



Revista da Sociedade Brasileira de Engenharia de Avaliações

AVALIAÇÕES ANTIFRÁGEIS: INVOLUÇÃO SOB CONDIÇÕES DE RISCO E INCERTEZA

Antifragile appraisals: involution under conditions of risk and uncertainty for properties

Ianyqui Falcão Costa

<http://orcid.org/0000-0002-7021-072X> 

Universidade Federal de Pernambuco (UFPE),
Recife, Brasil.

ianyqui.costa@gmail.com

RESUMO

A era dos dados nos apresentou diversos desafios com novas tecnologias e ferramentas de análise, exigindo uma adaptação dos profissionais das mais diversas áreas. Este trabalho apresenta uma adaptação do método Involutivo aos riscos e incertezas oriundos do mercado imobiliário, no qual, através dos diversos cenários criados com a simulação de Monte Carlo, analisa-se com mais profundidade os resultados obtidos em uma avaliação. No desenvolvimento, foram utilizadas informações do mercado de capitais e outros conceitos oriundos da literatura já conhecida. Na apresentação dos resultados do estudo de caso, foi analisado o impacto da quantidade de cenários no valor da avaliação do bem.

Palavras-Chave: Análise de risco, Simulação de Monte Carlo, Método involutivo.

ABSTRACT

The era of data has presented us with various challenges with new technologies and analysis tools, requiring professionals from diverse fields to adapt. This work presents an adaptation of the Involution method to the risks and uncertainties arising from the real estate market, in which, through the various scenarios created with Monte Carlo simulation, the results obtained in an appraisal are analyzed in more depth. In the development, information from the capital market and other concepts from the literature were used. In presenting the results of the case study, the impact of the number of scenarios on the value of the asset appraisal was analyzed.

Keywords: Risk analysis; Monte Carlo simulation; Involution method.

Preenchimento dos Editores

INFORMAÇÕES SOBRE O ARTIGO

Submetido em 16/08/2022

Publicado em 25/09/2022

Comitê Científico Interinstitucional
Editor-Responsável: Carlos Augusto Zilli
Avaliado pelo Sistema Double Blind Review
(SEER/OJS – Versão 3)



1. INTRODUÇÃO

A prática da engenharia vem cada vez mais sendo impactada por novas tecnologias e ferramentas. Com a ideia de um modelo de trabalho no qual engenheiros e arquitetos trabalham em total sinergia com máquinas inteligentes através da computação avançada. Novos modelos que visam a tomada de decisões mais precisas e menos instáveis através de análises preditivas e inteligência operacional fazem-se imprescindíveis nos dias atuais.

Na engenharia de avaliações não poderia ser diferente: robôs, simulações, inteligência artificial, internet das coisas (IoT), etc. são apenas alguns temas que rondam a prática da mesma nos últimos anos. Sendo assim, fica claro que, engenheiros, arquitetos e profissionais envolvidos com o mercado imobiliário precisam de uma adaptação às novas ferramentas e tecnologias.

A simulação de Monte Carlo, considerada uma ferramenta poderosa no auxílio de tomadas de decisões, no qual através dos diversos cenários gerados pela simulação, é possível interpretar comportamentos e analisar-se os riscos e incertezas associados ao objeto de estudo, fazendo com que seja possível uma melhor otimização na tomada de decisão.

O objetivo central deste trabalho é definir o valor de mercado de um bem imóvel a partir do método Involutivo, utilizando a simulação de Monte Carlo para a geração de diversos cenários de venda das unidades de um edifício através das diversas funções de densidade de probabilidade adotadas para as variáveis envolvidas na definição do valor de um bem.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

O método Involutivo identifica o valor de mercado do bem, alicerçado no seu aproveitamento eficiente, baseado em modelo de estudo de viabilidade técnico-econômica, mediante hipotético empreendimento compatível com as características do bem e com as condições do mercado no qual está inserido, considerando-se cenários viáveis para execução e comercialização do produto.¹

Com o objetivo de determinar o valor do bem, o método Involutivo foi dividido em dez grandes passos, destacados a seguir:

2.1. Vistoria

Divido em duas fases, a vistoria se completa pela caracterização da região em que o bem avaliando se encontra assim como a sua vistoria. Portanto:

2.1.1. Caracterização da região

Na vistoria da região é recomendada observar os seguintes temas:

- **Aspectos gerais:** análise das condições econômicas, políticas e sociais, quando relevantes para o mercado;
- **Aspectos físicos:** Condições de relevo, natureza predominante do solo, condições ambientais, localização: situação no contexto urbano, com indicação dos principais polos de influência;
- **Uso e Ocupação do Solo:** Confrontar a ocupação existente com as leis de zoneamento e uso do solo do município, para concluir sobre as tendências de modificação a curto e médios prazos;
- **Infra-estrutura urbana:** Sistema viário, transporte coletivo, coleta de resíduos sólidos, água potável, energia elétrica, telefone, redes de cabeamento para transmissão de dados, comunicação e televisão, esgotamento sanitário, águas pluviais e gás canalizado;
- **Atividades existentes:** Comércio, indústria e serviço;
- **Equipamentos comunitários:** segurança, educação, saúde, cultura e lazer.

2.1.2. Caracterização do bem

Na vistoria do bem avaliando é recomendado observar os seguintes tópicos:

¹ NBR 14653-1- Avaliação de Bens parte 1: Procedimentos Gerais.

- **Localização:** Situação na região e na via pública, com indicação de limites e confrontações definidas de acordo com a posição do observador, a qual deve ser obrigatoriamente explicitada;
- **Utilização atual e vocação**, em confronto com a legislação em vigor;
- **Aspectos físicos:** dimensões, forma, topografia, superfície, solo;
- **Infra-estrutura** urbana disponível;
- **Restrições físicas e legais ao aproveitamento;**
- **Sub ou super aproveitamento.**

2.2. Projeto Hipotético

Na concepção do projeto hipotético, o engenheiro de avaliações deve verificar o **aproveitamento eficiente** para o imóvel avaliando, como sendo aquele recomendável e tecnicamente possível para o local, numa data de referência, observada a atual e efetiva tendência mercadológica nas circunvizinhas, entre os diversos usos permitidos pela legislação pertinente.

2.3. Pesquisa de Valores

A pesquisa de valores deve ser realizada segundo os preceitos do **método comparativo direto de dados de mercado**, e tem como objetivo estimar o valor de mercado do produto imobiliário projetado para a situação hipotética adotada e sua variação ao longo do tempo.

2.4. Previsão de Receitas

As receitas de venda das unidades do projeto hipotético são calculadas a partir dos resultados obtidos na pesquisa de valores, considerados eventual valorização imobiliária, preferencialmente inferida, a forma de comercialização identificada na conduta do mercado e o tempo de absorção em face da evolução conjuntural no mercado e evidências de seu desempenho.

2.5. Custo de Produção do Projeto Hipotético

Este levantamento corresponde à apuração dos custos diretos e indiretos, inclusive de elaboração e aprovação de projetos, necessários à transformação do imóvel para as condições do projeto hipotético.

2.6. Previsão de Despesas adicionais

Podem ser incluídas, quando pertinentes, entre outras, as seguintes despesas:

- De compra do imóvel;
- De administração do empreendimento, inclusive vigilância;
- Com impostos, taxas e seguros;
- Com publicidade;
- Com a comercialização das unidades.

2.7. Margem de Lucro do Incorporador

Quando for usada margem de lucro em modelos que não utilizem fluxo de caixa, esta margem deve ser considerada proporcional ao risco do empreendimento, que está diretamente ligado à quantidade de unidades resultados do projeto, ao montante investido e ao prazo total previsto para retorno do capital. A margem de lucro adotada em modelos estáticos deve ter relação com o que é praticado no mercado.

2.8. Prazos

No caso da adoção de modelos dinâmicos, recomenda-se que:

- O prazo para a execução do projeto hipotético seja compatível com as suas características físicas, disponibilidade de recursos, tecnologia e condições mercadológicas.

- O prazo para a venda das unidades seja compatível com a estrutura, conduta e desempenho do mercado.

2.9. Taxas

No caso de adoção de modelos dinâmicos, recomenda-se explicitar as taxas de valorização imobiliária, de evolução de custos e despesas, de juros do capital investido e a mínima de atratividade.

2.10. Modelo

A avaliação pode ser realizada com a utilização dos seguintes modelos, em ordem de preferência:

- Por fluxos de caixa específicos;
- Com a aplicação de modelos simplificados dinâmicos;
- Com a aplicação de modelos estáticos.

3. METODOLOGIA

A simulação de cenários através do método de Monte Carlo pode ser descrito como um método de simulação estatística que utiliza a geração de números aleatórios como base para a solução e análises de problemas. Fazendo com que seja desnecessário o desenvolvimento de equações diferenciais para descrever o comportamento de sistemas.

Através da simulação de Monte Carlo, é possível, a realização de uma quantidade muito maior de cenários, em relação a outras técnicas que utilizam uma quantidade limitada de cenários (mínimo, mais provável e máximo, por exemplo), pois ao levar em consideração as características estocásticas das variáveis em estudo, os resultados obtidos das simulações são caracterizados por serem uma fonte muito maior de informação para a tomada de decisão.

Na sua utilização, a única exigência é que, o sistema físico ou matemático, assim como as variáveis de entrada, sejam representadas por funções de densidades de probabilidades (PDF) que, uma vez que sejam conhecidas, a simulação de Monte Carlo fica responsável pela amostragem aleatória a partir dessas P.D.F..

Este processo é repetido quantas vezes desejar-se, e então os resultados obtidos, são representados por meio de medidas estatísticas como média, moda, mediana, desvio padrão, coeficiente de variação, curtose, assimetria, etc.

