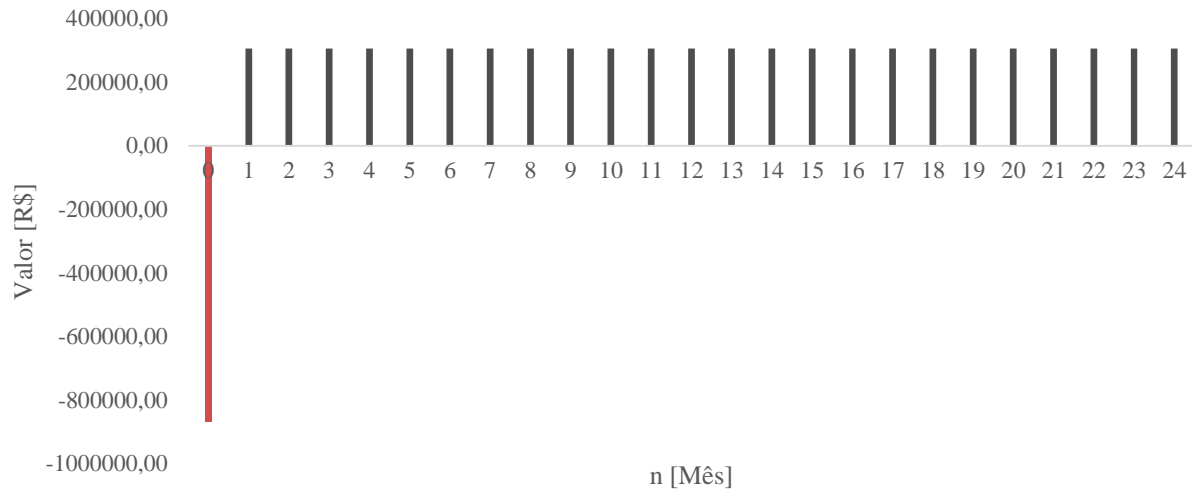


**Gráfico 5:** Fluxo de Caixa do Projeto P2 – Cenário Pessimista

### 3.2.3 Cenário Otimista – Limite Máximo

**Tabela 6:** Fluxo de Caixa do Projeto P2 – Cenário Otimista

Dados			
n [Mês]	Custo [R\$]	Receita [R\$]	Total [R\$]
0	-868561,81	0,00	-868561,81
1	-659061,81	964480,70	305418,89
2	-659061,81	964480,70	305418,89
3	-659061,81	964480,70	305418,89
4	-659061,81	964480,70	305418,89
5	-659061,81	964480,70	305418,89
6	-659061,81	964480,70	305418,89
7	-659061,81	964480,70	305418,89
8	-659061,81	964480,70	305418,89
9	-659061,81	964480,70	305418,89
10	-659061,81	964480,70	305418,89
11	-659061,81	964480,70	305418,89
12	-659061,81	964480,70	305418,89
13	-659061,81	964480,70	305418,89
14	-659061,81	964480,70	305418,89
15	-659061,81	964480,70	305418,89
16	-659061,81	964480,70	305418,89
17	-659061,81	964480,70	305418,89
18	-659061,81	964480,70	305418,89
19	-659061,81	964480,70	305418,89
20	-659061,81	964480,70	305418,89
21	-659061,81	964480,70	305418,89
22	-659061,81	964480,70	305418,89
23	-659061,81	964480,70	305418,89
24	-659061,81	964480,70	305418,89



**Gráfico 6:** Fluxo de Caixa do Projeto P2 – Cenário Otimista

### 3.3 Fluxo de Caixa para o Projeto P3

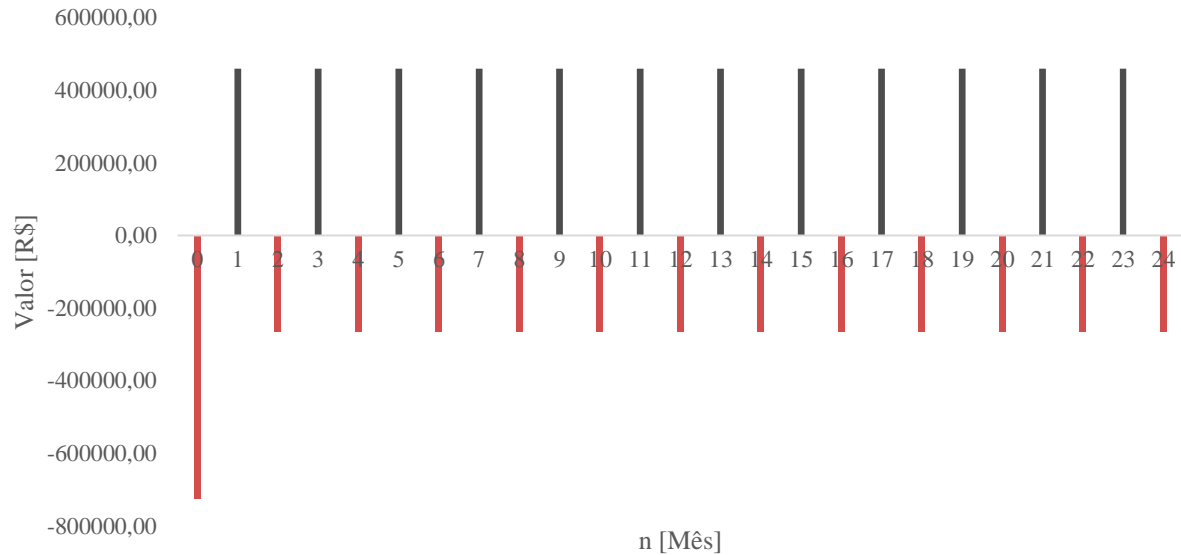
A seguir estão apresentados o fluxo de caixa para o projeto P3 considerando as premissas para o cenário esperado, cenário pessimista – limite mínimo – e cenário otimista – limite máximo.

