



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ  
CENTRO DE TECNOLOGIA  
CURSO ENGENHARIA CIVIL**

**JOÃO FELIPE ALVES BARROSO**

**ESTUDO DE VIABILIDADE ECONÔMICA DE UMA OBRA RESIDENCIAL  
APLICANDO ANÁLISE DE SENSIBILIDADE E SIMULAÇÃO DE CENÁRIOS**

**FORTALEZA**

**2017**

JOÃO FELIPE ALVES BARROSO

**ESTUDO DE VIABILIDADE ECONÔMICA DE UMA OBRA RESIDENCIAL  
APLICANDO ANÁLISE DE SENSIBILIDADE E SIMULAÇÃO DE CENÁRIOS**

Monografia apresentada ao Curso de Graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial à obtenção do título de Engenheiro Civil. Área de concentração: Investimentos e Custos.

Orientador: Prof. Dr. Maxweel Veras Rodrigues.

FORTALEZA

2017

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação  
Universidade Federal do Ceará  
Biblioteca Universitária  
Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

---

B285e Barroso, João Felipe Alves.

Estudo de viabilidade econômica de uma obra residencial aplicando análise de sensibilidade e simulação de cenários / João Felipe Alves Barroso. – 2017.  
60 f. : il. color.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Tecnologia, Curso de Engenharia Civil, Fortaleza, 2017.

Orientação: Prof. Dr. Maxweel Veras Rodrigues. .

Coorientação: Profa. Dra. Marisete Dantas de Aquino.

1. Investimentos e Custos. 2. Análise de Sensibilidade. 3. Viabilidade Econômica. 4. Construção Civil.  
I. Título.

CDD 620

---

JOÃO FELIPE ALVES BARROSO

**ESTUDO DE VIABILIDADE ECONÔMICA DE UMA OBRA RESIDENCIAL  
APLICANDO ANÁLISE DE SENSIBILIDADE E SIMULAÇÃO DE CENÁRIOS**

Monografia apresentada ao Curso de Graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial à obtenção do título de Engenheiro Civil. Área de concentração: Investimentos e Custos.

Aprovada em: 05/12/2017.

**BANCA EXAMINADORA**

---

Prof. Dr. Maxweel Veras Rodrigues (Orientador)  
Universidade Federal do Ceará (UFC)

---

Profa. Dra. Marisete Dantas de Aquino  
Universidade Federal do Ceará (UFC)

---

Prof. Dr. Raimundo Oliveira de Sousa  
Universidade Federal do Ceará (UFC)

À Deus.

Aos meus pais, irmãos, amigos e namorada,  
por estarem ao meu lado.

## AGRADECIMENTOS

A DEUS, toda honra, glória e louvor, pois todas as coisas provém Dele, nunca será pela minha força, mas pela mão do Senhor.

A minha mãe, Francisca, pelo amor, trabalho, confiança e conselhos dedicados a mim.

Ao meu pai, João, que me apoiou e me ensinou muito sobre a vida.

Ao meu padrasto, Alexandre, por acreditar em mim e se fazer presente.

Aos meus irmãos, Hellen e Pedro, que sabem de todo o caminho que trilhei para chegar aqui, por me motivarem a continuar.

A minha namorada, Mariana, pelo amor a mim compreendido nos momentos de angústia, por toda sua paciência e compreensão. Agradeço com carinho a minha sogra Henriqueta, pelas orientações, diálogos, favores e disponibilidade sempre.

A todos os meus familiares que em algum momento me ajudaram e colaboraram para a finalização da minha graduação. Em especial a minha Tia Nacisa, por ser tão simples em sua grande sabedoria.

Aos meus amigos Thiago Dutra, Camila Fontenele, Lucilene Bezerra, que fizeram e fazem parte dos momentos importantes da minha vida.

Aos meus pastores da Igreja Batista El-Betel, lugar onde posso chamar de casa e me sentir como membro do corpo de Cristo.

Ao Prof. Dr. Maxweel Veras Rodrigues, por toda paciência, conhecimentos e orientação a mim cedida.

A todos os meus amigos que a graduação em Engenharia Civil me trouxe. Em especial aqueles que compartilharam comigo seus conhecimentos, suas famílias e muito trabalho: José Gabriel, Ícaro Eufrásio, Renan Teixeira e Victor Jucá.

Aos professores participantes da banca examinadora Marisete e Raimundo pelo tempo, pelas valiosas colaborações e sugestões.

Agradecer aqueles que de alguma forma contribuíram para a concretização desse momento.

“Pois qual de vós, pretendendo construir uma torre, não se assenta primeiro para calcular a despesa e verificar se tem os meios para concluir?” (Lucas 14:28)

## RESUMO

Este trabalho tem como foco a análise de investimentos dentro da construção civil, aplicado no caso real, de um empreendimento residencial. Essa análise está relacionada ao incerto fluxo de caixa intrínseco à variabilidade dos custos da obra e ao sistema de vendas do empreendimento analisado. Em virtude disso, as avaliações financeiras do investimento por meio de métodos de avaliações determinísticos como, TIR, VPL, CAE e *payback*, se tornam complexas e requerem a geração de cenários. Foram feitas as análises de viabilidades de forma determinísticas. Posteriormente o enfoque passou a ser na análise de sensibilidade e a geração de cenários simulando possíveis alterações nas variáveis ditas mais preponderantes na análise de sensibilidade e a partir daí se avaliar a viabilidade financeira do empreendimento. Por fim, a análise de investimento mostrou que o empreendimento tem grande potencial de retorno e remuneração do capital investido e que a análise realizada fomenta resultados importantes para tomada de decisão.

**Palavras-chave:** Análise de Sensibilidade. Viabilidade Econômica. Construção Civil.

## **ABSTRACT**

This work focuses on investment analysis within civil construction applied to a real case of a residential project. This analysis is related to the cash flow's uncertainty which is intrinsic to the variability of the construction costs and sales system of the analyzed enterprise. As a result, financial evaluations of an investment through deterministic evaluation methods such as IRR, NPV, CAE and payback become complex and require generation of different scenarios. Deterministic viability analysis were made. Subsequently, the focus was set on sensitivity analysis and generation of scenarios simulating possible changes in the variables most prevalent in the sensitivity analysis and, from that, if we evaluate the financial viability of the enterprise. Finally the investment analysis showed that the venture has great potential for return and remuneration of invested capital and that the analysis carried out promotes important results for decision making.

**Keywords:** Sensitivity Analysis. Economic viability. Construction.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1	– Fluxograma hierárquico das etapas da metodologia .....	22
Figura 2	– Perfil da TIR para projeto não simples da Tabela 2 .....	31
Figura 3	– Fluxograma hierárquico do empreendimento .....	39
Figura 4	– Análise de Sensibilidade .....	49
Figura 5	– Comparativo entre os cenários simulados .....	56

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Fluxo de Caixa para exemplificar o cálculo do VPL .....	19
Tabela 2 – Fluxo de Caixa para exemplificar cálculo da TIR não simples .....	22
Tabela 3 – Fluxo de Caixa para cálculo do <i>payback</i> .....	24
Tabela 4 – Áreas dos cômodos .....	38
Tabela 5 – Cronograma de Atividades do empreendimento .....	39
Tabela 6 – Orçamento de mão de obra .....	40
Tabela 7 – Parte do orçamento de material .....	40
Tabela 8 – Orçamento total do empreendimento .....	41
Tabela 9 – Fluxo de Caixa do empreendimento .....	42
Tabela 10 – Cálculo do VPL .....	44
Tabela 11 – Características dos cenários .....	50
Tabela 12 – Fluxo de Caixa do Cenário A .....	51
Tabela 13 – Fluxo de Caixa do Cenário B .....	52
Tabela 14 – Fluxo de Caixa do Cenário C .....	52
Tabela 15 – Fluxo de Caixa do Cenário D .....	53
Tabela 16 – Fluxo de Caixa do Cenário E .....	54
Tabela 17 – Fluxo de Caixa do Cenário F .....	55

## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO .....	13
1.1 Definição do problema .....	13
1.2 Objetivos.....	15
1.2.1 <i>Objetivo Geral</i> .....	15
1.2.2 <i>Objetivos Específicos</i> .....	15
1.2.3 <i>Estrutura do Trabalho</i> .....	16
2. MÉTODOS DE ANÁLISE DE INVESTIMENTO .....	17
2.1 Valor Presente Líquido (VPL) .....	17
2.2 Taxa Interna de Retorno (TIR).....	19
2.3 Custo Anual Equivalente (CAE).....	21
2.4 Payback.....	22
2.5 Considerações .....	23
3. ANÁLISE DE SENSIBILIDADE .....	25
3.1 Análise de Sensibilidade.....	25
3.2 Simulação de Cenários .....	26
3.3 Considerações .....	27
4. METODOLOGIA DO ESTUDO .....	28
4.1 Metodologia da pesquisa .....	28
4.2 Método proposto .....	29
4.2.1 <i>Etapa 1: Descrever o empreendimento em estudo.</i> .....	31
4.2.2 <i>Etapa 2: Montar o fluxo de caixa.</i> .....	32
4.2.3 <i>Etapa 3: Realizar o estudo de viabilidade determinístico.</i> .....	32
4.2.4 <i>Etapa 4: Escolher os métodos de análise de investimentos que serão usados nas simulações.</i> .....	33
4.2.5 <i>Etapa 5: Realizar a análise de sensibilidade.</i> .....	33
4.2.6 <i>Etapa 6: Definir as variáveis incertas.</i> .....	33
4.2.7 <i>Etapa 7: Gerar e simular os cenários.</i> .....	34
4.2.8 <i>Etapa 8: Análise dos resultados obtidos.</i> .....	34
5. APLICAÇÃO DO MÉTODO .....	36
5.1 Etapa 1: Descrever o empreendimento em estudo .....	36
5.2 Etapa 2: Montar o fluxo de caixa .....	39
5.3 Etapa 3: Realizar o estudo de viabilidade determinístico.....	42
5.3.1 <i>Cálculo do Valor Presente Líquido</i> .....	43