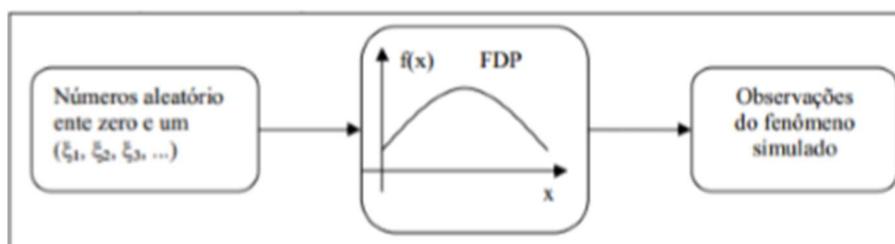


Imagem 1- Ideia genérica da simulação de Monte Carlo (o autor).

3.1. Análise de Risco com a Simulação de Monte Carlo

A determinação do valor do bem segue as etapas apresentadas na seção 2, nas quais podem ser observadas na NBR 14653-2, com a adição da modelagem estocástica das variáveis de interesse apresentadas na seção 3.1. Na seção 4, apresentaremos um estudo de caso com as funções de densidade de probabilidade recomendadas.

4. ESTUDO DE CASO E MODELAGEM ESTOCÁSTICA

4.1. Caracterização da região e do bem avaliando

A região na qual o imóvel avaliando se encontra é urbana, com casas de médio e baixo padrão construtivo, indicando as condições econômicas e sociais locais, construídas de forma germinada, o que

indica a possível ausência de plano diretor/lei de uso e ocupação adequado. Na região também verifica-se que a mesma não é acidentada, com uma forte presença do comércio local através de feiras e mercados. É possível identificar a presença dos subsistemas de infraestrutura como: sistema viário, transporte coletivo, coleta de resíduos, água potável, esgotamento sanitário, energia elétrica, redes de cabeamento para transmissão de dados e redes de telefonia. Em relação aos equipamentos comunitários, há a presença de creches, postos de saúde e posto policial.

Em relação a características do bem, verifica-se que o mesmo é uma gleba que se localiza na avenida principal do bairro em que a mesma se encontra, com o possível aproveitamento de acordo com a vocação urbana regional, na qual poderá ser implantado toda a infraestrutura disponível no local. Possui uma área total de 1,17 hectares.

4.2. Projeto Hipotético

Após a caracterização da região e do bem, chega-se à conclusão de que para avaliar a gleba através do método Involutivo existe a possibilidade de dois projetos hipotéticos:

1º – Implantação de loteamentos com área de 250m², sendo 10m de frente x 15m profundidade;

2º – Implantação de um conjunto residencial do tipo minha casa verde amarela, com projeto padrão PIS fornecido pela SINDUSCON.

Com o objetivo de garantir o aproveitamento eficiente, exigido pelo método Involutivo, foi escolhido o 2º projeto hipotético, pois na região encontra-se todos os equipamentos comunitários para a moradia. Sendo assim, apresentando os dados iniciais:

$$\text{Área total da gleba} = 11,721.93\text{m}^2 \quad K = 35\%$$

$$\text{Área útil da gleba} = \text{Área total da gleba} * (1 - K) = 7,619.25\text{m}^2$$

O projeto padrão PIS (Residência multifamiliar - Projeto de interesse social) da sinduscon indica:

- Térreo e 4 pavimentos/tipo
- Pavimento térreo: Hall, escada, 4 apartamentos por andar, com 2 dormitórios, sala, banheiro, cozinha e área de serviço. Na área externa estão localizados o cômodo da guarita, com banheiro e central de medição.
- Pavimento-tipo: Hall, escada e 4 apartamentos por andar, com 2 dormitórios, sala, banheiro, cozinha e área de serviço.

$$\text{Área total do bloco} = 991.45\text{m}^2$$

Como o projeto são 4 apartamentos/andar, para identificarmos a área por pavimento:

$$\text{Área pavimento} = \frac{\text{Área total do bloco}}{4} = 247.86\text{m}^2$$

E em seguida a área do apartamento:

$$\text{Área apartamento} = \frac{\text{Área pavimento}}{4} = 61.97\text{m}^2$$

Agora, conseguimos determinar a quantidade de blocos assim como a área construída total:

$$\text{Quantidade de blocos} = \frac{\text{Área útil da gleba}}{\text{Área pavimento}} = 30.74 \text{ blocos}$$

$$\text{Área total construída} = \text{Quantidade de blocos} * \text{Área total do bloco}$$

$$\text{Área total construída} = 30.74 * 991.45 = 30,477.02\text{m}^2$$

Conseguimos encontrar ainda a quantidade total de apartamentos:

$$\text{Quantidade de Apartamentos} = 16 * \text{Quantidade de blocos}$$

$$\text{Quantidade de Apartamentos} = 16 * 30.74 = 491.84 \text{ apartamentos}$$

Com os dados iniciais tratados, conseguimos avançar nas análises.

4.3. Pesquisa de Valores

Após a definição do projeto hipotético a ser considerado, fica possível realizar a pesquisa de mercado dos apartamentos em oferta da região na qual o imóvel se encontra.

Tabela 1 - Pesquisa de Mercado

Dados	Área (m ²)	Qtde. Quartos	Suíte	Lazer	Distância da pista (km)	Distância Centro (Km)	Valor (R\$)	Valor/m ²
1	61.00	2.00	1	Sim	0.15	0.380	R\$ 202,000.00	R\$ 3,311.48
2	76.00	3.00	1	Sim	0.15	0.380	R\$ 250,000.00	R\$ 3,289.47
3	50.00	2.00	1	Sim	0.15	0.850	R\$ 157,000.00	R\$ 3,140.00
4	45.08	2.00	0	Sim	0.15	0.800	R\$ 160,000.00	R\$ 3,549.25
5	45.39	2.00	1	Sim	0.15	0.905	R\$ 160,000.00	R\$ 3,525.01
6	56.38	3.00	1	Sim	0.15	0.905	R\$ 195,000.00	R\$ 3,458.67
7	43.14	2.00	0	Sim	0.3	1.800	R\$ 160,900.00	R\$ 3,729.72
8	54.40	2.00	1	Sim	0.05	1.235	R\$ 168,000.00	R\$ 3,088.24
9	40.28	2.00	0	Sim	0.3	1.800	R\$ 159,900.00	R\$ 3,969.71
10	40.00	2.00	0	Sim	0.3	1.800	R\$ 163,900.00	R\$ 4,097.50
11	40.00	2.00	0	Sim	0.3	1.800	R\$ 157,911.00	R\$ 3,947.78
12	54.00	2.00	1	Sim	0.05	1.235	R\$ 200,000.00	R\$ 3,703.70
13	48.00	2.00	0	Sim	0.15	0.850	R\$ 157,000.00	R\$ 3,270.83
14	53.00	3.00	0	Sim	0.2	1.210	R\$ 200,000.00	R\$ 3,773.58
15	60.00	3.00	0	Sim	0.2	1.210	R\$ 209,000.00	R\$ 3,483.33
16	54.00	3.00	0	Sim	0.2	1.210	R\$ 180,000.00	R\$ 3,333.33

Em seguida, fazendo uma breve estatística descritiva, identificamos que os dados coletados estão de acordo com o projeto hipotético adotado.

Tabela 2- Estatística descritiva

Área (m ²)		Qtde. Quartos		Suíte	
Média	51.29	Média	2.31	Média	0.44
Erro padrão	2.38	Erro padrão	0.12	Erro padrão	0.13
Mediana	51.50	Mediana	2.00	Mediana	0.00
Modo	40.00	Modo	2.00	Modo	0.00
Desvio padrão	9.53	Desvio padrão	0.48	Desvio padrão	0.51
Variância da amostra	90.82	Variância da amostra	0.23	Variância da amostra	0.26
Curtose	1.64	Curtose	-1.39	Curtose	-2.22
Assimetria	1.02	Assimetria	0.90	Assimetria	0.28
Intervalo	36.00	Intervalo	1.00	Intervalo	1.00
Mínimo	40.00	Mínimo	2.00	Mínimo	0.00
Máximo	76.00	Máximo	3.00	Máximo	1.00
Soma	820.67	Soma	37.00	Soma	7.00
Contagem	16.00	Contagem	16.00	Contagem	16.00
Maior(1)	76.00	Maior(1)	3.00	Maior(1)	1.00
Menor(1)	40.00	Menor(1)	2.00	Menor(1)	0.00
Nível de confiança(95.0%)	5.08	Nível de confiança(95.0%)	0.26	Nível de confiança(95.0%)	0.27

Lazer		Distância da pista (km)		Distância Centro (Km)	
Média	1	Média	0.18	Média	1.15
Erro padrão	0	Erro padrão	0.02	Erro padrão	0.12
Mediana	1	Mediana	0.15	Mediana	1.21
Modo	1	Modo	0.15	Modo	1.80
Desvio padrão	0	Desvio padrão	0.08	Desvio padrão	0.47
Variância da amostra	0	Variância da amostra	0.01	Variância da amostra	0.22
Curtose	#DIV/0!	Curtose	-0.53	Curtose	-0.75
Assimetria	#DIV/0!	Assimetria	0.15	Assimetria	0.06
Intervalo	0	Intervalo	0.25	Intervalo	1.42
Mínimo	1	Mínimo	0.05	Mínimo	0.38
Máximo	1	Máximo	0.30	Máximo	1.80
Soma	16	Soma	2.95	Soma	18.37
Contagem	16	Contagem	16.00	Contagem	16.00
Maior(1)	1	Maior(1)	0.30	Maior(1)	1.80
Menor(1)	1	Menor(1)	0.05	Menor(1)	0.38
Nível de confiança(95.0%)	0	Nível de confiança(95.0%)	0.04	Nível de confiança(95.0%)	0.25

Valor (R\$)	
Média	180038.19
Erro padrão	6698.24
Mediana	165950.00
Modo	157000.00
Desvio padrão	26792.95
Variância da amostra	717862039.23
Curtose	1.47
Assimetria	1.28
Intervalo	93000.00
Mínimo	157000.00
Máximo	250000.00
Soma	2880611.00
Contagem	16.00
Maior(1)	250000.00
Menor(1)	157000.00
Nível de confiança(95.0%)	14276.95

Valor/m ²	
Média	3541.98
Erro padrão	75.92
Mediana	3504.17
Modo	#N/D
Desvio padrão	303.69
Variância da amostra	92227.04
Curtose	-0.86
Assimetria	0.34
Intervalo	1009.26
Mínimo	3088.24
Máximo	4097.50
Soma	56671.60
Contagem	16.00
Maior(1)	4097.50
Menor(1)	3088.24
Nível de confiança(95.0%)	161.82

4.4. Previsão de Receitas

Inicialmente, na estimativa da receita total do projeto hipotético, foi realizado as verificações e análises iniciais de identificação da melhor relação entre as variáveis, sendo os resultados apresentados na tabela 3.