#### 3.3.1 Cenário Esperado

**Tabela 7:** Fluxo de Caixa do Projeto P3 – Cenário Esperado

Dados			
n [Mês]	Custo [R\$]	Receita [R\$]	Total [R\$]
0	-724880,00	0,00	-724880,00
1	0,00	460000,00	460000,00
2	-724880,00	460000,00	-264880,00
3	0,00	460000,00	460000,00
4	-724880,00	460000,00	-264880,00
5	0,00	460000,00	460000,00
6	-724880,00	460000,00	-264880,00
7	0,00	460000,00	460000,00
8	-724880,00	460000,00	-264880,00
9	0,00	460000,00	460000,00
10	-724880,00	460000,00	-264880,00
11	0,00	460000,00	460000,00
12	-724880,00	460000,00	-264880,00
13	0,00	460000,00	460000,00
14	-724880,00	460000,00	-264880,00
15	0,00	460000,00	460000,00
16	-724880,00	460000,00	-264880,00
17	0,00	460000,00	460000,00
18	-724880,00	460000,00	-264880,00

19	0,00	460000,00	460000,00
20	-724880,00	460000,00	-264880,00
21	0,00	460000,00	460000,00
22	-724880,00	460000,00	-264880,00
23	0,00	460000,00	460000,00
24	-724880,00	460000,00	-264880,00



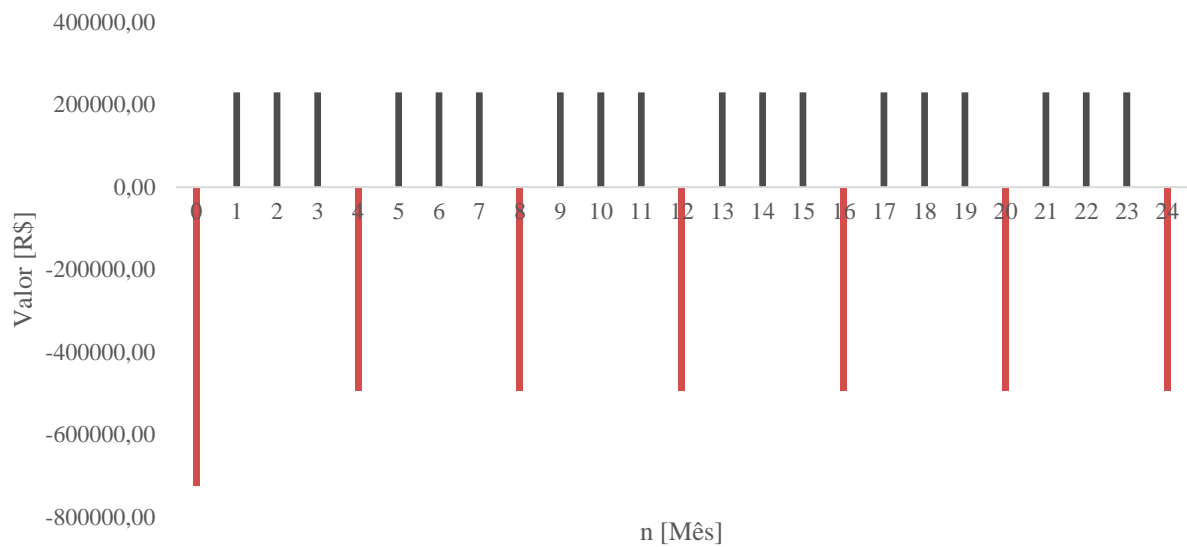
**Gráfico 7:** Fluxo de Caixa do Projeto P3 – Cenário Esperado

### 3.3.2 Cenário Pessimista – Limite Mínimo

**Tabela 8:** Fluxo de Caixa do Projeto P3 – Cenário Pessimista

Dados			
n [Mês]	Custo [R\$]	Receita [R\$]	Total [R\$]
0	-724880,00	0,00	-724880,00
1	0,00	229840,00	229840,00
2	0,00	229840,00	229840,00
3	0,00	229840,00	229840,00
4	-724880,00	229840,00	-495040,00
5	0,00	229840,00	229840,00
6	0,00	229840,00	229840,00
7	0,00	229840,00	229840,00
8	-724880,00	229840,00	-495040,00
9	0,00	229840,00	229840,00
10	0,00	229840,00	229840,00
11	0,00	229840,00	229840,00
12	-724880,00	229840,00	-495040,00
13	0,00	229840,00	229840,00
14	0,00	229840,00	229840,00
15	0,00	229840,00	229840,00
16	-724880,00	229840,00	-495040,00

17	0,00	229840,00	229840,00
18	0,00	229840,00	229840,00
19	0,00	229840,00	229840,00
20	-724880,00	229840,00	-495040,00
21	0,00	229840,00	229840,00
22	0,00	229840,00	229840,00
23	0,00	229840,00	229840,00
24	-724880,00	229840,00	-495040,00