5.3.2 Cálculo da Taxa Interna de Retorno .....	43
5.3.3 Cálculo do Custo Anual Equivalente .....	44
5.3.4 Cálculo do payback.....	44
5.4 Etapa 4:Escolher os métodos de análise de investimentos que serão usados nas simulações .....	45
5.5 Etapa 5: Realizar a análise de sensibilidade. ....	46
5.6 Etapa 6: Definir as variáveis incertas.....	48
5.7 Etapa 7: Gerar e simular os cenários.....	50
5.8 Etapa 8: Análise dos resultados obtidos. ....	55
6. CONCLUSÕES .....	58
6.1 Conclusão .....	58
6.2 Sugestões para trabalhos futuros.....	59
REFERÊNCIAS .....	60

# 1. INTRODUÇÃO

## 1.1 Definição do problema

O controle, a análise, o dimensionamento e a simulação de custos e de futuros investimentos são pautas exacerbadamente discutidas nos mais diversos âmbitos socioeconômicos. O Brasil está inserido em um cenário de incertezas, inflações flutuantes, crise econômica e grandes concorrências, temas que são indispensáveis na busca da obtenção de maiores retornos financeiros, portanto, alerta-se para a minimização de custos, bem como a maximização das receitas, obtendo projetos com indicativos de destruição de valor próximos a zero.

A falta de planejamento orçamentário e inconsistência nos estudos de viabilidade, por vezes realizados sem levar em consideração aumento nos custos, melhores taxas de atratividade, variações no fluxo de caixa e fatores externos (mudanças socioeconômicas) inseridos na forma de riscos, levam o Brasil a ter uma série de empreendedores vendo suas obras se tornarem um local onde os custos só aumentam e acabam por sugar todos seus recursos, inviabilizando não só o término da obra, mas toda chance de retorno.

Esse estudo pretende demonstrar que ferramentas tradicionais em projetos de investimentos podem ser aplicadas a construção civil, fomentando a tomada de decisão de investidores, pois, mesmo que existam algumas incertezas atreladas ao empreendimento, estas poderão ser simuladas levando em conta casos extremamente desfavoráveis e pouco prováveis, como também os casos mais prováveis.

Consoante aos parágrafos anteriores e mais especificamente, pretende-se realizar a aplicação de métodos de análises de investimentos - valor presente líquido (VPL), taxa interna de retorno (TIR), custo anual equivalente (CAE), *payback* – e de simulação de cenários na construção civil, com o objetivo de demonstrar que essas ferramentas são imprescindíveis para tomadas de decisões, já que de posse desses resultados a empresa poderá avaliar se o projeto tem potencial de gerar retorno suficiente mediante o investido.

O estudo de viabilidade econômica aplicada à construção civil, com foco na análise de sensibilidade, vai de encontro a uma série de dificuldades encontradas pelos planejadores de empreendimentos construtivos visando vendas de imóvel (comercial ou

residencial), como imprevisibilidade do fluxo de caixa (intrínseco a quantidade de unidades vendidas ao longo do tempo) e aumento nos custos construtivos (variabilidade existente devido ao prazo de construção).

Para equacionar essa gama de incertezas associadas ao planejamento econômico de um empreendimento, citadas acima, será utilizada uma série de simulações de cenários possíveis de acontecer que irão expor um intervalo de valores referentes aos retornos daquele projeto.

Operacionalmente, este estudo se propõe analisar, com o auxílio de uma planilha eletrônica, quais variáveis mais contribuem com as incertezas dentro do projeto, efetivamente realizando a análise de sensibilidade.

Em seguida, objetiva-se possibilitar a avaliação do projeto, do ponto de vista financeiro, embutindo, nos fluxos de caixa, variações nos parâmetros das variáveis apontadas pela análise de sensibilidade. Essas variações podem ser interpretadas fisicamente como alterações no tempo construtivo, nos custos, no número de unidades vendidas em determinado momento, entre outras.

Por fim, será possível determinar quais seriam os cenários ótimos, prováveis e pessimistas do projeto, de acordo com os indicadores financeiros, fato imprescindível na tomada de decisão do empreendedor, pois se saberão não só quais imprevisibilidades afetam em demasiado o fluxo de caixa como também o quanto essas mudanças podem significar geração ou perda de valor para a empresa.

Levanta-se o seguinte questionamento: Como aplicar modelos tradicionais de análise de investimentos para avaliar a viabilidade econômica de um empreendimento de construção civil levando em conta a sensibilidade do projeto em relação a algumas variáveis incertas?

## **1.2 Objetivos**

### ***1.2.1 Objetivo Geral***

Desenvolver uma análise de investimento, por meio de indicadores financeiros, e usar simulação de cenários, com a finalidade de avaliar a viabilidade financeira do empreendimento embutindo algumas incertezas atreladas a algumas variáveis do fluxo de caixa. Chegando a condição de um cenário provável para um indicador preponderante, fomentando a tomada de decisão.

### ***1.2.2 Objetivos Específicos***

- Discutir, definir e estabelecer o Fluxo de Caixa provável para o empreendimento;
- Realizar o estudo de viabilidade econômica do projeto com base no Fluxo de Caixa estabelecido como provável e identificar quais os indicadores de viabilidade que melhor se adequam a esse projeto.
- Identificar quais variáveis exercem maior peso nos indicadores de viabilidade e demonstrar quais cenários podem ocorrer com essas variáveis;
- Implantar a simulação dos cenários para obter os possíveis valores do indicador escolhido, fomentando a escolha de investir ou não.

### ***1.2.3 Estrutura do Trabalho***

Este relato tem em seu corpo 6 capítulos definidos como Introdução, Métodos de Análise de Investimento, Análise de Sensibilidade, Metodologia do Estudo, Aplicação do Método e Conclusões. A Introdução, definida como primeiro capítulo, remete ao título do trabalho, trata do tema abordado, dos objetivos, do contexto geral a que está inserido esse estudo e da pergunta que pretende ser respondida.

Os dois capítulos seguintes, Métodos de Análise de Investimento e Análise de Sensibilidade, trazem todo material teórico no qual o trabalho se baseia. Estes itens são de fundamental importância no entendimento deste relato. Os segundo e terceiro capítulo, fomentam ao leitor conceitos sobre os principais temas abordados: TIR, VPL, CAE, *payback*, análise de sensibilidade e simulação.

Metodologia do Estudo, capítulo quarto, por sua vez, traz o passo a passo acerca das etapas do estudo. A mesma configura, resumidamente, um fluxograma com todos os pontos necessários para a obtenção dos resultados.

Quinto capítulo traz todo o esforço aqui aplicado na forma da realização das etapas pré-dispostas no método. Todos os cálculos e procedimentos de análise do empreendimento abordado são aqui explicitados. Planilhas e detalhes necessários na aplicação dos conceitos primários enaltecidos nos capítulos segundo e terceiro também se fazem presente.

Por fim, a conclusão traz um desfecho aos resultados obtidos, é o tópico onde há um resumo técnico de todo o trabalho, exibindo de pronto o resultado a que o trabalho chegou, respondendo à pergunta chave exibida no primeiro tópico da introdução.

## 2. MÉTODOS DE ANÁLISE DE INVESTIMENTO

Serão aqui enaltecidos todos os fundamentos básicos para a análise de investimentos que será realizada. Iniciar-se-á com a conceituação de VPL, seus pontos positivos e negativos, assim se fará com TIR, CAE e *payback*. Esses métodos de avaliação de investimentos são os mais reconhecidos e debatidos na literatura.

### 2.1 Valor Presente Líquido (VPL)

O VPL, método de avaliação que se configura na obtenção de um valor equivalente, foi apresentado pelo economista Irving Fisher em seu *The Rate of Interest* (1907). Neste trabalho foi apresentada a diferença entre o consumo imediato e consumos futuros, onde resultados futuros poderiam ser utilizados no presente descontados de uma taxa sobre os mesmos.

Casarotto (2008) relata que esse método é simples e consiste no encontro do valor presente de todos os custos e das receitas do projeto descontados utilizando uma taxa mínima de atratividade e adicionados do investimento inicial.