Tabela 3 - Dados Tratados

Dados	Ln Area (m ²)	Distância Centro (Km)	Ln Valor (R\$)
1	4.11	0.38	12.22
2	4.33	0.38	12.43
3	3.91	0.85	11.96
4	3.81	0.80	11.98
5	3.82	0.91	11.98
6	4.03	0.91	12.18
7	3.76	1.80	11.99
9	4.00	1.80	12.03
10	3.70	1.80	11.98
11	3.69	1.80	12.01
12	3.69	1.24	11.97
13	3.99	0.85	12.21
14	3.87	1.21	11.96
15	3.97	1.21	12.21
16	4.09	1.21	12.25

Em seguida a coerência com o mercado:

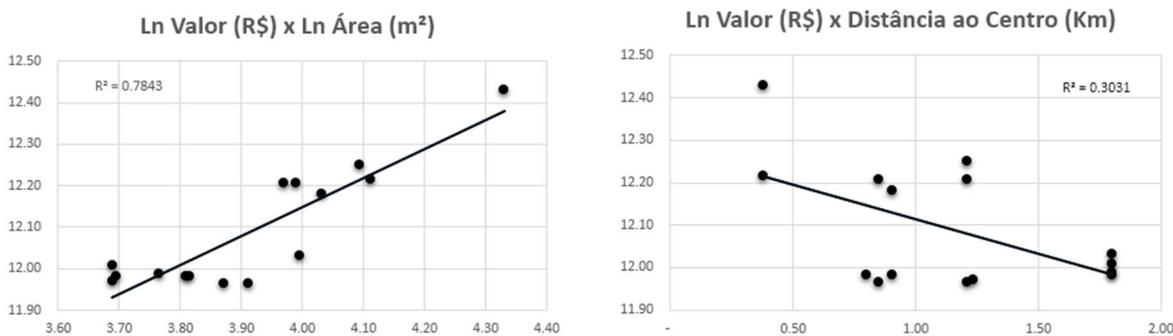


Figura 1 - Aderência com o mercado (o autor).

Em seguida, o tratamento estatístico, as verificações dos pressupostos básicos para a regressão linear e a verificação de possíveis restrições do modelo, recomendados pela NBR 14653-1 e NBR 14653-2, obtendo os resultados demonstrados na tabela 4 e figura 2:

Tabela 4 - Dados Tratados

RESUMO DOS RESULTADOS								
<i>Estadística de regressão</i>								
R múltiplo	95.06%							
R-Quadrado	90.36%							
R-quadrado ajustado	88.75%							
Erro padrão	0.05							
Observações	15							
<i>ANOVA</i>								
	<i>gl</i>	<i>SQ</i>	<i>MQ</i>	<i>F</i>	<i>F de significação</i>			
Regressão	2	0.261	0.131	56.215	0.0001%			
Resíduo	12	0.028	0.002					
Total	14	0.289						
	<i>Coefficientes</i>	<i>Erro padrão</i>	<i>Stat t</i>	<i>valor-P</i>	<i>95% inferiores</i>	<i>95% superiores</i>	<i>Inferior 95.0%</i>	<i>Superior 95.0%</i>
Interseção	8.160	0.453	18.009	0.000%	7.173	9.147	7.173	9.147
Ln Area (m²)	0.968	0.107	9.075	0.000%	0.735	1.200	0.735	1.200
Distância Centro (Km)	0.127	0.040	3.175	0.800%	0.040	0.214	0.040	0.214

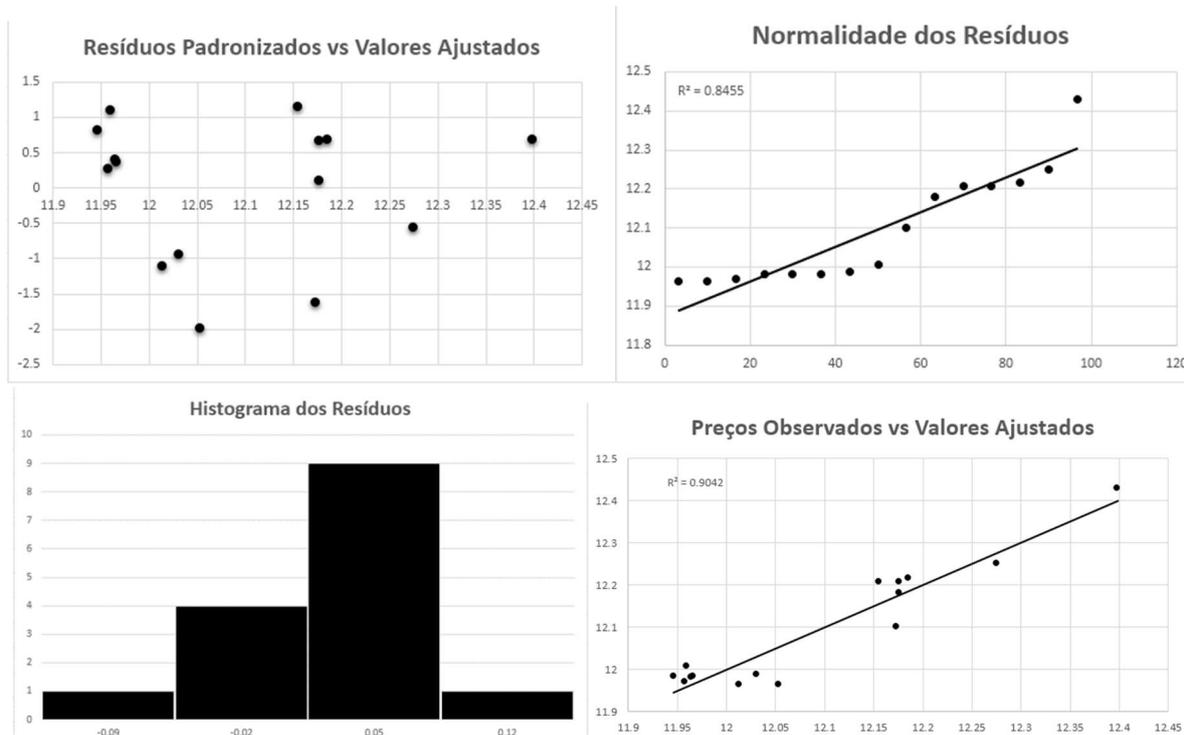


Figura 2 - Pressupostos básicos da regressão linear (o autor).

Tabela 5 - Matriz de Correlações.

	<i>Ln Area (m²)</i>	<i>Distância Centro Paulista (Km)</i>	<i>Ln Valor (R\$)</i>
<i>Ln Area (m²)</i>	1		
<i>Distância Centro (Km)</i>	-0.75	1	
<i>Ln Valor (R\$)</i>	0.91	-0.49	1

Através da matriz de correlações é possível verificar que o modelo apresenta uma correlação forte negativa entre as variáveis Ln(Área) e Distancia ao centro, mas não restritiva, indicando que o modelo pode ser utilizado para avaliar qualquer apartamento dentro da região da pesquisa.

Sendo assim, a equação obtida para a representação da variabilidade dos preços dos apartamentos localizados na região do empreendimento é:

$$Pu = 3498.25 * A^{0,968} * 1.14^D$$

Interpretação dos resultados:

Em condições de Ceteris Paribus:

- A cada 10% a mais na Área, o *PU* diminui em R\$ 9,68%/m²;
- A cada 1Km a mais, o *PU* aumenta em 14%.

Sendo assim, adotando os valores de: $A = 62m^2$ e $D = 1Km$, a estimativa dos valores de oferta das unidades do empreendimento é de:

$$\text{Valor de Oferta dos aptos} = R\$219.523,66$$

As estimativas do intervalo de confiança de 80% em torno da estimativa central é de:

Tabela 6 - Intervalo de Confiança de 80% em Torno da Estimativa Central.

Intervalo de Confiança de 80% em Torno da Estimativa Central				
	Inferior	Central	Superior	
Moda	R\$ 211,852.95	R\$ 219,013.76	R\$ 226,416.61	
Mediana	R\$ 212,346.18	R\$ 219,523.66	R\$ 226,943.74	
Média	R\$ 212,593.23	R\$ 219,779.05	R\$ 227,207.77	

O campo de arbítrio de +/- 15% em torno da estimativa central é de:

Tabela 7 - Campo de Arbítrio de +/-15% em Torno da Estimativa Central.