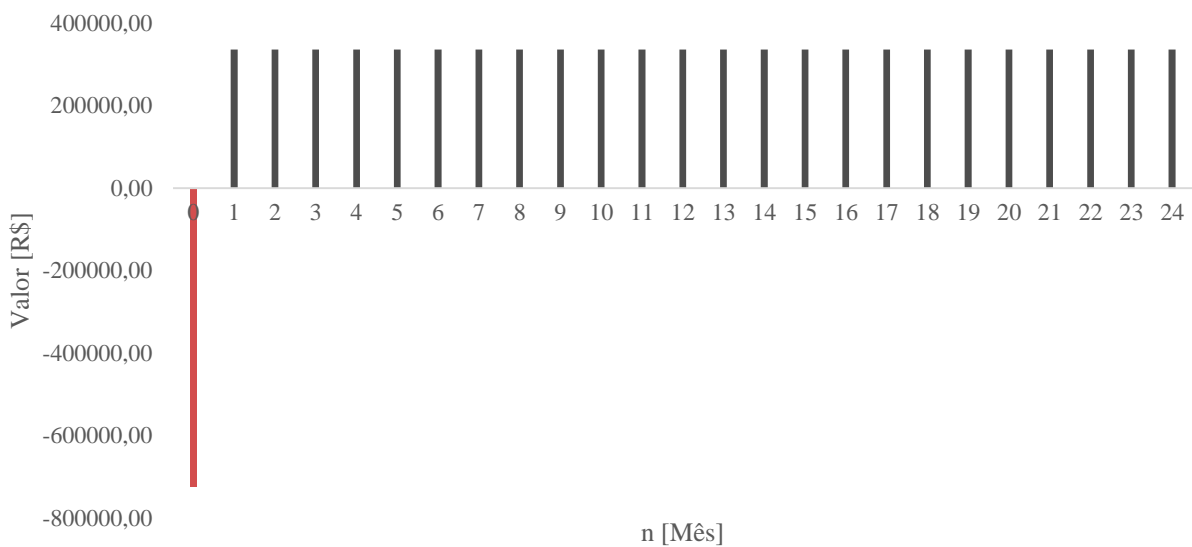
**Gráfico 8:** Fluxo de Caixa do Projeto P3 – Cenário Pessimista

### 3.3.3 Cenário Otimista – Limite Máximo

**Tabela 9:** Fluxo de Caixa do Projeto P3 – Cenário Otimista

Dados			
n [Mês]	Custo [R\$]	Receita [R\$]	Total [R\$]
0	-724880,00	0,00	-724880,00
1	-724880,00	1060800,00	335920,00
2	-724880,00	1060800,00	335920,00
3	-724880,00	1060800,00	335920,00
4	-724880,00	1060800,00	335920,00
5	-724880,00	1060800,00	335920,00
6	-724880,00	1060800,00	335920,00
7	-724880,00	1060800,00	335920,00
8	-724880,00	1060800,00	335920,00
9	-724880,00	1060800,00	335920,00
10	-724880,00	1060800,00	335920,00
11	-724880,00	1060800,00	335920,00
12	-724880,00	1060800,00	335920,00
13	-724880,00	1060800,00	335920,00
14	-724880,00	1060800,00	335920,00

15	-724880,00	1060800,00	335920,00
16	-724880,00	1060800,00	335920,00
17	-724880,00	1060800,00	335920,00
18	-724880,00	1060800,00	335920,00
19	-724880,00	1060800,00	335920,00
20	-724880,00	1060800,00	335920,00
21	-724880,00	1060800,00	335920,00
22	-724880,00	1060800,00	335920,00
23	-724880,00	1060800,00	335920,00
24	-724880,00	1060800,00	335920,00



**Gráfico 9:** Fluxo de Caixa do Projeto P3 – Cenário Otimista

### 3.4 Payback Descontado

No intuito de aferir uma maior precisão o tempo de *payback* calculado para os projetos P1, P2 e P3 foi utilizado o cálculo do *Payback* Descontado. Com isso, todos os valores referentes aos fluxos de caixas de cada cenário esperado nos projetos foram convertidos em valor presente considerando uma taxa de retorno igual da TMA, que conforme indicado nas premissas do item 2.1, corresponde a taxa Selic mensal com referência ao mês de Julho/2024, ou seja,  $i = 0,84\%$  am. A Tabela 10 demonstra a base para de cálculo do *Payback* Descontado obtida para cada um dos projetos.