Segundo Gitman (2010), o VPL considera o valor do dinheiro no tempo, por tal explanação, ele diz que esta é uma técnica sofisticada de orçamento de capital, onde todas as técnicas desse tipo descontam de alguma maneira os fluxos de caixa a uma determinada taxa, dita, por vezes, custo de capital ou custo de oportunidade, que consiste no retorno mínimo para se manter indiferente o valor de mercado da empresa. Gitman (2010) levanta, ainda, outro ponto importante, que é o fato do fluxo de caixa ser medido em valores monetários atuais, tendo o VPL um resultado absoluto.

Por finalizar as definições de VPL, tomou-se uma explicitada por Laponni (2007, p 125) falando redundante e concisamente que, “De forma geral, as expressões do VPL mostram que o VPL é o resultado da soma algébrica do custo inicial e do presente dos retornos do projeto.”, equacionando, ainda segundo o autor, tem-se:

$$VPL = -I (\$) + \text{Presente dos Retornos} (\$) \quad (1)$$

Dito isto é válido disser que o método do VPL é largamente utilizado em análise de investimentos e possui um consenso entre os autores acerca de sua sofisticação e eficácia. Mais profundamente é válido se seguir comentando sobre a expressão do VPL, posto de uma taxa, de vários períodos e de possíveis retornos distintos.

$$VPL = -I + \frac{FC_1}{(1+k)^1} + \frac{FC_2}{(1+k)^2} + \dots + \frac{FC_n}{(1+k)^n} \quad (2)$$

Onde:

VPL = valor presente líquido;

I = investimento inicial;

$FC_n$  = fluxo de caixa do n-ésimo período;

k = taxa requerida

A equação do VPL reforça o fato de que este depende especificamente do custo inicial, da taxa requerida, dos retornos e suas datas, ou ainda, como resume Lapponi (p 131, 2007) “[...] o VPL é função da configuração do fluxo de caixa e da taxa requerida do projeto.”.

Para resumir e categorizar o uso do VPL irá se explorar um exemplo. No caso de uma construtora que pretende investir na construção de imóveis para a venda, o planejamento demonstrou o Fluxo de Caixa (antecipado – investimento no momento inicial) da Tabela 1.

Tabela 1 – Fluxo de Caixa para exemplificar o cálculo do VPL.

MESES	FC	MESES	FC
0	-R\$ 2.000.000,00	5	R\$ 1.600.000,00
1	-R\$ 500.000,00	6	R\$ 1.600.000,00
2	-R\$ 500.000,00	7	R\$ 1.600.000,00
3	-R\$ 500.000,00	8	R\$ 1.600.000,00
4	-R\$ 500.000,00	9	R\$ 1.600.000,00

Fonte: Autoria Própria, 2017

A taxa requerida que será empregada deve levar em conta a taxa mínima de atratividade, o risco inerente ao projeto e a inflação. Arbitrou-se uma taxa  $k = 12\%$  e se obteve a seguinte equação:

$$VPL = -2.000.000 + \frac{(-500.000)}{(1+0,12)^1} + \frac{(-500.000)}{(1+0,12)^2} + \dots + \frac{1.600.000}{(1+0,12)^9} = 146.766,04 \quad (3)$$

De acordo com o exposto, deve-se agora analisar o resultado encontrado, onde a tomada de decisão, aceitação/rejeição, do projeto se baseia em dois critérios básicos, segundo Gitman (2010):

- a) Se o VPL for maior que R\$ 0,00 o projeto deve ser aceito.
- b) Se o VPL for menor que R\$ 0,00 o projeto deve ser rejeitado.

Logicamente que esse método tem suas limitações, algumas expostas por Casarotto (2008) que demonstra a necessidade de tempos comuns de análise para comparação

de projetos distintos e evidência o fato deste método ser comumente utilizado para análise de projetos isolados. Gitman (2010) e Lapponi (2007) destacam não só a necessidade de determinação precoce da taxa requerida como também o fato do resultado da avaliação não se dá em uma medida relativa (taxa) baseado na aplicação.

Para findar este tópico serão enaltecidas as vantagens do método do VPL. Bruni (2012), que expressa à informação do método como um parecer, o aumento ou não do valor da empresa independente da vida do projeto, fala, ainda, que o mesmo considera tanto o risco, anexado a taxa requerida, como todos os fluxos de caixa envolvidos no processo. Silva (2009) diz irrepreensivelmente que “[...], o VPL ainda é o melhor método para avaliar projetos de investimentos de capital.”.

## 2.2 Taxa Interna de Retorno (TIR)

Silva (2012) define em seu livro, que a TIR se trata basicamente da taxa na qual são iguais o valor presente dos fluxos de entrada e saída de caixa com o investimento inicial, igualando o VPL a zero. Ainda para definir a TIR é válido afirmar, com base em Assaf Neto (2010), que este método nomeia a taxa que iguala a zero a soma das entradas, saídas e investimento inicial, em um determinado momento, como a rentabilidade de um projeto expressa em termos de taxa de juros composta equivalente periódica.

Como explicitado acima, a TIR é a taxa em que o VPL se configura como zero, ou seja, identifica a taxa máxima de agregação de valor para a empresa. A equação que permite o cálculo da TIR se dá pelo exposto a seguir:

$$VPL = -I + \frac{FC_1}{(1+TIR)^1} + \frac{FC_2}{(1+TIR)^2} + \dots + \frac{FC_n}{(1+TIR)^n} = 0 \quad (4)$$

Para continuar a definir a TIR, é válido destacar que esta depende da estrutura do fluxo de caixa do projeto, pois, algebricamente é necessário se encontrar as raízes de um polinômio de grau “n” para se determinar o valor da TIR, portanto, quando existe mais de uma inversão nos sinais do fluxo de caixa o projeto pode apresentar mais de uma TIR. Bruni (2012) classifica o projeto, a fim de facilitar o emprego e a utilização da TIR, em:

- a) Projeto simples: fluxo de caixa possui apenas uma mudança de sinal (-, +, +, ... , +).
- b) Projeto não simples: fluxo de caixa possui mais de uma mudança de sinal (-, +, -, ... , +).

Como já exposto a TIR é um método de avaliação que utiliza taxa (%), segundo Laponni (2007, p 169), “[...] no projeto do tipo simples há uma taxa de juro que anula o VPL do projeto, e essa taxa efetiva é denominada taxa interna de retorno TIR, que detecta, mas não mede, a criação de valor do projeto. “ Como observado na fala do autor citado a pouco, a TIR esta intrínseca ao VPL, Laponni (2007, p 171)

[...], com o aumento da taxa requerida, o VPL do projeto simples tende ao valor do custo inicial, pois o VPL é uma função decrescente da taxa requerida. Nesse intervalo a taxa que anula o VPL é denominada taxa interna de retorno TIR e é um ponto de reversão da decisão.

A fim de massificar o entendimento dos dois tipos de projetos e o emprego da TIR, seguem dois exemplos de projetos, um do tipo simples e outro não.

Partindo-se do fluxo de caixa apresentado na Tabela 1, pode-se dizer que o mesmo se apresenta como um projeto do tipo simples, tendo apenas uma mudança de sinal e apenas uma TIR:

$$VPL = -2.000.000 + \frac{(-500.000)}{(1+TIR)^1} + \frac{(-500.000)}{(1+TIR)^2} + \dots + \frac{1.600.000}{(1+TIR)^9} = 0 \quad (5)$$

$$TIR = 12,80\% \quad (6)$$

Trazendo outro fluxo de caixa, Tabela 2, para caracterizar não só o projeto do tipo não simples, como também a curva do VPL em função da TIR demonstrando que neste tipo de projeto pode ser observado dois valores para a TIR, fato já explicado neste tópico.

Tabela 2 – Fluxo de Caixa para exemplificar o cálculo da TIR não simples.

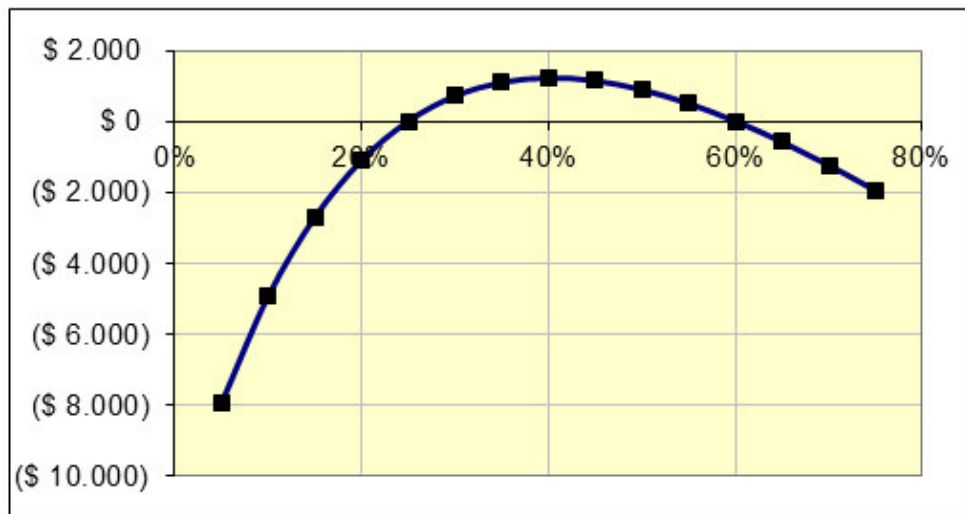
MESES	FC
0	-R\$ 80.000,00
1	-R\$ 228.000,00
2	-R\$ 160.000,00

Fonte: Autoria Própria, 2017.