Campo de Arbítrio de +/-15% em Torno da Estimativa Central				
	Inferior	Central	Superior	
Moda	R\$ 186,161.70	R\$ 219,013.76	R\$ 251,865.82	
Mediana	R\$ 186,595.11	R\$ 219,523.66	R\$ 252,452.21	
Média	R\$ 186,812.20	R\$ 219,779.05	R\$ 252,745.91	

Portanto, considerando um desconto para valores de venda, obtêm-se para as unidades um valor de:

$$\text{Valor de venda dos aptos} = R\$ 200.000,00$$

Com um grau de precisão de:

Tabela 8: Grau de Precisão.

Grau de Precisão
6.650%

Portanto, para a estimativa do valor total das unidades do projeto hipotético, temos:

$$\text{Receitas totais} = \text{Valor de venda dos aptos} * \text{Quantidade de aptos}$$

$$\text{Receitas totais} = R\$200.000,00 * 491.84$$

$$\text{Receitas totais} = R\$98,367,499.72$$

4.5. Estimativa dos Custos

Na estimativa dos custos, utilizamos o método da quantificação do custo, no qual determina que o custo do projeto deve ser considerado de acordo com a equação a seguir:

$$CF = \left[CUB + \frac{OE + OI + (OF_e - OF)}{S} \right] [1 + BDI]$$

Como o projeto padrão foi o PIS, então o:

$$CUB_{PIS} = R\$1,265.18/m^2.$$

Como o sinduscon trabalha com a área equivalente, então:

$$S_{PIS} = 978.09m^2.$$

Com a quantidade total de blocos, conseguimos determinar a área equivalente total construída:

$$S_{Total} = S_{PIS} * \text{Quantidade total de aptos} = 978.09 * 30.73$$

$$S_{Total} = 30,061.38m^2$$

O custo total para a área construída será:

$$CD = S_{Total} * CUB_{PIS} = 30,061.38 * 1,265.18$$

$$CD_T = R\$38,033,060.93$$

Considerando uma despesas com projetos de R\$75,00/m² de área construída, temos:

$$DP = 75 * 30,061.38$$

$$DP = R\$2,254,603.75$$

Adicionando as despesas com o loteamento, estimados pelo TCPO da Pini, R\$76,147.33/1000m²

$$CL = 76,147.33 * A_{\text{útil}} = \frac{76,147.33 * 7,619.25}{1000}$$

$$CL = R\$580,185.89$$

Somando as parcelas:

$$CD_T = CD + DP + CL$$

$$CD_T = R\$40,867,850.57$$

Levando em consideração o acórdão 2622/13 do TCU, para o BDI temos:

Tabela 9 - Acordão 2622/13 do TCU.

VALORES DO BDI POR TIPO DE OBRA			
TIPO DE OBRA	1º QUARTIL	MÉDIO	3º QUARTIL
Construção de edifícios	20,34%	22,12%	25,00%
Construção de rodovias e ferrovias	19,60%	20,97%	24,23%
Construção de redes de abastecimento de água, coleta de esgoto e construções correlatas	20,76%	24,18%	26,44%
Construção e manutenção de estações e redes de distribuição de energia elétrica	24,00%	25,84%	27,86%
Obras portuárias, marítimas e fluviais	22,80%	27,48%	30,95%

Portanto, adotando uma função de densidade de probabilidade, Normal(Média,(Amplitude dos Quartils)/2), para construção de edifícios:

$$CF_T = CD_T * (1 + BDI)$$

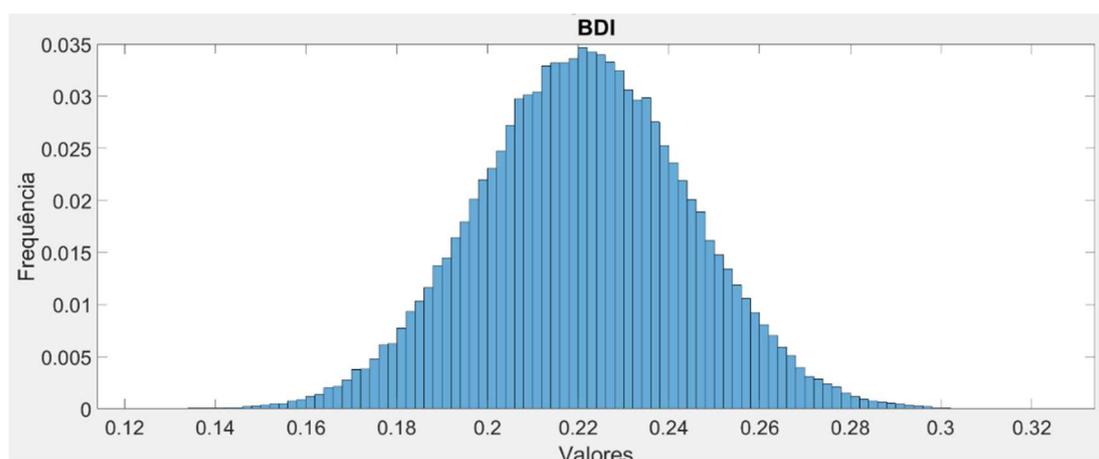


Figura 3 - Função de densidade de probabilidade para o BDI

4.6. Despesas adicionais

Além dos custos relacionados a construção do projeto hipotético precisamos considerar os custos adicionais como:

- Marketing e Publicidade: 0,5%*Orçamento;

$$MrkPub = 0,5\% * CF_T$$

- Corretagem: 5%*Receitas Totais;

$$Ccor = 5\% * Receitas Totais$$

- Incorporação: 0,18%*Orçamento;

$$Incorp = 0,18\% * CF_T$$

Como são medidas que dependem da CF_T , as despesas adicionais se comportam indiretamente como uma variável aleatória.

- Impostos:

O projeto hipotético considerado foi a construção de um conjunto residencial do tipo minha casa verde e amarela. Portanto a tributação deve se adequar ao projeto, sendo assim:

$$\text{Impostos}_{RET} = 4\% * \text{Receitas totais}$$

$$\text{Impostos}_{ISS} = 5\% * \text{Receitas totais}$$

4.7. Margem de Lucro

A margem de lucro ao se tratar de simulações através do método Involutivo dinâmico, perde o interesse, uma vez que, a lucratividade será calculada através do fluxo. No entanto, pode ser calculada de acordo com:

$$\text{Margem de Lucro} = \text{Valor total da Venda} - \text{Custos Totais}$$

Que pode também ser calculada em forma percentual:

$$\text{Lucro percentual} = \frac{\text{Margem de Lucro}}{\text{Receitas Totais}}$$

4.8. Prazos

Em relação aos prazos, os mesmos foram definidos através do método PERT (*Program Evaluation and Review Technique*). Admitindo cronogramas distintos para duração da construção e vendas das unidades, sendo assim:

$$PERT = \frac{1 * \text{Pessimista} + 4 * \text{Mais Provável} + 1 * \text{Otimista}}{6}$$

Onde:

Pessimista = 30 meses;

Mais Provável = 21 meses;

Otimista = 18 meses;

$$PERT = \frac{1 * 30 + 4 * 21 + 1 * 18}{6} = 22 \text{ meses}$$

$$\text{Desvio Padrão} = \frac{\text{Otimista} - \text{Pessimista}}{6}$$

$$\text{Desvio Padrão} = \frac{30 - 18}{6} = 2 \text{ meses}$$

Sendo assim, inserindo num contexto estocástico: para a duração da obra foi adotado a distribuição de Poisson, na qual é representada por uma taxa definida como a razão entre a amplitude (equivalente a dois desvios padrões) e o PERT.

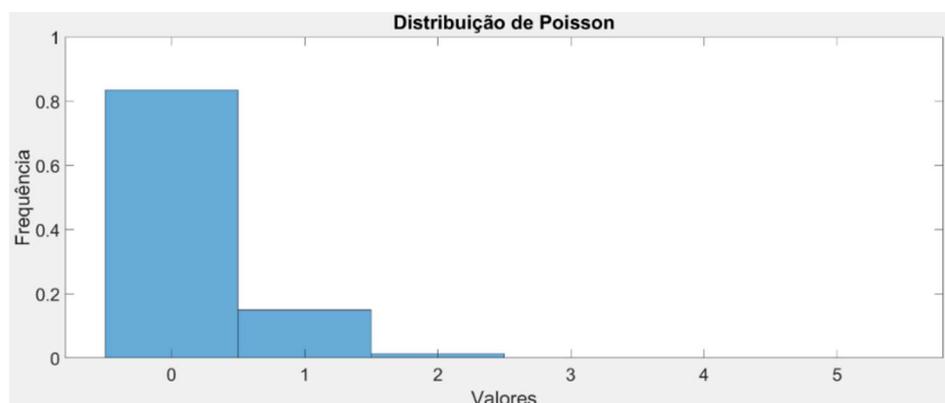


Figura 4 - Função de distribuição de probabilidade para o prazo da obra.

Em conjunto, foi adotado uma distribuição de Bernoulli, assumindo a probabilidade Sim-Não para representar o atraso ou avanço da obra. Sendo assim:

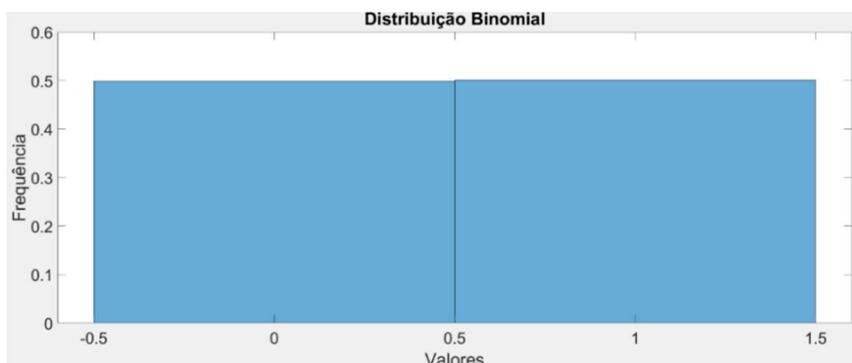


Figura 5 - Função de distribuição de probabilidade para o representar avanço ou atraso da obra.