**Tabela 10:** Base de cálculo para determinação do Payback Descontado dos projetos P1, P2 e P3

n [Mês]	Projeto P1			Projeto P2			Projeto P3		
	FC [R\$]	VP [i = TMA%]	Acumulado [R\$]	FC [R\$]	VP [i = TMA%]	Acumulado [R\$]	FC [R\$]	VP [i = TMA%]	Acumulado [R\$]
0	-1209509,67	-1209509,67	-1209509,67	-868561,81	-868561,81	-868561,81	-724880,00	-724880,00	-724880,00
1	460000,00	456168,19	-753341,49	460000,00	456168,19	-412393,63	460000,00	456168,19	-268711,81
2	-186509,67	-183415,35	-936756,84	-199061,81	-195759,25	-608152,87	-264880,00	-260485,46	-529197,28
3	460000,00	448600,05	-488156,79	460000,00	448600,05	-159552,82	460000,00	448600,05	-80597,22
4	-186509,67	-180372,37	-668529,16	-199061,81	-192511,47	-352064,29	-264880,00	-256163,84	-336761,06
5	460000,00	441157,48	-227371,68	460000,00	441157,48	89093,19	460000,00	441157,48	104396,42
6	-186509,67	-177379,87	-404751,55	-199061,81	-189317,58	-100224,39	-264880,00	-251913,91	-147517,49
7	460000,00	433838,38	29086,83	460000,00	433838,38	333614,00	460000,00	433838,38	286320,89
8	-186509,67	-174437,02	-145350,19	-199061,81	-186176,67	147437,33	-264880,00	-247734,49	38586,40
9	460000,00	426640,72	281290,52	460000,00	426640,72	574078,04	460000,00	426640,72	465227,12
10	-186509,67	-171543,00	109747,53	-199061,81	-183087,88	390990,17	-264880,00	-243624,41	221602,71
11	460000,00	419562,46	529309,99	460000,00	419562,46	810552,63	460000,00	419562,46	641165,17
12	-186509,67	-168696,98	360613,00	-199061,81	-180050,33	630502,30	-264880,00	-239582,52	401582,66
13	460000,00	412601,64	773214,65	460000,00	412601,64	1043103,94	460000,00	412601,64	814184,30
14	-186509,67	-165898,19	607316,46	-199061,81	-177063,17	866040,77	-264880,00	-235607,68	578576,61
15	460000,00	405756,30	1013072,76	460000,00	405756,30	1271797,07	460000,00	405756,30	984332,92
16	-186509,67	-163145,83	849926,93	-199061,81	-174125,58	1097671,50	-264880,00	-231698,80	752634,12
17	460000,00	399024,54	1248951,47	460000,00	399024,54	1496696,04	460000,00	399024,54	1151658,66
18	-186509,67	-160439,13	1088512,34	-199061,81	-171236,72	1325459,32	-264880,00	-227854,76	923803,90
19	460000,00	392404,45	1480916,80	460000,00	392404,45	1717863,77	460000,00	392404,45	1316208,36
20	-186509,67	-157777,34	1323139,46	-199061,81	-168395,79	1549467,99	-264880,00	-224074,50	1092133,86
21	460000,00	385894,20	1709033,66	460000,00	385894,20	1935362,19	460000,00	385894,20	1478028,06
22	-186509,67	-155159,71	1553873,96	-199061,81	-165601,99	1769760,21	-264880,00	-220356,95	1257671,11
23	460000,00	379491,96	1933365,92	460000,00	379491,96	2149252,17	460000,00	379491,96	1637163,07
24	-186509,67	-152585,50	1780780,42	-199061,81	-162854,54	1986397,63	-264880,00	-216701,08	1420461,99

A partir do valor acumulado obtido para cada um dos projetos foi realizado o cálculo do *payback descontado* de cada cenário esperado. Nesse caso, para fins de determinação do momento em que ocorre o *payback* levou-se em consideração o período em que houve a troca definitiva de “sinal” no valor acumulado. Isso porque a partir desse instante tem-se a garantia efetiva que o projeto passa a desempenhar um resultado positivo. O resultado correspondente ao período de *payback* dos projetos P1, P2 e P3 estão indicados na Tabela 11, Tabela 12 e Tabela 13, respectivamente.

**Tabela 11:** *Payback* calculado para o Projeto P1

Projeto P1	
n [Mês]	Acumulado [R\$]
8	-145350,19
9	281290,52
<b>Payback [Meses]</b>	<b>8,34</b>

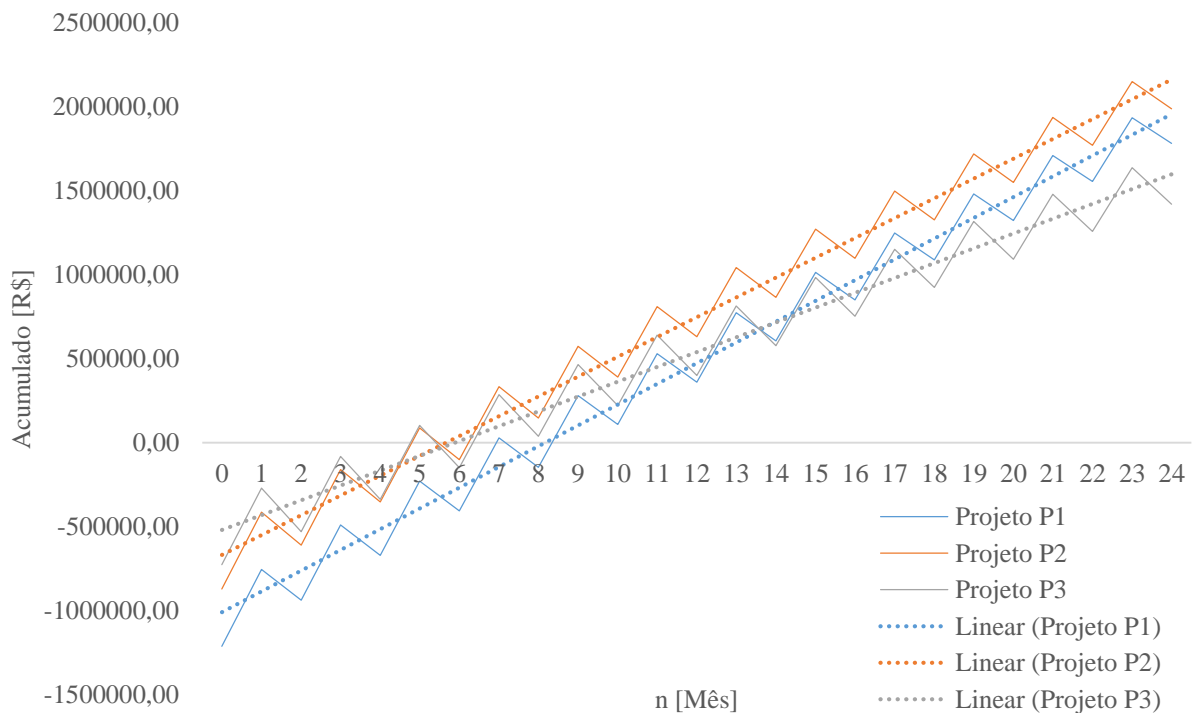
**Tabela 12:** *Payback* calculado para o Projeto P2