Igualando a equação do VPL a zero para se determinar a TIR, chega-se a uma equação do segundo grau, neste caso, com duas raízes reais, expressas também na Figura 1.

$$VPL = -80.000 + \frac{(-228.000)}{(1+TIR)^1} + \frac{(-160.000)}{(1+TIR)^2} = 0 \quad (7)$$

Figura 1 – Perfil da TIR para projeto não simples da Tabela 2.



Fonte: Autoria Própria, 2017.

Por fim, assim como expressa Lapponi (2007), chega-se a conclusão que o método de escolha segundo a TIR só pode ser usado em projetos do tipo simples, já que esses garantem a existência de uma única TIR. Partindo desse ponto, passa-se a falar sobre o critério de aceitação segundo a TIR que, embasado em Souza (1997), é bastante simples: se a TIR for maior que a taxa mínima de atratividade o projeto é viável.

### 2.3 Custo Anual Equivalente (CAE)

A definição de Custo Anual Equivalente dada por Fleischer (1973) é simples e continua a vigorar na literatura recente, este relata que esse método transforma os fluxos de caixa em uma série uniforme e equivalente em um período, no caso, anual. Samanez (2006, p 25) deixa claro que “o custo anual equivalente (CAE) é basicamente um rateio uniforme, por unidade de tempo, dos custos de investimento, de oportunidade e operacionais das alternativas”.

De posse dessas definições é fácil notar que este método é largamente utilizado na avaliação de projetos que existe a necessidade de mensurar a rentabilidade do investimento, porém há incertezas quanto às futuras entradas de caixas, portanto, em casos assim, o CAE se faz utilizável, já que necessita apenas dos custos no decorrer da duração do projeto.

Cada uma das alternativas de investimento deve ser calculada através da seguinte equação:

$$CAE = \frac{I}{\left[ \frac{(1+k)^t - 1}{(1+k)^t \times k} \right]} \quad (8)$$

Onde,

CAE = custo anual equivalente;

I = custo do investimento;

k = custo do capital da empresa;

t = duração total do investimento;

A tomada de decisão com o CAE se dá pela escolha entre dois projetos que apresentem o mesmo objetivo, porém se procura aquele com menor custo, já que o mesmo tem o poder de uniformizar os períodos de análise. Outro ponto é que neste o caso investimento representa todos os custos de investimentos do projeto no momento inicial da análise.

## 2.4 Payback

O período de tempo no qual ocorre o retorno do investimento é chamado de *payback*, Brito (2006) descreve assim esse indicador financeiro, falando, ainda, sobre as duas modalidades de cálculo, histórico e descontado, onde o histórico é logicamente menor que o descontado, sendo o descontado baseado no custo de oportunidade de capital.

O *payback* histórico, apresentado acima, tem como grande falha não levar em conta o valor do dinheiro no tempo, porém, dado a facilidade do seu cálculo e o seu apelo intuitivo, essa ferramenta é utilizada popularmente para avaliações de projetos, fato este descrito por Gitman (2010). O cálculo dessa modalidade de *payback* consiste apenas na divisão do investimento pelas entradas de caixa, mas quando o fluxo de caixa não for constante é necessário fazer o somatório do investimento com as entradas de caixa até que estes se anulem sinalizando a recuperação do investimento, e, a partir daí, se determinar o período que ocorreu.

Já o *payback* descontado, leva em conta o valor do dinheiro no tempo, tendo em vista que a forma de calcular o período de retorno do investimento consiste primeiro no cálculo do valor presente das entradas de caixa descontados a uma taxa, fato este que categoriza as diferenças nos períodos de entrada de caixa. A forma de se calcular o tempo de retorno é a mesma que foi descrita acima. Ferreira (2009) descreve essas características do *payback* descontado e relata que pode ser calculado da seguinte forma:

$$I = \sum_{t=1}^{t=payback} \frac{FC}{(1+k)^t} \quad (9)$$

Onde:

I = investimento inicial

FC = fluxo de caixa

k = taxa de desconto

t = *payback* (período de retorno do investimento)

É válido ressaltar que essa técnica não avalia qual projeto é mais rentável, haja vista que o horizonte de avaliação não considera os fluxos de caixa que ocorrem depois do período de *payback*. Bruni (2012) deixa claro essa falha do método ao disser que o critério de aprovação por este método consiste em:

- a) *Payback* menor que o tempo máximo de retorno do investimento (estipulado pela empresa), projeto deve ser aceito.
- b) *Payback* maior que o tempo máximo de retorno do investimento (estipulado pela empresa), projeto não deve ser aceito.

A Tabela 3 traz uma série de retornos para o investimento também indicado na mesma. De posse desses dados, pode-se salientar que o *payback* histórico é atingindo no 3º ano, portanto, o período de retorno de investimentos são três anos.

Tabela 3 – Fluxo de Caixa para cálculo do *payback*.

INVESTIMENTO INICIAL	R\$60.000,00
ANO	FC
1	R\$ 20.000,00
2	R\$ 20.000,00
3	R\$ 20.000,00
4	R\$ 20.000,00

Fonte: Aatoria Própria, 2017.

De acordo com os dados da Tabela 3, o cálculo do *payback* descontado a uma taxa de 10%, já revela um retorno do investimento em 3,02 anos. Se o tempo máximo de retorno do investimento fossem 3 anos, a decisão seria de não aceitar pelo *payback* descontado, contrária a decisão do *payback* histórico.

## 2.5 Considerações

Ao fim deste capítulo é válido dizer que o mesmo contribui de forma poderosa para o entendimento da escolha dos indicadores de viabilidade econômica do empreendimento.

Foram apresentados em detalhes os métodos a serem utilizados para análise de viabilidade econômica determinística empregada no decorrer do estudo, toda base teórica necessária para isto se encontra neste capítulo.

Imediatamente a seguir, serão feitas explanações a cerca da análise de sensibilidade, focando no entendimento do processo de simulações empregadas neste trabalho.

### **3. ANÁLISE DE SENSIBILIDADE**

Este capítulo se inicia com a conceituação de análise de sensibilidade e posteriormente findando nos conceitos de geração e simulação de cenários de investimentos que serão empregados neste estudo.

#### **3.1 Análise de Sensibilidade**

Todo projeto está atrelado ao passado no que diz respeito à captação de informações, porém essas são apenas estimativas de valores, haja vista a incerteza atrelada ao futuro: não acontecer conforme o planejado. Então, como diz Roberto Kassai et al. (1999), a decisão parte de informações existentes atrelado a algum método de previsão.

Sabendo da existência dessas incertezas e baseado na série histórica de outros projetos pode-se determinar intervalos de valores para alguns itens do fluxo de caixa, portanto, há uma variabilidade nos resultados a serem obtidos. Partindo dessa gama de possibilidades, Souza (1997) afirma que a Análise de Sensibilidade é a técnica que sugere a variação dos parâmetros de entrada, um de cada vez, para obtenção do resumo de resultados identificando quão sensível são os indicadores, VPL, TIR, entre outros, a uma variação em determinado componente do fluxo de caixa.

Acerca das incertezas futuras, Roberto Kassai et al. (1999) afirma que estas passam a ser vistas como risco à medida que se realizam a aplicação de técnicas de previsão como a análise de sensibilidade, haja vista que uma incerteza se torna um risco se todas as possíveis ocorrências de determinada variável puderem ser representadas por uma distribuição de probabilidades.

Com base no explicitado, pode-se dizer que há dois tipos de tratamentos para o risco, qualitativo e quantitativo, e que os mesmos podem se complementar, como também há formas de dirimir o risco atrelado a um investimento, como explica Lapponi (2007), afirmando que o risco tem de ser remunerado, gerando o prêmio pelo risco, portanto, pode-se incrementar um valor compatível ao risco à taxa de desconto.

Uma das formas quantitativas de se avaliar o risco é usando uma abordagem probabilística, criando cenários e realizando análise de sensibilidade. Assaf Neto (2010) revela que essas são técnicas largamente utilizadas para avaliação de risco de um projeto isolado.

Sendo a Análise de Sensibilidade uma metodologia de avaliação do risco, como diz Assaf Neto (2011), se faz válido dizer que o termo Risco, segundo esse autor, dentro da análise de investimentos, é tratado como a probabilidade de não se obter os resultados esperados, sendo ganho ou perda.

Essa metodologia empregada pela Análise de Sensibilidade procura inserir ao projeto o risco atrelado ao mesmo haja vista que os fluxos de caixa não são conhecidos com certeza, nesse sentido Sanvicente (1980), revela que é possível medir a probabilidade de ocorrência de certos resultados e mais, há o indicativo do prêmio pelo risco, que seria o uso de taxas ajustada de um acréscimo a fim de remunerar o risco de perda.