Resultando em:

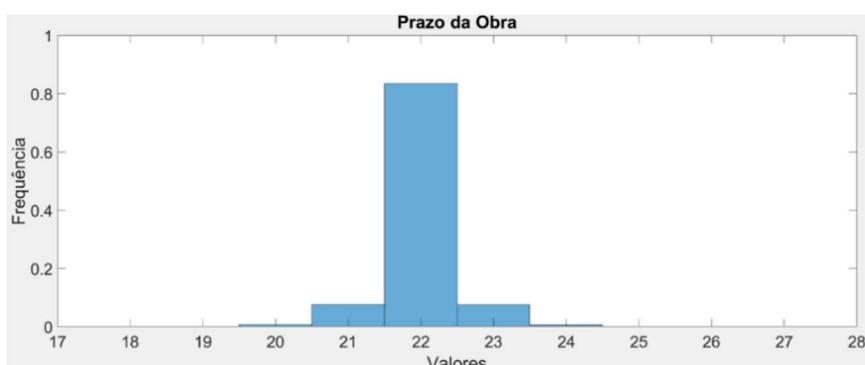


Figura 6 - Resultado da simulação do cronograma da obra.

De maneira análoga, o prazo das vendas das unidades segue o mesmo raciocínio:

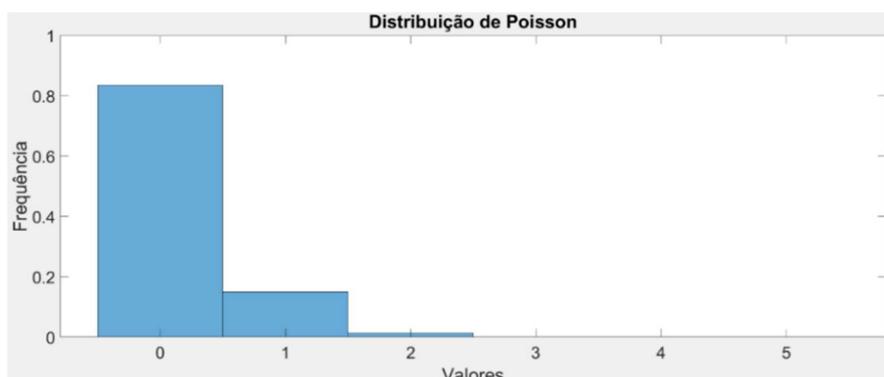


Figura 7 - Função de distribuição de probabilidade para o prazo das vendas.

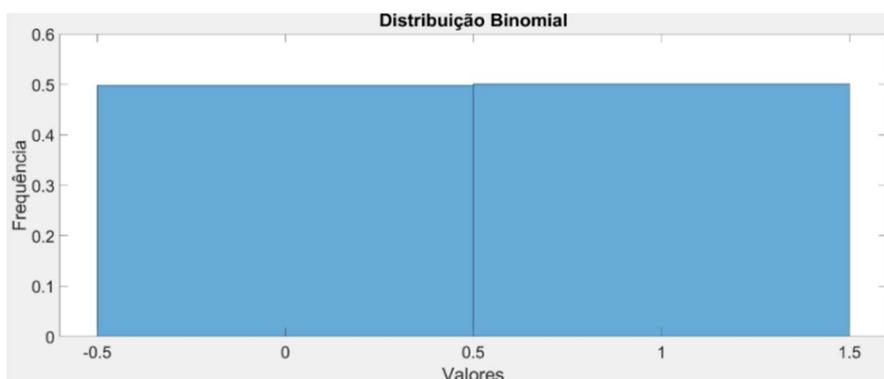


Figura 8 - Função de distribuição de probabilidade para o representar avanço ou atraso nas vendas.

Resultando em:



Figura 9 - Resultado da simulação do cronograma da obra.

4.9. Taxas

4.9.1. Taxa Mínima de Atratividade

Na estimativa da taxa de desconto a ser utilizada no fluxo de caixa, foi utilizado o CAPM com a consideração de ser uma empresa de capital fechado inserida no mercado imobiliário e construção civil. Sendo assim, uma pesquisa da rentabilidade do mercado foi realizada, no entanto, devido ao período totalmente atípico de recessão econômica causado pela pandemia e as decisões de combatê-la, a pesquisa limitou-se apenas do ano de 2020 a 2022, sendo apresentado os resultados nas tabelas 10, 11 e 12.

Tabela 10 - variação da taxa Selic anual

variação da taxa selic mensal de 2020 a 2022	
jan/20	0.38%
fev/20	0.29%
mar/20	0.34%
abr/20	0.28%
mai/20	0.24%
jun/20	0.21%
jul/20	0.19%
ago/20	0.16%
set/20	0.16%
out/20	0.16%
nov/20	0.15%
dez/20	0.16%
jan/21	0.15%
fev/21	0.13%
mar/21	0.20%
abr/21	0.21%
mai/21	0.27%
jun/21	0.31%
jul/21	0.36%
ago/21	0.43%
set/21	0.44%
out/21	0.49%
nov/21	0.59%
dez/21	0.77%
jan/22	0.73%
fev/22	0.76%
mar/22	0.93%
abr/22	0.83%
media=	0.37%

Tabela 11 - variação da Ibovespa anual

variação ibovespa mensal de 2020 a 2022	
jan/20	-1.63%
fev/20	-8.43%
mar/20	-29.90%
abr/20	10.25%
mai/20	8.57%
jun/20	8.76%
jul/20	8.27%
ago/20	-3.44%
set/20	-4.80%
out/20	-0.69%
nov/20	15.90%
dez/20	9.30%
jan/21	-3.32%
fev/21	-4.37%
mar/21	6.00%
abr/21	1.94%
mai/21	6.16%
jun/21	0.46%
jul/21	-3.94%
ago/21	-2.48%
set/21	-6.57%
out/21	-6.74%
nov/21	-1.53%
dez/21	2.85%
jan/22	6.98%
fev/22	0.89%
mar/22	6.06%
abr/22	-10.10%
media=	0.16%

Tabela 12 - variação das ações de empresas do ramo da construção civil

variação das ações de empresas do ramo imobiliário e de construção civil						
ano 2020	cyrela	brasil brokers	tecnisa	gafisa	Mrv	media
jan/20	7.11%	-19.83%	0.00%	-6.11%	-3.16%	-4.40%
fev/20	-6.19%	-20.08%	-18.03%	-15.48%	-6.61%	-13.28%
mar/20	-52.63%	-55.56%	-50.67%	-44.77%	-37.20%	-48.17%
abr/20	12.60%	42.86%	5.41%	2.63%	23.77%	17.45%
mai/20	6.54%	-8.33%	-3.85%	8.21%	0.13%	0.54%
jun/20	34.81%	6.82%	68.13%	42.18%	18.66%	34.12%
jul/20	21.18%	-2.98%	-9.36%	-3.33%	6.33%	2.37%
ago/20	-12.07%	-25.00%	-1.92%	-5.55%	-6.11%	-10.13%
set/20	-3.61%	1.75%	-16.41%	-12.53%	-10.46%	-8.25%
out/20	-1.94%	-16.09%	-15.58%	-12.01%	6.76%	-7.77%
nov/20	18.74%	28.08%	19.22%	11.55%	12.34%	17.99%
dez/20	14.58%	17.65%	5.94%	2.35%	0.11%	8.13%
jan/21	-13.06%	-6.82%	-13.41%	4.14%	1.31%	-5.57%
fev/21	-3.24%	-8.78%	-11.45%	1.55%	-11.47%	-6.68%
mar/21	-0.60%	-7.49%	-4.44%	0%	8.20%	-0.87%
abr/21	-4.54%	13.87%	12.02%	-0.87%	-4.67%	3.16%
mai/21	1.57%	-12.18%	-8.05%	-4.61%	0.23%	-4.61%
jun/21	-2.34%	55.49%	11.67%	2.30%	-6.10%	12.20%
jul/21	-10.67%	-16.36%	-16.27%	-15.51%	-12.19%	-14.20%
ago/21	-3.02%	-4.44%	-17.45%	-18.09%	-4.53%	-9.51%
set/21	-10.98%	-23.26%	-13.75%	-16.23%	-10.23%	-14.89%
out/21	-21.72%	-16.36%	-27.29%	-22.09%	-17.41%	-20.97%
nov/21	-3.48%	-23.19%	-4.93%	1.49%	9.26%	-4.17%
dez/21	16.03%	3.77%	4.03%	-1.47%	8.21%	6.11%
jan/22	10.77%	27.27%	0%	1.49%	11.75%	10.26%
fev/22	-13.16%	-28.57%	-3.05%	-13.24%	-10.89%	-13.78%
mar/22	15.22%	8.00%	-6.57%	10.73%	7.53%	6.98%
abr/22	-19.10%	-14.81%	-7.95%	-19.90%	-19.69%	-16.29%

Assim, observa-se que, fazendo uma comparação com a variação da taxa Selic e a variação do índice da Ibovespa verifica-se que, enquanto a variação da Selic permaneceu com uma média de 0,37%, com pequenas variações, sendo a máxima de 0,93% e a mínima de 0,13%, mantendo-se positiva no período observado. A Ibovespa, com média de 0,16%, variou bastante, obtendo uma máxima de 15,90% em novembro de 2020 e a mínima de -29,90% no mês de março de 2020.