Projeto P2	
n [Mês]	Acumulado [R\$]
6	-100224,39
7	333614,00
<b>Payback [Meses]</b>	<b>6,23</b>

**Tabela 13:** *Payback* calculado para o Projeto P3

Projeto P3	
n [Mês]	Acumulado [R\$]
6	-147517,49
7	286320,89
<b>Payback [Meses]</b>	<b>6,34</b>

Do ponto de vista do *payback* descontado verifica-se o projeto P2 apresentou o melhor resultado, conseqüentemente, se pagando em um tempo menor que os demais. Por outro lado, o projeto P1 demonstrou se pagar em um período superior aos demais, com pior resultado de *payback* dentre as três alternativas avaliadas no escopo desse estudo. Uma outra forma de avaliar esse resultado é por meio do Gráfico 10 que, por sua vez, detalha a evolução do valor acumulado de cada projeto ao longo de todo o espectro de tempo avaliado.



**Gráfico 10:** Evolução do Fluxo de Caixa Acumulado ao longo do período de projeto para determinação do *payback* descontado

### 3.5 Margem Bruta

Considerando a premissa de preço de venda previamente estabelecida em R\$ 115.000,00, conforme indicado no item 2.1, foram obtidas as seguintes Margens Brutas (MB%) para cada um dos cenários esperados em cada projeto:

- **MB% do Projeto P1:** 16,69%
- **MB% do Projeto P2:** 14,47%
- **MB% do Projeto P3:** 04,07%

No aspecto de margem bruta de projeto o cenário esperado para o projeto P3 se apresentou como o menos viável, com alta possibilidade de não aferir lucro relevante para o investimento.

### 3.6 VPL e TIR-M

O resultado do VPL referente ao cenário esperado para cada projeto está representado na Tabela 14. A TIR também está indicada nessa tabela. No entanto, em detrimento das características irregulares observada para os fluxos de caixas desses projetos foi adotado como premissa o uso da TIR Modificada (TIR-M). Nesse caso, conforme premissas detalhadas na

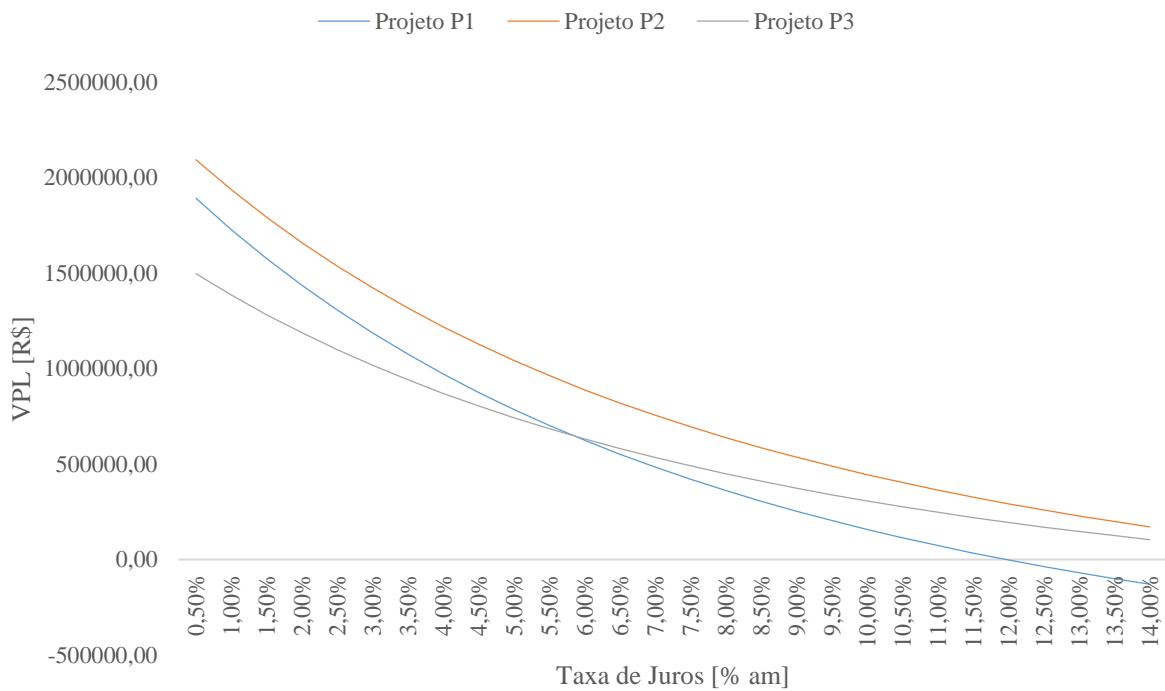
seção 2.1, foi levado em consideração uma taxa de financiamento de 1,17% am face a uma taxa de revestimento de 0,84% am – taxa Selic referente a Julho/2024.

**Tabela 14:** VPL e TIR-M calculada para os projetos P1, P2 e P3

	Projeto P1	Projeto P2	Projeto P3
<b>VPL [R\$]</b>	1676604,48	1887647,34	1350161,53
<b>TIR-M [% am]</b>	2,82%	3,11%	2,39%

Com base nos valores obtidos para o VPL e TIR-M observa-se que o projeto P2 apresentou o melhor desempenho para o cenário esperado, com um valor superior as demais opções avaliadas tanto do ponto de vista do VPL quando da TIR-M.