Metodologicamente relacionado ao tema risco se faz válido enaltecer a avaliação de cenários como forma de estabelecer uma gama de valores possíveis de acontecer, pois, segundo Gitman (2010), há um grau de variabilidade dos fluxos de caixas que podem ser expressos por meio de variações em algumas variáveis conjunta ou separadamente a fim de se obter uma noção da variabilidade dos retornos, podendo ser medido por um indicador de viabilidade avaliando o risco e o retorno do projeto.

Segundo esse raciocínio, Assaf Neto (2011), atrela a análise de sensibilidade como uma ferramenta que trabalha conjuntamente com a simulação de cenários a fim de avaliar as probabilidades de ocorrência de determinados valores, daí a importância desse estudo para o administrador financeiro.

### **3.2 Simulação de Cenários**

O ato de simular está relacionado na pretensão de se prever e analisar possíveis resultados futuros. Nesse sentido, Securato (1993) afirma que “estamos a todo instante fazendo previsões sobre o futuro” e que “é em função dessas previsões que tomamos nossas decisões”. Segundo, Casarotto Filho (2010), existe a necessidade de determinação das probabilidades de acontecer algo, neste caso a simulação de cenários é justificada pela busca da mensuração do risco.

Souza (1997) afirma que, em geral, nas simulações existem variáveis que são mais relevantes e de maior imprevisibilidade, estas devem ser tratadas com maior rigor. No caso das simulações de um fluxo de caixa as variáveis podem ser resumidas em duas, despesas e receitas, porém, estas, geralmente, variam mês a mês e dependem de outras variáveis, trazendo dificuldades para a análise. Diante disso, se faz necessária à simulação de diferentes cenários, pessimistas e otimistas, a fim de se esgotar quaisquer alternativas inesperadas.

### **3.3 Considerações**

Acerca desse capítulo se pode dizer que o mesmo traz um dos meios que serão usados para admitir possíveis variações no fluxo de caixa do projeto que podem ser preponderantes na geração de valor do projeto, a análise de sensibilidade. Esta permitirá o enfoque necessário para as variáveis mais preponderantes do fluxo de caixa

Apesar de sua brevidade, este capítulo, se mostra essencial para o entendimento da importância das simulações e o que ela representa para este estudo.

## **4. METODOLOGIA DO ESTUDO**

Os tópicos seguintes relatam como se dará a pesquisa e também definir todas as etapas que deverão constituir o estudo. No primeiro tópico a pesquisa será definida e, portanto, as etapas necessárias para a realização da mesma também. No tópico seguinte, será computado o passo a passo da pesquisa hierarquizado, definindo todos os detalhes desenvolvidos em cada etapa.

### **4.1 Metodologia da pesquisa**

Para iniciar esse tópico buscou-se uma definição curta, precisa e largamente aceita acerca do que significa pesquisa, dita por Gil (2008) ela revela que “O objetivo fundamental da pesquisa é descobrir respostas para problemas mediante o emprego de procedimentos científicos”. Seguindo a explanação sobre pesquisa, realizar-se-á classificação da modalidade de pesquisa aqui abordada no que diz respeito a sua natureza, forma de abordagem do problema, propósitos da pesquisa e dos procedimentos técnicos, que segundo Silva e Menezes (2005) são as formas clássicas de classificação.

Segue-se falando acerca de toda a classificação da pesquisa, que será pautada segundo Gil (2008), em seu livro Métodos e técnicas de pesquisa social e segundo Ganga (2012), em seu livro Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) na engenharia de produção: um guia prático de conteúdo e forma.

Iniciando a classificação quanto à natureza da pesquisa se pode classifica-la em pesquisa aplicada, que significa um estudo mais focado em um caso específico e se preocupa com a “aplicação, utilização e consequências práticas do conhecimento”, critério observado na pesquisa e no uso dos métodos de avaliação de projetos de investimentos.

Quanto à abordagem do problema o mesmo é quantitativo, haja vista que as informações receberão tratamento técnico e estatístico para serem analisadas e segundo Ganga (2012), essa abordagem quantitativa pode ser empregada mesmo quando o pesquisador não tem uma ideia clara do relacionamento das variáveis, confirmando o uso de uma pesquisa exploratória, pois a mesma “não inviabiliza a utilização de métodos quantitativos de análise de dados”.

Utilizando a conceituação elaborada por Ganga (2012), caracteriza-se a pesquisa quanto ao seu propósito, neste caso pode ser acrescido que esta pesquisa se trata de uma

pesquisa preditiva, que possui o propósito de identificar relações entre variáveis, por vezes feitas por meio de simulações a fim de obter uma gama de resultados possíveis para um determinado problema, respondendo o seguinte questionamento: “O que aconteceria se?”.

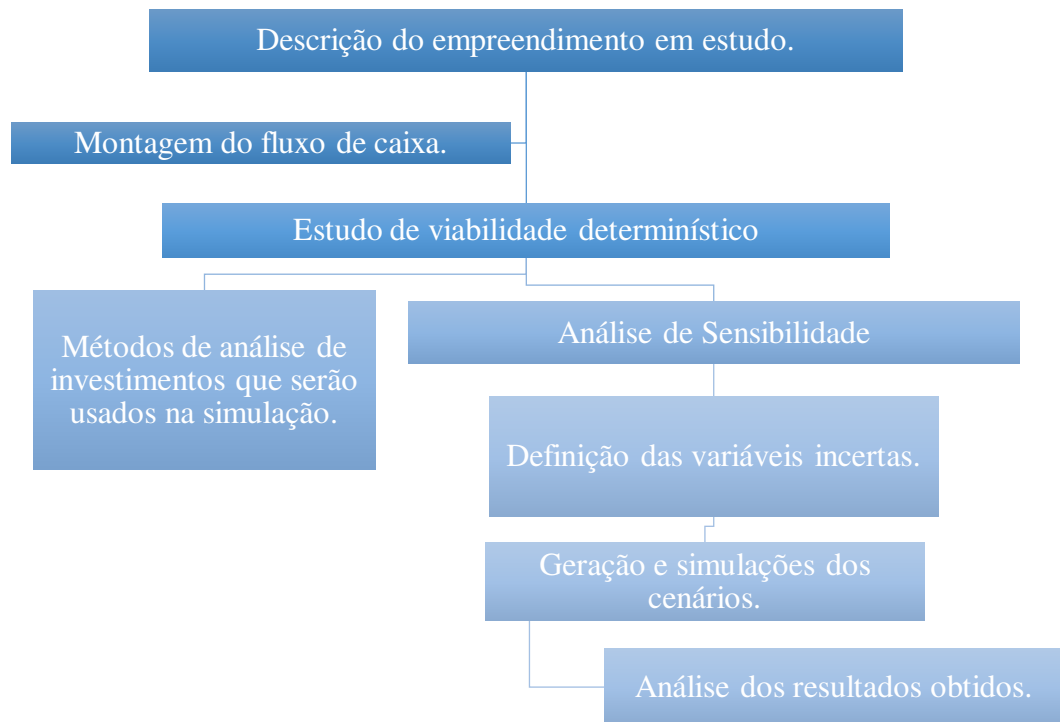
Por fim, resta classificar a pesquisa quanto ao procedimento adotado, que nesse caso se configura como um estudo de caso. Segundo Yin (2005, p), um estudo de caso se configura pelo estudo empírico que “investiga um fenômeno contemporâneo dentro de seu contexto da vida real”, mais precisamente ele afirma que “você poderia utilizar o método de estudo de caso quando deliberadamente quisesse lidar com condições contextuais - acreditando que elas poderiam ser altamente pertinentes ao seu fenômeno de estudo”. Sendo isso observado na análise documental dos dados disponibilizados pelo Construtor acerca do empreendimento estudado.

Definida a metodologia da pesquisa, faz-se válido resumir o estudo em suas etapas de elaboração, justificando, assim, não só a escolha do método de pesquisa como, logicamente, a classificação realizada: primeiro se buscou na literatura técnicas que viabilizassem a resolução do problema abordado, posteriormente o profundo conhecimento sobre os dados disponíveis, a análise técnica dos mesmos e a aplicação de procedimentos compatíveis especificamente com a realidade na qual o empreendimento está inserido.

## **4.2 Método proposto**

Realizar-se-á o estudo em oito etapas, divididas em: descrição do empreendimento em estudo, montagem do fluxo de caixa, estudo de viabilidade determinístico, métodos de análise de investimentos que serão usados na simulação, análise de sensibilidade, definição das variáveis incertas, geração e simulação dos cenários, por fim, análise dos resultados obtidos. As etapas podem ser observadas no fluxograma, mostrado na Figura 2, e serão posteriormente descritas.

Figura 2: Fluxograma hierárquico das etapas da metodologia.



Fonte: Autoria Própria, 2017.

A primeira etapa, descrição do empreendimento em estudo, pretende dar todas suas características físicas e organizacionais, tais como localização, modulação, padrão construtivo, modalidade de vendas, orçamentos, cronograma de receitas e despesas. Posteriormente se dá a montagem do fluxo de caixa com base no orçamento apresentado e nas prováveis receitas advinda das vendas das unidades, essa é a segunda etapa.