Então, como taxa livre de risco (R_F), foi utilizada a taxa Selic acumulada no período de 2020 a 2022, sendo igual a 10,84% *a. a.* e 0,368% *a. m.*.

No cálculo do β , como a empresa foi considerada como sendo de capital fechado. Foi calculado um beta representativo para o setor da construção civil/imobiliário baseado na média das variações dos preços das ações de cinco empresas de capital aberto apresentada na tabela 12. Sendo assim, através do ajuste de uma reta através da regressão linear obtêm-se:

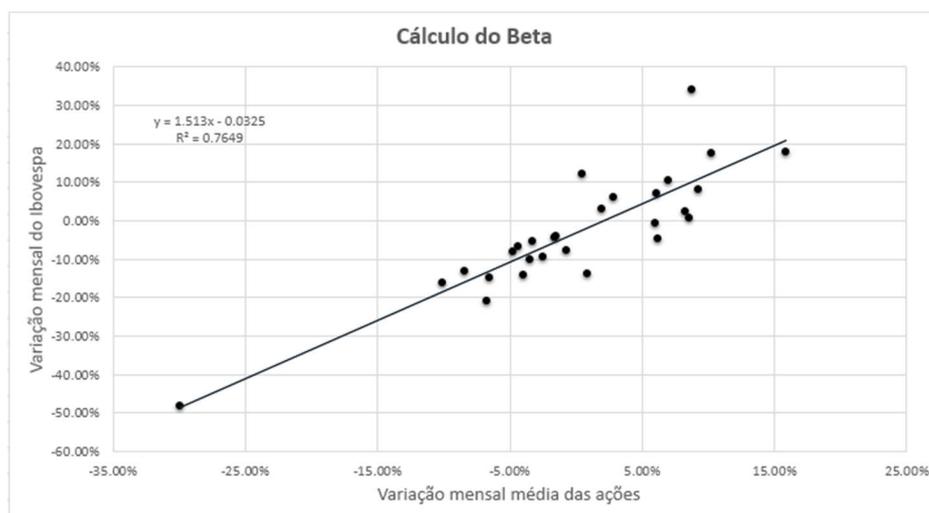


Figura 10 - Ajuste do β em relação à variação da Ibovespa e das médias das ações de empresas do setor da construção ($\beta = 1,5130$)

Com a ilustração da equação da reta pela figura 10, fica fácil de identificar o valor do β , já que, o mesmo é representado pela inclinação da reta, então $\beta = 1,5130$.

Na estimativa do prêmio de risco do mercado, $(R_M - R_F)$, calculou-se a diferença entre as médias aritméticas das variações da rentabilidade da Ibovespa e a Selic, obtendo-se valores negativos. Externando a ideia de que, é mais vantajoso investir-se em títulos públicos do que no mercado, não valendo a pena correr riscos com investimentos imobiliários. No entanto, adotar-se um prêmio de risco de mercado negativo seria um erro, pois, considerando a conjuntura que o mercado se encontra, ao adotar um prêmio de risco de mercado negativo, tornaria o modelo inválido ao produzir uma taxa de desconto excessivamente baixa. Sendo assim, foi adotado o procedimento recomendado por Damodaran, na seção 2.1. Obtêm-se então:

- Classificação de Risco do Brasil é Ba2, segundo Damodaran a média dos spread do CDS dos países com essa classificação é de 2,56%, adicionando o prêmio de risco do país, o spread fica em 2,97%;
- O índice de volatilidade relativa para países emergentes é de 1,16;
- Risco do mercado americano é de 4,24%.

$$(R_M - R_F) = 2,97\% + 4,24\% = 7,21\% a. a. = 0,5818\% a. m.$$

Sendo assim, para o cálculo do custo próprio de capital:

$$R_E = 0,368\% + 1,5130 * 0,5818\% = 1,249\% a. m.$$

4.9.2. Taxa de Valorização imobiliária

Na taxa de valorização imobiliária, indexada às unidades a serem vendidas do projeto hipotético, foi considerada a média da variação mensal do ifix, uma vez que o mesmo é o índice de referência para fundos imobiliários no mercado de capitais que fornece ao investidor o desempenho dos mesmos em um determinado intervalo de tempo. Sendo assim:

Tabela 13 e Figura 11 - variação do ifix mensal

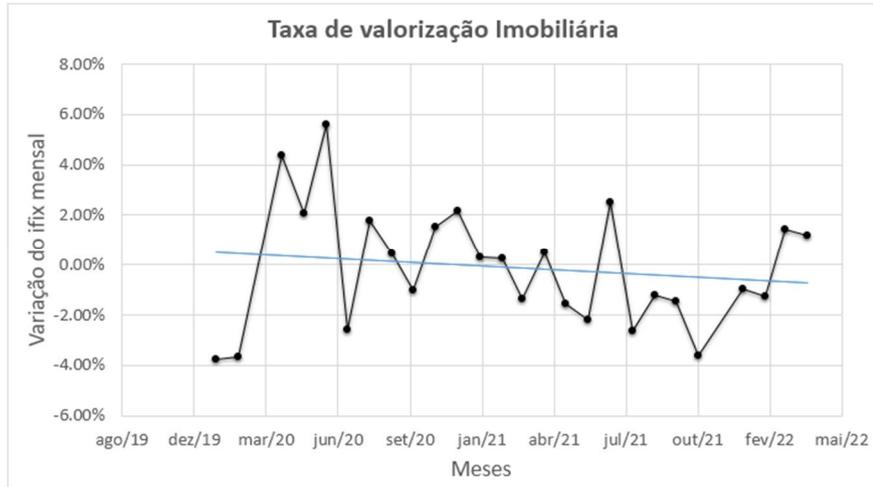
taxa de valorização Imobiliária (variação mensal do ifix em %)	
jan/20	-3.76%
fev/20	-3.69%
mar/20	-15.85%
abr/20	4.39%
mai/20	2.08%
jun/20	5.59%
jul/20	-2.61%
ago/20	1.79%
set/20	0.46%
out/20	-1.01%
nov/20	1.51%
dez/20	2.19%
jan/21	0.32%
fev/21	0.25%
mar/21	-1.38%
abr/21	0.51%
mai/21	-1.56%
jun/21	-2.19%
jul/21	2.51%
ago/21	-2.63%
set/21	-1.24%
out/21	-1.47%
nov/21	-3.64%
dez/21	8.78%
jan/22	-0.99%
fev/22	-1.29%
mar/22	1.42%
abr/22	1.19%
Média=	-0.37%



No entanto, ao traçar uma reta de ajuste, verificamos algumas inconsistências, como a presença de outliers. Ao retirar os dados influenciadores, obtêm-se:

Tabela 14 e Figura 12 - variação do ifix mensal com os dados tratados.

taxa de valorização Imobiliária (variação mensal do ifix em %)	
jan/20	-3.76%
fev/20	-3.69%
abr/20	4.39%
mai/20	2.08%
jun/20	5.59%
jul/20	-2.61%
ago/20	1.79%
set/20	0.46%
out/20	-1.01%
nov/20	1.51%
dez/20	2.19%
jan/21	0.32%
fev/21	0.25%
mar/21	-1.38%
abr/21	0.51%
mai/21	-1.56%
jun/21	-2.19%
jul/21	2.51%
ago/21	-2.63%
set/21	-1.24%
out/21	-1.47%
nov/21	-3.64%
jan/22	-0.99%
fev/22	-1.29%
mar/22	1.42%
abr/22	1.19%
Média=	-0.13%



Obtendo um valor médio, $-0,13\%$, do ifix consistente com a reta de ajuste aos dados tratados.

4.9.3. Taxa de Juros do Capital Investido

Como a estimativa do capital a ser investido na produção do projeto hipotético se manteve apenas na utilização do CUB, projeto padrão PIS da SINDUSCON, a taxa de juros adotada para o capital investido foi a média da variação mensal do CUB. Sendo assim:

Tabela 15 e Figura 13 - variação do CUB mensal.

taxa de juros do capital investido (variação mensal do CUB em %)	
jan/20	0.07%
fev/20	0.22%
mar/20	0.69%
abr/20	0.02%
mai/20	0.23%
jun/20	1.45%
jul/20	0.30%
ago/20	0.94%
set/20	0.29%
out/20	0.38%
nov/20	1.73%
dez/20	1.06%
jan/21	2.09%
fev/21	1.72%
mar/21	1.97%
abr/21	0.77%
mai/21	2.70%
jun/21	3.68%
jul/21	0.80%
ago/21	0.40%
set/21	-0.94%
out/21	0.20%
nov/21	0.48%
dez/21	-0.58%
jan/22	0.61%
fev/22	-0.02%
mar/22	1.63%
abr/22	0.97%
Média=	0.85%



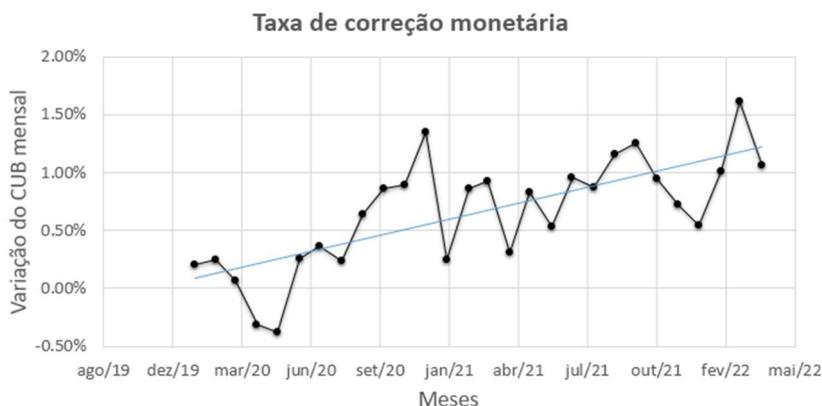
Como o valor da média obtida foi consistente com a reta de ajuste dos dados, não encontramos nenhuma inconsistência, portanto adotamos 0,85% como taxa de juros do capital investido.