Além disso, na visão do VPL é possível verificar as curvas de evolução desse indicador com a variação da taxa mensal por meio do Gráfico 11. Nesse gráfico observa-se que no âmbito do VPL projeto P2 se posiciona como a melhor opção de investimento para todo o espectro de taxas de juros avaliada.



**Gráfico 11:** Análise de Sensibilidade do VPL em relação a taxa de juros para os projetos P1, P2 e P3

### 3.7 Simulação de Monte Carlo

A simulação de Monte Carlo é um método probabilístico que busca obter possíveis resultados estatístico de um evento incerto. Para determinação do limite mínimo e máximo dos projetos avaliados foram considerados os fluxos de caixa do cenário pessimista e otimista, respectivamente. Além disso, no escopo desse projeto foram consideradas um total de 1000 iterações para determinação dos resultados referentes aos indicadores de risco dos projetos P1, P2 e P3. A seguir estão apresentados os parâmetros obtidos para cada uma das alternativas de comercialização da subestação blindada.

- Parâmetros da simulação de Monte Carlo obtidos para o projeto P1:

<b>E[TIR-M] [% am]:</b>	4,55%
<b>E[VPL] [R\$]:</b>	2521780,23
<b>Mediana VPL [R\$]:</b>	2523174,00
<b>Diferença % VPL:</b>	0,06%
<b>Risco do Projeto [R\$]:</b>	476197,69
<b>Coefficiente de Variação:</b>	0,19
<b>Probabilidade do Projeto apresentar VPL &lt; 0:</b>	0,00%
<b>Probabilidade do Projeto apresentar VPL &gt; 0:</b>	100,00%

- Parâmetros da simulação de Monte Carlo obtidos para o projeto P2:

<b>E[TIR-M] [% am]:</b>	5,52%
<b>E[VPL] [R\$]:</b>	2947984,51
<b>Mediana VPL [R\$]:</b>	2954882,13
<b>Diferença % VPL:</b>	0,23%
<b>Risco do Projeto [R\$]:</b>	472749,05
<b>Coefficiente de Variação:</b>	0,16
<b>Probabilidade do Projeto apresentar VPL &lt; 0:</b>	0,00%
<b>Probabilidade do Projeto apresentar VPL &gt; 0:</b>	100,00%

- Parâmetros da simulação de Monte Carlo obtidos para o projeto P3:

<b>E[TIR-M] [% am]:</b>	6,21%
<b>E[VPL] [R\$]:</b>	3465019,69
<b>Mediana VPL [R\$]:</b>	3471800,97
<b>Diferença % VPL:</b>	0,20%
<b>Risco do Projeto [R\$]:</b>	542015,92
<b>Coefficiente de Variação:</b>	0,16

<b>Probabilidade do Projeto apresentar VPL &lt; 0:</b>	0,00%
<b>Probabilidade do Projeto apresentar VPL &gt; 0:</b>	100,00%

Na simulação de risco pelo método de Monte Carlo identifica-se que para as três alternativas de projeto há um risco relativamente baixo quando leva-se em consideração as condições de contorno máximas e mínimas adotadas como base desses projetos. Em todos os casos não há probabilidade significativa de ser perfumado um VPL < 0. A TIR-M e o VPL estimado em cada cenário também reforçam o risco mínimo para os três cenários. No entanto, vale ressaltar que esses indicadores não podem ser interpretados como base de decisão desse modelo de investimento de forma individual, uma vez que outros parâmetros como por exemplo a MB% irá caracterizar, de fato, o projeto que poderá resultar em maior lucratividade e sustentabilidade operacional.

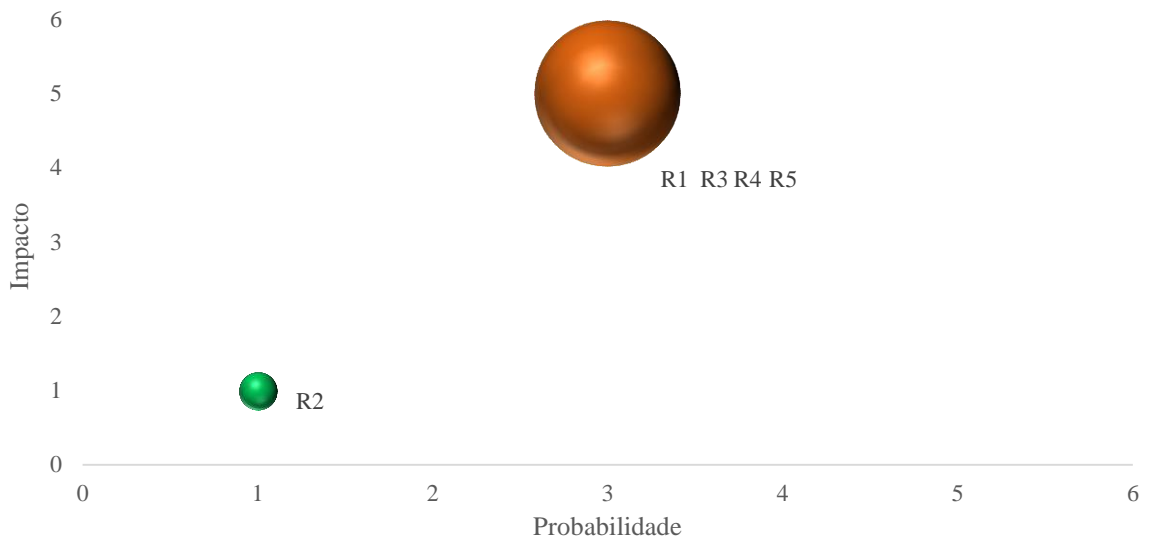
### 3.8 Matriz de Riscos

Para complementar a análise dos pontos críticos foi elaborada uma matriz que caracteriza os principais riscos intrínsecos a natureza e aos processos desse projeto de investimento. Para cada risco avaliado foi determinado um grau de impacto e probabilidade por meio dos conceitos “Baixo”, “Médio” e “Alto”. Esses resultados estão devidamente apresentados na Tabela 15.