Terceira etapa se configura como o estudo de viabilidade determinístico, onde se aplicarão os métodos de análise já explicitados neste trabalho. O passo a passo do cálculo de cada método, suas limitações, vantagens, aplicabilidades e potencial de decisão diante dos dados disponíveis.

A quarta etapa é a explanação dos resultados da pesquisa bibliográfica aplicados ao estudo de caso, realizado na terceira etapa desse método, escolhendo-se os indicadores de análise de investimentos que serão usados nas simulações, haja vista, suas vantagens e resultados em detrimento dos outros métodos.

Análise de sensibilidade é iniciada com as descrições das imprevisibilidades inerentes ao fluxo de caixa do empreendimento, sendo a quinta etapa, que acaba na geração de um gráfico comparativo das mudanças do indicador escolhido diante de variações nas variáveis do fluxo de caixa que são incertas, traduzindo quais delas trazem maior grau de incerteza.

Diante dos resultados da quinta etapa se segue para a sexta etapa, definição das variáveis que sofrerão alterações para simular vários cenários. Deverão ser escolhidas as variáveis que mais afetam os indicadores, aquelas que se mostram mais incertas e que os indicadores são mais sensíveis a sua mudança, gerando maiores incertezas a viabilidade econômica do projeto.

Sétima etapa: geração e simulações dos cenários. Esta será pautada basicamente em três cenários, previsto, otimista e pessimista, que nortearão as simulações e trarão os piores, melhores e mais prováveis resultados do indicador financeiro. Por fim, a oitava etapa será análise dos resultados obtidos, onde serão explanados os benefícios da análise realizada e também sua importância no processo decisório.

#### ***4.2.1 Etapa 1: Descrever o empreendimento em estudo.***

A primeira etapa desse processo de análise traz ao leitor a capacidade de entender o porte do empreendimento, a modalidade construtiva e o papel que ele exerce no processo de amenização do déficit habitacional do país. Informações que justificam o fluxo de caixa e caracterizam a realidade.

Será discutido nessa etapa a localização, as características físicas e a estrutura organizacional da obra, seu padrão construtivo e a quantidade de metros quadrados por ambiente. Demonstrar qual o cronograma de atividades da obra e as particularidades inerentes a esse projeto, falar acerca do público alvo. Finalizar este tópico salientando qual preço de venda do imóvel acabado e a modalidade de pagamento.

Todos esses pontos levam a dizer que esse é um estudo pontual, que para ser aplicado em outros empreendimentos deve sofrer alterações e ser adequada a realidade do empreendimento em análise.

A primeira etapa obtém especificamente como produto:

- a) Estrutura do empreendimento analisado e de suas características;
- b) Realidade da obra em análise.
- c) Justificativa do fluxo de caixa.

#### **4.2.2 Etapa 2: Montar o fluxo de caixa.**

Essa etapa é uma das mais importantes dentro desta análise, com base nesta se realizará todo o processo de análise de investimentos. A montagem será baseada nas características do cronograma do empreendimento.

Serão enaltecidos todos os tópicos orçamentários embutidos no processo construtivo, na documentação e mesmo na obtenção do terreno, discussão dos gastos totais do empreendimento e em que momento acontece.

Todo o orçamento apresentado será disponibilizado pelo empreendedor, cuja precificação do material, segundo o mesmo, é baseada no mês anterior ao início das obras e o item mão de obra se configura em um contrato de empreitada firme e ajustada entre o empreendedor e um empreitante local.

Os produtos da segunda etapa são:

- a) Especificação de todos os itens necessários para construção do empreendimento.
- b) Valores reais dos itens.
- c) Estimativa provável dos lucros.
- d) Fluxo de caixa completo e apto para ser analisado.

#### **4.2.3 Etapa 3: Realizar o estudo de viabilidade determinístico.**

Nesta etapa serão calculados os quatro indicadores de viabilidade econômica explanados neste estudo, VPL, TIR, CAE e *payback*. Para realizar tal tarefa, neste item serão apresentados e inseridos ao fluxo de caixa dois itens: taxa mínima de atratividade e impostos.

É válido salientar que os resultados encontrados serão baseados no fluxo de caixa do item dois, que esboça um fluxo de receitas esperado, condição dada como provável de ocorrer, haja vista, a imprevisibilidade das receitas.

Apresentar-se-á o detalhamento dos cálculos, como também os resultados de cada um. Comparativa e conjuntamente se chegará a uma conclusão, traduzindo os resultados em tomada de decisão.

Produzir-se-á com este item:

- a) Análise de viabilidade econômica.
- b) Constatação da importância dos indicadores.

#### ***4.2.4 Etapa 4: Escolher os métodos de análise de investimentos que serão usados nas simulações.***

Baseado na terceira etapa chegar-se-á a uma conclusão acerca dos métodos que melhor traduzem os resultados do fluxo de caixa para o tomador de decisão. É válido ressaltar que essa escolha levará em conta as especificidades do projeto analisado.

Essa etapa, apesar de breve, é muito importante no prosseguimento do estudo tendo em vista que os resultados obtidos na análise de sensibilidade e nas simulações estarão atrelados às vantagens e desvantagens que o método escolhido apresentar.

Como produto desta etapa:

- Conclusão acerca de qual dos métodos leva maior certeza de aceitação ou rejeição do projeto para o caso estudado.

#### ***4.2.5 Etapa 5: Realizar a análise de sensibilidade.***

Essa etapa inicia o processo de inserção das incertezas, atreladas ao empreendimento, no processo de análise de viabilidade econômica. Para tanto será utilizada a divisão dos itens do fluxo de caixa, onde cada item será cotado como uma variável.

Será determinado qual o grau de dependência do indicador de viabilidade escolhido com cada uma das variáveis do fluxo de caixa, será gerado um gráfico que mostrará tal dependência. Um fato importante é que as variações são realizadas separadamente, isto é, se varia apenas um item do fluxo de caixa por vez.

Ter-se-á como produto desta etapa:

- Sensibilidade do indicador quanto variações nos itens do fluxo de caixa.

#### ***4.2.6 Etapa 6: Definir as variáveis incertas.***

Assim como na etapa quatro, onde foi chegado a uma conclusão acerca de qual o melhor indicador de viabilidade a ser usado neste estudo, esta fase do método resumirá as possíveis imprevisibilidades atreladas ao empreendimento e dizer, de acordo com a análise de sensibilidade da quinta etapa, qual delas deve sofrer variações. Para tanto será levado em

conta a experiência do empreendedor, no que diz respeito ao que corre mais chances de ser destoante do projetado, juntamente com a sensibilidade do indicador perante tal mudança.

Definida as variáveis, resta atrelar possíveis cenários para esse itens, que são apontados como incertos dentro do fluxo de caixa. Tais cenários serão usados nas simulações para obter resultados otimistas, prováveis e pessimistas, como já explanado.

É válido ressaltar que cada variação implementada será justificada, destacando possíveis causas que aquela variação possa significar. Outro ponto que vale a pena ser ressaltado é que tais variações representam às incertezas inerentes a projeção de futuras receitas ou custos.

De posse desses pontos terá sido produzido:

- Definição dos cenários a serem gerados.

#### ***4.2.7 Etapa 7: Gerar e simular os cenários.***

Este tópico se dará grande e mais onerosa implementação computacional do processo de análise do investimento, tendo em vista a grande utilização de planilhas eletrônicas para analisar cada um dos cenários explanados no item anterior.

Serão aqui simuladas as condições impostas pelos cenários a fim de se obter os resultados dos indicadores financeiros de cada caso, onde o maior enfoque é saber quão impactante é determinado evento favorável ou desfavoravelmente.

Mais precisamente este tópico pretende obter:

- Os resultados dos indicadores de viabilidade econômica dos cenários simulados.

#### ***4.2.8 Etapa 8: Análise dos resultados obtidos.***

Esta etapa faz um apanhado de tudo que foi expresso em valores e traduz para o leitor qual poder que tal estudo possui de influenciar a tomada de decisão. Mostrar-se-á que essas simulações dão ampla visão ao tomador de decisão não só na aceitação ou não do projeto, como também quais os itens do fluxo de caixa que devem ser amplamente pensados e controlados, a fim de se obter resultados positivos.

O produto deste item:

- Demonstrar como a simulação de cenários pode ser aplicada junto a indicadores de viabilidade usualmente utilizados.

## 5. APLICAÇÃO DO MÉTODO

Esse capítulo se configura como o mais interessante e rico deste estudo, aqui se encontrarão todas as análises que foram propostas e seus respectivos resultados. Esta aplicação segue rigorosamente todas as etapas descritas no método e leva em consideração a efetivação dos objetivos específicos.

### 5.1 Etapa 1: Descrever o empreendimento em estudo

A princípio é válido ressaltar que o empreendimento em questão se localiza no município de Canindé, no sertão central cearense, mais especificamente no Bairro Riacho São Francisco, local que está em franco crescimento habitacional, tendo em vista que há a construção de vários empreendimentos residenciais, como o abordado por este estudo, que se encaixa no programa habitacional do governo federal, o minha casa minha vida.

Mais especificamente esse empreendimento compreende a construção de um imóvel residencial de baixo padrão, com características físicas e valor de venda que se encaixe nos parâmetros exigidos para aprovação do financiamento do comprador na Caixa Econômica Federal.