4.9.4. Taxa de Correção Monetária

Nas despesas que não estão inseridas diretamente na produção da obra, adotamos como taxa de correção o própria IPCA, adotando assim, a média dos valores mensais no período considerado.

Tabela 16 e Figura 14 - variação do IPCA mensal.

taxa de correção monetária (variação mensal do ipca em %)	
jan/20	0.21%
fev/20	0.25%
mar/20	0.07%
abr/20	-0.31%
mai/20	-0.38%
jun/20	0.26%
jul/20	0.36%
ago/20	0.24%
set/20	0.64%
out/20	0.86%
nov/20	0.89%
dez/20	1.35%
jan/21	0.25%
fev/21	0.86%
mar/21	0.93%
abr/21	0.31%
mai/21	0.83%
jun/21	0.53%
jul/21	0.96%
ago/21	0.87%
set/21	1.16%
out/21	1.25%
nov/21	0.95%
dez/21	0.73%
jan/22	0.54%
fev/22	1.01%
mar/22	1.62%
abr/22	1.06%
Média=	0.65%



Como o valor da média, 0,65%, é consistente com a reta de ajuste, adotamos a média do ipca no período considerando como taxa de correção monetária para as despesas não consideradas no CUB.

4.10. Modelo

A modelagem foi realizada de maneira que a representação de entradas e saídas de caixa fosse de fácil visualização, facilitando a obtenção do principal indicador de qualidade do projeto como o valor presente líquido (VPL).

Na simulação do modelo foi utilizado todas as premissas indicadas nas seções 4.1 a 4.9. Na seção 4.10, será indicado as premissas da simulação de Monte Carlo.

4.10.1. Simulação de Monte Carlo

Na simulação dos cenários, foi utilizado o MATLAB. No caso, foram realizadas 100.000 diferentes cenários, entretanto, foi analisado os resultados obtidos para 100, 1.000, 10.000 e 100.000 simulações.

Nas funções de densidades de probabilidade, além daquelas indicadas nas seções 4.1 a 4.9, foi adotada em quatro situações:

- Foi adotado uma função de densidade de probabilidade Normal, representada por um valor médio e em desvio padrão associado a quantidade total de unidades vendidas. No caso, adotou-se como média e desvio padrão, uma quantidade de 80% e 5% das unidades vendidas, respectivamente.

- Em relação a probabilidade de ocorrência do evento: porcentagem da receita total recebida no período, adotou-se como uma função de densidade de probabilidade exponencial, representada por uma taxa na qual é definida com a razão entre a duração das vendas das unidades do projeto e quantidade total de unidades a ser vendida. Sendo assim, uma taxa variável, já que do item anterior, a quantidade total de unidades a ser vendida pode variar.

- Em relação às saídas de caixa, adotou-se uma função de densidade de probabilidade exponencial representando as saídas de custos mensais com a construção da obra e despesas indexadas a mesma. Sendo adotada a taxa como a razão entre a duração da construção das unidades do projeto e quantidade total de unidades.

- Adotou-se uma função de densidade de probabilidade LogNormal para a taxa mínima de atratividade, sendo a média a taxa encontrada pelo CAPM e o desvio padrão o erro padrão obtido pela modelagem da reta da inferência.

Por fim, procurou-se obter uma função de densidade de probabilidade para o valor presente líquido, de forma que representasse toda as incertezas e riscos da execução do projeto. A escolha das p.d.f.'s e os resultados obtidos para o VPL encontram-se nas figuras 15, 16, 17 e 18.

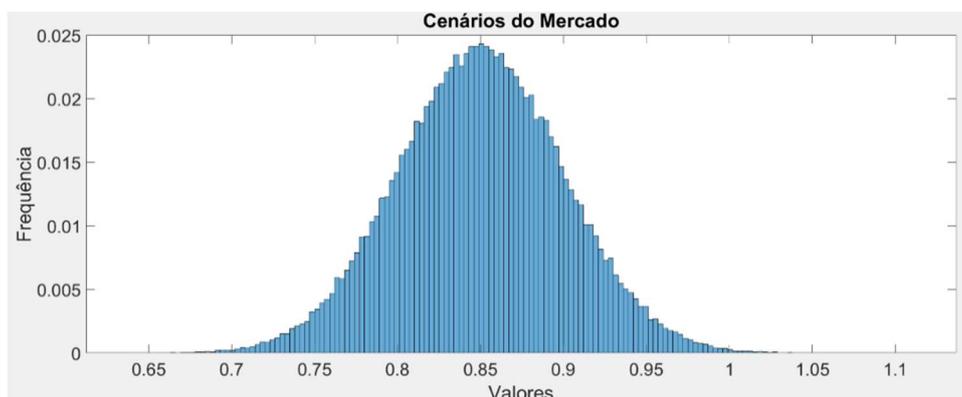


Figura 15 - P.d.f. associada a quantidade total de unidades a ser vendida.

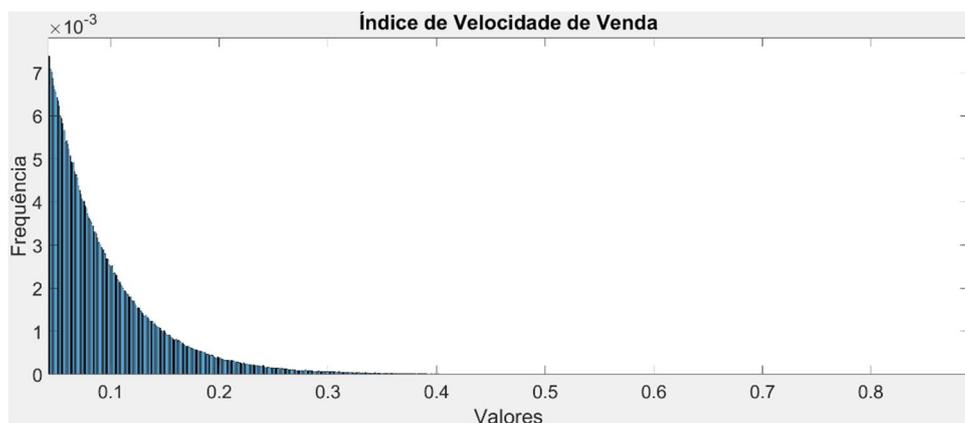


Figura 16 - P.d.f. associada ocorrência do evento: venda de uma unidade em porcentagem da receita total.

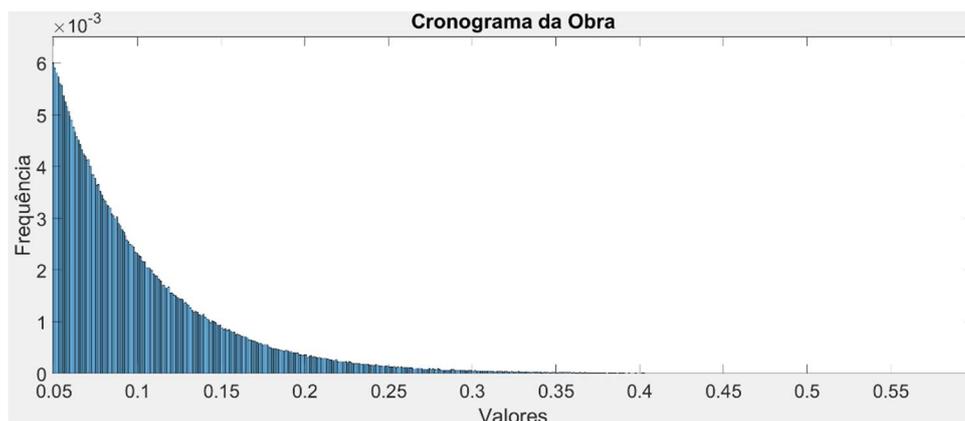


Figura 17 - P.d.f. associada às saídas de caixa mensais.

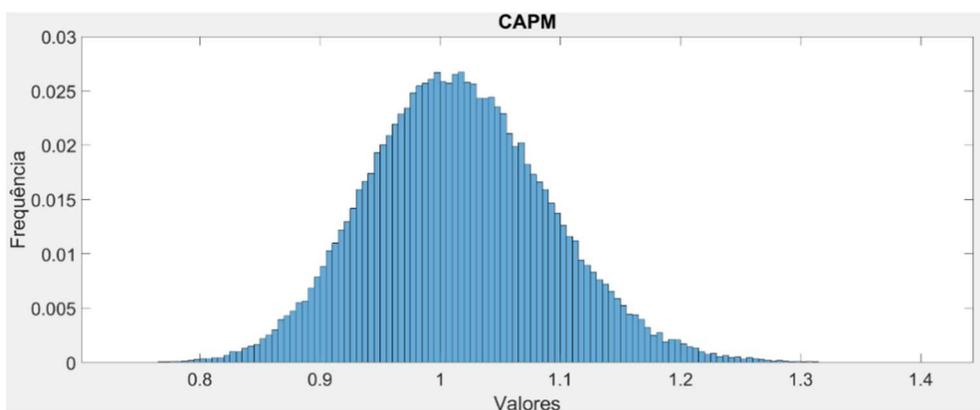


Figura 18 - P.d.f. associada a taxa mínima de atratividade com o CAPM de média e o CV no desvio padrão.