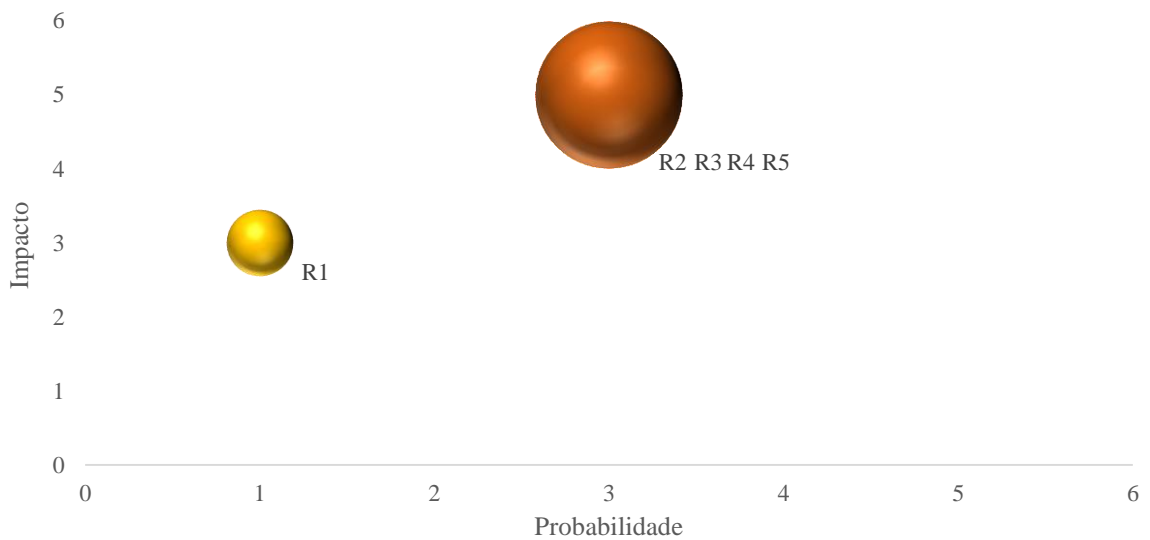
**Tabela 15:** Matriz de riscos intrínsecos aos Projetos P1, P2 e P3

Nº	Risco	Projeto P1		Projeto P2		Projeto P3	
		Impacto	Probab.	Impacto	Probab.	Impacto	Probab.
R1	Atraso no tempo para homologação e aquisição de equipamentos	Alto	Médio	Médio	Baixo	Baixo	Baixo
R2	Concorrência direta com o fabricante fornecedor da solução homologada	Baixo	Baixo	Alto	Médio	Alto	Alto
R3	Perda de Competitividade	Alto	Médio	Alto	Médio	Alto	Alto
R4	Estoque sem Giro	Alto	Médio	Alto	Médio	Alto	Alto
R5	Atraso no Prazo de Entrega para o Cliente	Alto	Médio	Alto	Médio	Alto	Médio

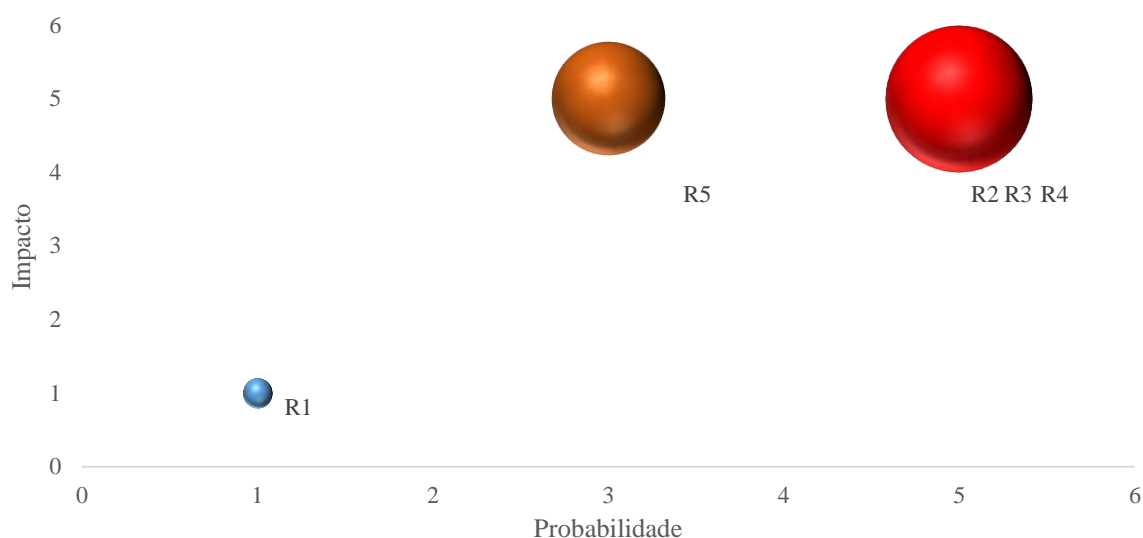
A partir do levantamento e mapeamento do grau de impacto e probabilidade inerente a cada um dos riscos avaliados para os projetos foi feito do desenvolvimento dos Gráfico 12, Gráfico 13 e Gráfico 14 que, por sua vez, apresentam de forma gráfica o posicionamento dos riscos em termos de escala de criticidade e probabilidade de ocorrência.