Essa modalidade de construção está atrelada ao esforço do Governo Federal em diminuir o déficit habitacional do país, proporcionando, através do financiamento de mais de 80% do valor do imóvel, a uma relativa baixa taxa de juros, as classes baixas uma chance de adquirir a casa própria.

A construção do empreendimento em questão tem como público alvo as pessoas que se encaixam nessa perspectiva de aquisição de um imóvel através das facilidades do financiamento exposto acima. Para tanto é especificado previamente em que faixa de preço o empreendimento vai se enquadrar, no caso estudado o investidor limitou o valor de venda do imóvel em 105 mil reais, atrelando a esse valor todas as faixas do projeto: localização do imóvel, padrão construtivo, área construída e nível organizacional da obra.

Segundo o empreendedor, baseado no valor de venda e nas exigências físicas estabelecidas pelo banco, foi estabelecido o projeto de uma casa térrea que conta com 81,83 m<sup>2</sup> de área construída, que se dividem em sala estar/jantar, cozinha, área de serviço, banheiro social, quarto, suíte casal e garagem, adicionando área de recuos o imóvel totaliza 129,60 m<sup>2</sup> de área de lote. A Tabela 4 demonstra especificamente os valores de área de cada cômodo.

Tabela 4: Áreas dos cômodos.

<b>Cômodo</b>	<b>Área (m<sup>2</sup>)</b>
<b>Garagem</b>	14,22
<b>Área de Serviço</b>	2,20
<b>Quarto</b>	10,40
<b>Banheiro Social</b>	2,40
<b>Sala estar/jantar</b>	18,64
<b>Cozinha</b>	7,44
<b>Suíte Casal</b>	12,20
<b>Banheiro Suíte</b>	3,60

**Fonte: Autoria própria.**

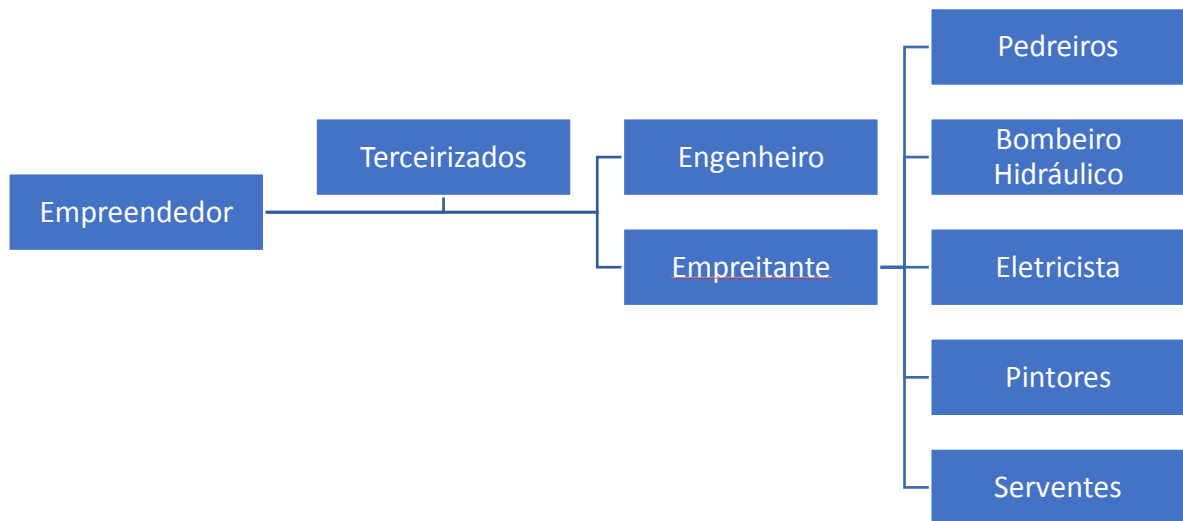
Essa modalidade construtiva, até a presente data, pode ser realizada por pessoa física, não necessitando ser realizado por construtora, outro ponto é que para este caso há uma tributação diferenciada, onde é cobrado no imposto de renda um percentual de 15% sobre ganho de capitais.

Outro ponto importante é que o empreendimento foi orçado em R\$ 69.977,11. Salientando que o regime de financiamento é Imóvel Acabado, ponto que revela um fluxo de caixa amarrado apenas a saídas de caixa e por fim uma única entrada de caixa na venda do imóvel.

A estrutura organizacional da obra é simples e consiste na contratação de um empreiteiro que executará todos os serviços de mão de obra por um preço previamente ajustado em contrato, onde é exigido não só que os funcionários tenham carteira assinada e trabalhem com os Equipamentos de Proteção Individual e Coletiva (EPI e EPC), como também que seus direitos trabalhistas sejam cumpridos.

Seguindo a estrutura organizacional, o empreendedor realiza todas as compras de material e locação de máquinas, como também a contratação do responsável técnico, no caso Engenheiro Civil. A documentação da obra, no que concerne a alvarás, matrícula, orçamentação e fluxo de caixa são também papel do empreendedor, ressalta-se que essa estrutura é específica do caso estudado, porém é comum nesse tipo de empreendimento. O fluxograma a seguir mostra essa realidade de forma hierárquica.

Figura 3 – Fluxograma hierárquico do empreendimento.



Fonte: Autoria Própria, 2017

É válido ressaltar o cronograma de atividades da obra, por conta do seu pequeno porte, a realização da mesma é rápida, cerca de quatro meses desde a compra do terreno até a finalização. Essa análise se baseia no empreendimento iniciado em agosto de 2017 e findada em novembro do mesmo ano. A Tabela 5 demonstra o cronograma de atividades estabelecido para o empreendimento.

Tabela 5: Cronograma de atividades do empreendimento.

<b>13/08/2017</b>	<b>1º Período</b>	<b>Escolha da Localização</b>
Compra do terreno		
Documentação		
<b>13/09/2017</b>	<b>2º Período</b>	<b>Contratação dos serviços</b>
Compra do material para construção		
Limpeza e Escavação		
Início das Obras		
Pagamento de 50% Mão de Obra		
<b>13/10/2017</b>	<b>3º Período</b>	<b>Compra de itens para acabamento</b>
Pagamento de 50% Mão de Obra		
<b>13/11/2017</b>	<b>4º Período</b>	<b>Imóvel pronto para a Venda</b>

Fonte: Autoria Própria, 2017

Finaliza-se esse tópico voltando ao explicitado na metodologia, ressaltando que aqui foram explanadas toda a estrutura do empreendimento analisado e de suas características, a realidade da obra em análise e a justificativa do fluxo de caixa.

## 5.2 Etapa 2: Montar o fluxo de caixa.

Para realizar a montagem do fluxo de caixa é necessário entender a dinâmica da obra, seus orçamentos e como funciona a estrutura financeira do empreendimento. É sabido que o empreendedor realiza o investimento com recursos próprios e que os pagamentos são feitos de forma antecipada, ou seja, antes do recebimento dos insumos e materiais. Outro ponto é que os dados disponibilizados pelo empreendedor foram topicalizados e o modelo de organização adotado para os orçamentos podem ser observados nas Tabelas 6 e 7.

Tabela 6 – Orçamento de mão de obra.

Profissional	Unidade	Val. Total
<b>Pedreiros (4)</b>	<b>empreita</b>	<b>R\$ 11.100,00</b>
<b>Servente (3)</b>	empreita	R\$ 4.050,00
<b>Pintor (2)</b>	empreita	R\$ 1.500,00
<b>Eletricista (1)</b>	empreita	R\$ 600,00
<b>Lanche</b>	unid	R\$ 1.104,00
<b>Total Mão de Obra</b>		<b>R\$ 18.354,00</b>

Fonte: Autoria própria, 2017

Tabela 7 – Parte do orçamento de material.

MATERIAL (VERDE UBATUBA)	UNID	QUANT.	VAL. UNIT	VAL. TOTAL
<b>Filete de Box (1,25m x 0,07m)</b>	m <sup>2</sup>	0,175	R\$ 220,00	R\$ 38,50
<b>Lavatório Banheiro Social</b>	m <sup>2</sup>	0,350	R\$ 220,00	R\$ 77,00
<b>Lavatório Suit Casal</b>	m <sup>2</sup>	0,750	R\$ 220,00	R\$ 165,00
<b>Pedrao Balcão e Mesa de Jantar da Cozinha (1,80x0,45m)</b>	m <sup>2</sup>	1,500	R\$ 220,00	R\$ 330,00
<b>Peitoril com Ressalto (1,05m x 0,15m)</b>	m <sup>2</sup>	0,158	R\$ 220,00	R\$ 34,65
<b>Peitoril com Ressalto (1,25m x 0,15m)</b>	m <sup>2</sup>	0,375	R\$ 220,00	R\$ 82,50
<b>Peitoril com Ressalto (1,65m x 0,15m)</b>	m <sup>2</sup>	0,495	R\$ 220,00	R\$ 108,90
<b>Pia Cozinha (1,30m x 0,60m)</b>	m <sup>2</sup>	0,780	R\$ 220,00	R\$ 171,60
<b>Soleira Área de Serviço (1,40m x 0,05m)</b>	m <sup>2</sup>	0,070	R\$ 220,00	R\$ 15,40
<b>Soleira Garagem (2,80m x 0,05m)</b>	m <sup>2</sup>	0,140	R\$ 220,00	R\$ 30,80
<b>Soleira Porta de Entrada (1,05m x 0,10m)</b>	m <sup>2</sup>	0,105	R\$ 220,00	R\$ 23,10
<b>Soleira Porta do Banheiro (0,65m x 0,05m)</b>	m <sup>2</sup>	0,065	R\$ 220,00	R\$ 14,30
<b>Total Marmoraria</b>				<b>R\$ 1.091,75</b>

Fonte: Autoria própria, 2017.