5. RESULTADOS

Examinando os resultados obtidos das simulações realizadas com MATLAB. Pode-se concluir que:

Considerando a simulação com 100 cenários, obteve-se:

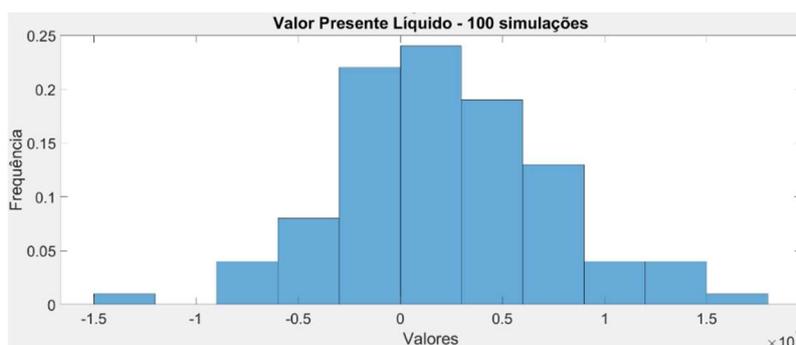


Figura 19 - P.d.f. associada ao VPL

Da figura 19, pode-se informar que:

- Com uma confiança de 80% o valor do VPL encontra-se entre $-R\$1.453.080,01$ e $R\$6.303.979,37$.
- O valor médio para o VPL é de: $R\$2.144.129,08$;
- O valor mediano para o VPL é de: $R\$1.575.284,29$;
- O valor modal não foi possível determinar, indicando que mesmo após 100 cenários não houve a duplicidade de algum cenário.
- O desvio padrão para o VPL é de: $R\$5.142.812,04$;
- A variância para o VPL é de: $R\$26.448.515.696.454,26$;
- A Assimetria para o VPL é de: 0,239;
- A Curtose para o VPL é de: 3,452;
- O Coeficiente de Variação é de: 2,399.

Considerando a simulação com 1.000 cenários, obteve-se:

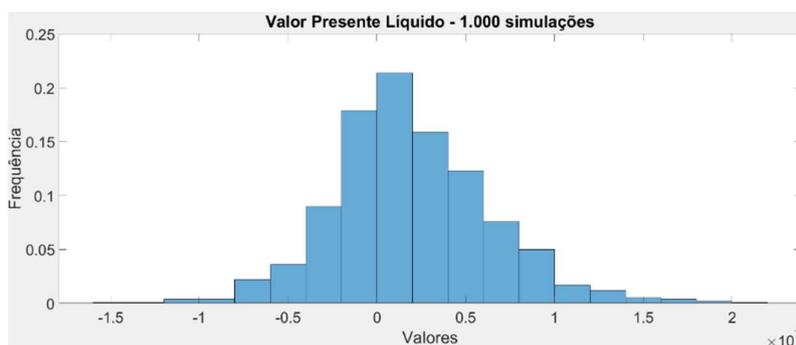


Figura 20 - P.d.f. associada ao VPL

Da figura 20, pode-se informar que:

- Com uma confiança de 80% o valor do VPL encontra-se entre $-R\$1.251.937,48$ e $R\$5.333.687,89$.
- O valor médio para o VPL é de: $R\$1.968.185,78$;
- O valor mediano para o VPL é de: $R\$1.565.338,96$;
- O valor modal não foi possível determinar, indicando que mesmo após 1.000 cenários não houve a duplicidade de algum cenário.
- O desvio padrão para o VPL é de: $R\$4.498.673,99$;
- A variância para o VPL é de: $R\$20.238.067.659.350,24$;
- A Assimetria para o VPL é de: 0,391;
- A Curtose para o VPL é de: 4,213;
- O Coeficiente de Variação é de: 2,286.

Considerando a simulação com 10.000 cenários, obteve-se:

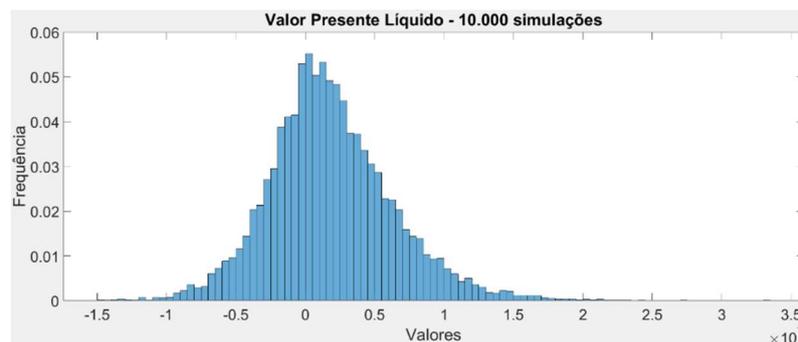


Figura 21 - P.d.f. associada ao VPL

Da figura 21, pode-se informar que:

- Com uma confiança de 80% o valor do VPL encontra-se entre $-R\$1.635.877,99$ e $R\$5.209.831,89$.
- O valor médio para o VPL é de: $R\$1.830.259,76$;
- O valor mediano para o VPL é de: $R\$1.442.533,63$;
- O valor modal não foi possível determinar, indicando que mesmo após 10.000 cenários não houve a duplicidade de algum cenário.
- O desvio padrão para o VPL é de: $R\$4.504.941,74$;
- A variância para o VPL é de: $R\$20.294.500.109.186,25$;
- A Assimetria para o VPL é de: 0,514;
- A Curtose para o VPL é de: 4,352;
- O Coeficiente de Variação é de: 2,461.

Considerando a simulação com 100.000 cenários, obteve-se:

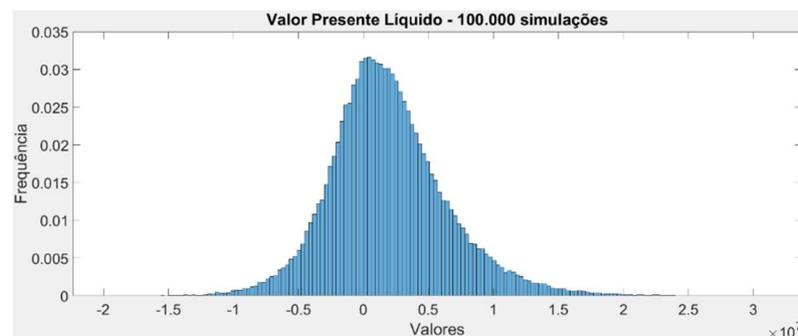


Figura 22 - P.d.f. associada ao VPL

Da figura 22, pode-se informar que:

- Com uma confiança de 80% o valor do VPL encontra-se entre $-R\$1.532.457,46$ e $R\$5.213.026,76$.
- O valor médio para o VPL é de: $R\$1.925.097,86$;
- O valor mediano para o VPL é de: $R\$1.531.229,23$;

- O valor modal não foi possível determinar, indicando que mesmo após 100.000 cenários não houve a duplicidade de algum cenário.
- O desvio padrão para o VPL é de: R\$4.503.293,56;
- A variância para o VPL é de: R\$20.279.652.877.367,52;
- A Assimetria para o VPL é de: 0,554;
- A Curtose para o VPL é de: 4,409;
- O Coeficiente de Variação é de: 2,339.

6. CONCLUSÕES

Conforme o esperado, a realização de Simulações de Monte Carlo para diversos cenários com o objetivo de determinar o valor de um bem imóvel através do método Involutivo fornece uma quantidade de informações bem mais detalhada do que os métodos usuais que consideram uma única realização da simulação.

No entanto, uma atenção especial deve ser dada à estacionariedade dos momentos que definem uma função de densidade de probabilidade. Nas simulações realizadas, observamos que a variabilidade do valor médio foi, relativamente, aceitável. Porém, a variabilidade dos valores obtidos do desvio padrão e/ou variância, a assimetria e a curtose foram bem elevadas, indicando que 100 ou 1.000 simulações seriam insuficientes para uma boa representação do problema em estudo, uma vez que, a realização de 100.000 diferentes de cenários apresenta uma função de densidade de probabilidade bem mais completa para o valor presente líquido.

Recomenda-se para trabalhos futuros a modelagem estocástica das taxas na seção 4.9, observando suas correlações, para capturar possíveis flutuações envolvidas no mercado. Além disso, considerar uma empresa de capital aberto na estimativa da TMA e outros regimes de lucratividade para incidência de impostos.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 14653-1**: Avaliação de Bens - Parte 1: Procedimentos Gerais. Rio de Janeiro, 2016.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 14653-2**: Avaliação de Bens - Parte 2: Imóveis Urbanos. Rio de Janeiro, 2011.

BREALEY, R.; MYERS, S.; ALLEN, F. **Princípios de Finanças Corporativas**. 10ª ed. Porto Alegre: Bookman, 2016.

CATTY, J. P. IFRS: **Guia de Aplicação do Valor Justo**. Porto Alegre: Bookman, 2012.

DAMODARAN, A. **Country Default Spreads and Risk Premiums**. 2016. Disponível em: <http://pages.stern.nyu.edu/~adamodar/>. Acesso em: 07 mai. 2023.

DAMODARAN, A. **Gestão Estratégica do Risco**: uma referência para a tomada de riscos empresariais. Porto Alegre: Bookman, 2008.

DAMODARAN, A. **Avaliação de Investimentos**: ferramentas e técnicas para a determinação do valor de qualquer ativo. 2ª ed. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2002.

DANTAS, R. A. **Engenharia de Avaliações**: uma introdução à metodologia científica. 3ª ed. São Paulo: Pini, 2012.

GUJARATI, D. N.; PORTER, D. C. **Econometria Básica**. 5ª ed. Porto Alegre: Bookman, 2011.