**Gráfico 12:** Gráfico de Risco probabilidade x Impacto para o Projeto P1



**Gráfico 13:** Gráfico de Risco probabilidade x Impacto para o Projeto P2



**Gráfico 14:** Gráfico de Risco probabilidade x Impacto para o Projeto P3

#### 4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A avaliação de viabilidade econômica e risco envolvidos ao projeto de comercialização de subestações blindadas por parte de um distribuidor de material elétrico se mostrou viável para análise das alternativas contempladas no escopo desse projeto. Com base na avaliação do VPL e da TIR-M o projeto P2 notadamente se apresentou como sendo a melhor opção de investimento. Do ponto de vista de risco do investimento não foi encontrada nenhuma objeção que torne essa alternativa menos vantajosa, já que nesse aspecto os três projetos apresentaram resultados que implicam em possibilidade praticamente nula de ter um valor do VPL  $< 0$ . Do ponto de vista de liquidez tanto o projeto P1 como o projeto P2 apresentaram uma MB% superior a 14% para o caso do cenário esperado, fato que os tornam comercialmente mais atrativos no aspecto de lucratividade. Nesse quesito o projeto P1 chegou a apresentar uma MB% levemente superior a do projeto P2 – cerca de 2,22% a mais de MB%. No entanto, ao avaliar os riscos intrínsecos dos projetos observa-se que o atraso no tempo para homologação e aquisição de equipamentos possui um grau de probabilidade de ocorrência média e alto impacto para o projeto P1. Na ocorrência de um *delay* na homologação da solução desenvolvida para o projeto P1, há uma implicação direta no período de início de receitas desse projeto, uma vez que por norma da distribuidora de energia o produto somente pode ser comercializado mediante processo de homologação devidamente finalizado. Esse impacto tem uma influência direta no fluxo da caixa desse projeto, fato com que põe em xeque sua atratividade no âmbito de MB% face ao risco elevado de redução dos indicadores de viabilidade econômica – TIR-M e VPL.

Por fim o projeto P3 foi o que apresentou os piores indicadores de viabilidade e menor percentual de margem bruta. Diante desse resultado essa alternativa se apresenta como a menos favorável para investimento, fato que também é embasado pela baixa MB% obtida, fato que inviabiliza a sustentabilidade operacional do projeto.

## 5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA (ANEEL). **RESOLUÇÃO NORMATIVA ANEEL Nº 1.000, DE 7 DE DEZEMBRO DE 2021**. [s.l: s.n.]. Disponível em: <<https://www2.aneel.gov.br/cedoc/ren20211000.pdf>>. Acesso em: 13 dez. 2023.

ANDRADE, D.; MAIA, H.; BRANDALISE, N. Análise De Viabilidade Econômico-Financeira, Pelo Método De Monte Carlo, De Um Sistema Fotovoltaico Para Geração Distribuída. **De Um Sistema Fotovoltaico Para Geração Distribuída” S & G. Sistemas & Gestão**, v. 14, n. 4, p. 348–355, 2020.

BRESSAN, A. **DECISÕES DE INVESTIMENTO - Material de apoio da disciplina GES714**. 2023.

COMPANHIA ENERGÉTICA DE MINAS GERAIS (CEMIG). **ND 5.3: Fornecimento de Energia Elétrica em Média Tensão Rede de Distribuição Aérea ou Subterrânea**. [s.l: s.n.]. Disponível em: <[https://www.cemig.com.br/wp-content/uploads/2023/09/nd5\\_3\\_000001p.pdf](https://www.cemig.com.br/wp-content/uploads/2023/09/nd5_3_000001p.pdf)>. Acesso em: 13 dez. 2023.

DE CASSIAS STROBEL, F. **ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA SUBESTAÇÃO BLINDADA METÁLICA PARA ENTRADA DE ENERGIA ELÉTRICA EM MÉDIA TENSÃO - 02.111 AD/ES-40b**. [s.l.] Cemig Distribuição S/A, dez. 2019. Disponível em: <[https://www.cemig.com.br/wp-content/uploads/2022/03/ades\\_40\\_et\\_se\\_blindada.pdf](https://www.cemig.com.br/wp-content/uploads/2022/03/ades_40_et_se_blindada.pdf)>.

FIPECAFI; KASSAI, J. R. **Retorno de investimento: abordagem matemática e contábil do lucro empresarial**. [s.l.] Atlas, 2005.

KERMANI, M. et al. Compact and smart outdoor medium/low voltage substation for energy communities. **IEEE transactions on industry applications**, v. 58, n. 3, p. 3123–3133, 2022.

LAPPONI, Juan Carlos. **Projetos de investimento na empresa**. Rio de Janeiro, RJ: Elsevier, 2007. xvi, 488 p. Número de chamada: 658.152 L316p 2007 Faculdade de Ciências Econômicas. CD-ROM 671 ; 672 ; 673 ; 674 Faculdade de Ciências Econômica.

MOTTA, Regis da Rocha; CALÔBA, Guilherme Marques. **Análise de investimentos: tomada de decisão em projetos industriais**. São Paulo: Atlas, 2002. 391p.  
Número de chamada: 519.72 L759p 2006

TEERA-ACHARIYAKUL, N.; HOKIERTI, J. **Internal arc pressure assessment of outdoor compact substation**. 2005 International Power Engineering Conference. **Anais.IEEE**, 2005.