As características da obra, descritas no tópico anterior, mostram que o fluxo de caixa é simples e todos os valores abordados foram disponibilizados pelo empreendedor. O cronograma do empreendimento revela a existência de poucas etapas, porém essas incluem inúmeras atividades.

Com base no orçamento e no cronograma da obra foram estabelecidos tópicos de gastos, itens que resumem um mesmo tipo de gasto com base no período e numa atividade que representa, por exemplo: materiais de construção como cimento, ferros, tubos, entre outros foram inseridos em um grande grupo, pois tem a mesma finalidade e foram comprados no mesmo período, os materiais de acabamento poderiam ser anexados a esse tópico, porém, são comprados em um período diferente, portanto, estabeleceu-se outro grupo de materiais. Partindo desse critério foram criados nove grandes grupos entre insumos e serviços: terreno, documentação, limpeza e escavação, material para a construção, agregados, mão de obra, marmoraria, vidraçaria, serraria.

Cada um desses grupos detém uma série de itens, cujo nome dos tópicos já denotam seus conteúdos. Pode-se dizer que o item terreno representa a compra do lote que será construída a casa, o item documentação contém todos os gastos com projetos, engenharia, alvarás, matrícula em cartório de imóveis e impressões, os demais tópicos denotam a compra de materiais ou serviços, redundantemente, o tópico de limpeza e escavação trata da locação de máquinas para realizar a limpeza do terreno e a escavação do baldrame. A Tabela 8 traduz em valores cada um dos nove grupos do orçamento.

Tabela 8 – Orçamento total do empreendimento.

Itens	Valor
<b>Terreno</b>	R\$ 15.000,00
<b>Documentação</b>	R\$ 8.139,86
<b>Limpeza e Escavação</b>	R\$ 1.430,00
<b>Material para Construção</b>	R\$ 18.690,70
<b>Agregados</b>	R\$ 2.550,00
<b>Mão de Obra</b>	R\$ 18.354,00
<b>Marmoraria</b>	R\$ 1.091,75
<b>Vidraçaria</b>	R\$ 3.540,00
<b>Serraria</b>	R\$ 1.180,80
<b>Σ</b>	R\$ 69.977,11

Fonte: Autoria própria, 2017.

Diante do entendimento completo de todos os insumos necessários para o empreendimento, da estrutura organizacional da obra e da fonte de recursos, foi dado início a montagem do fluxo de caixa, esta se iniciou com a análise de como se dava as saídas de caixa, a partir da topicalização de cada atividade do cronograma, explicada acima. Chegou-se a conclusão que as etapas do empreendimento poderiam ser divididas em períodos mensais, haja vista que foi realizada uma análise de quais os tópicos que representavam uma saída efetiva de caixa e em que momento a mesma acontecia. Outro ponto que deve ser novamente ressaltado é que a saída de caixa acontecia sempre no início de cada período.

Cercado de todas as informações orçamentárias, das datas de saída de caixa e do valor de venda do imóvel se elaborou a Tabela 9 que contém o fluxo de caixa do empreendimento. Ressalta-se que os orçamentos não contem nenhuma despesa financeira nem administrativa. A venda do imóvel fica por conta do proprietário descartando também despesas com corretagem. O marketing do empreendimento fica por conta da divulgação do imóvel nas redes sociais do empreendedor. Os encargos são tarifados no imposto de renda já que se trata da construção como pessoa física.

Tabela 9 – Fluxo de caixa do empreendimento.

<b>DATAS</b>	<b>Fluxo de caixa</b>			
<b>13/08/2017</b>	1º Período	Itens	Custos	Receitas
		Terreno	-R\$ 15.000,00	-
		Documentação	-R\$ 8.139,86	-
<b>13/09/2017</b>	2º Período	Itens		
		Limpeza e Escavação	-R\$ 1.430,00	-
		Material para Construção	-R\$ 18.690,70	-
		Agregados	-R\$ 2.550,00	-
		50% Mão de Obra	-R\$ 9.177,00	-
<b>13/10/2017</b>	3º Período	Itens		
		50% Mão de Obra	-R\$ 9.177,00	-
		Marmoraria	-R\$ 1.091,75	-
		Vidraçaria	-R\$ 3.540,00	-
		Serraria	-R\$ 1.180,80	-
<b>13/11/2017</b>	4º Período	Itens		
		Pronto para a Venda	-	R\$ 105.000,00

Fonte: Autoria Própria, 2017.

Montado o fluxo de caixa é válido disser que o lucro líquido do empreendimento é R\$ 35.022,89. Ressalta-se que, nessa etapa, como já explanado, não se considerou nenhuma taxa de desconto, valor do dinheiro no tempo, nem o período de concretização da venda.

Baseado no fluxo de caixa apresentado, nas particularidades do empreendimento, no total de custos e no valor de venda pode dizer que esse tópico é finalizado de acordo com o premeditado na metodologia, contando com a especificação de todos os itens necessários para construção do empreendimento, valores reais dos itens e a estimativa provável dos lucros.

### **5.3 Etapa 3: Realizar o estudo de viabilidade determinístico.**

Tendo entendimento da realidade do empreendimento e disposto do fluxo de caixa, se iniciará a análise de viabilidade econômica utilizando os quatro indicadores descritos, VPL, TIR, CAE e *payback*.

É válido disser algumas premissas que serão usadas nos métodos de análise, a taxa mínima de atratividade usada no cálculo do VPL, por exemplo, é um fator que foi dimensionado de acordo com uma aplicação de renda fixa, capitalizados diariamente, gerando uma rentabilidade de 1% ao mês livre de imposto de renda, sua justificativa se encontra na ordem de capital do investimento e na aplicação com resgate automático, ponto exigido pelo empreendedor. Essa mesma taxa será usada no cálculo do CAE e do *payback* descontado.

A premissa mais forte para essa etapa é o período de entrada de caixa que será estabelecido no mês de término do empreendimento, essa premissa está atrelada a uma venda que ocorre ainda no período de construção, o que caracteriza a documentação do financiamento já está pronta, a vistoria ser realizada, o financiamento ser aprovado e, por fim, a efetivação do pagamento, enfatiza-se que o valor no qual o comprador deve dispor será pago junto do valor do financiado.

Levando-se em conta que o imposto de renda é descontado sobre o ganho de capitais, o mesmo deve ser calculado em cima do lucro líquido totalizando um valor de R\$ 5.253,43. Para os cálculos a seguir o imposto de renda (IR) foi deduzido da receita, tendo como valor final a receita de R\$ 99.746,57.

### 5.3.1 Cálculo do Valor Presente Líquido

Partindo-se do fluxo de caixa e das premissas já dispostas se realizou o cálculo do valor presente líquido a uma taxa de desconto de 1% ao mês obtendo como resultado R\$ 27.446,60. A Tabela 10 e as equações a seguir demonstram os resultados encontrados.

$$VPL = -23.139,86 + \frac{-31.847,70}{(1+0,01)^1} + \frac{-14.989,55}{(1+0,01)^2} + \frac{99.746,57}{(1+0,01)^3} = 27.446,60 \quad (10)$$

Tabela 10 – Cálculo do VPL.

FLUXO DE CAPITAL		CÁLCULO DO VPL	R\$ 27.446,60
PERÍODO	FLUXO DE CAIXA DEPOIS DO IR	TAXA DE DESCONTO	1%
AGOSTO	-R\$ 23.139,86		
SETEMBRO	-R\$ 31.847,70		
OUTUBRO	-R\$ 14.989,55		
NOVEMBRO	R\$ 99.746,57		

Fonte: Autoria própria, 2017.

Os resultados denotam que o projeto deve ser aceito, haja vista que o mesmo apresenta um VPL positivo. O resultado encontrado é um valor absoluto, monetário, que não mede rentabilidade, porém revela quanto o empreendedor ganhará descontados impostos e custos financeiros, se investir nesse empreendimento. Uma análise simples que pode ser realizada com o resultado desse método é medir o ganho de capital comparativamente ao valor investido, neste, denomina-se como uma geração de valor de 40% em relação ao investido.

### 5.3.2 Cálculo da Taxa Interna de Retorno

O fluxo de caixa mostra que este é um projeto do tipo simples, onde há apenas uma mudança de sinal no projeto, fato imprescindível para esse método, pois dessa forma se confirma a existência de apenas um valor para a TIR.

Tomando os dados já disponibilizados para o cálculo da TIR, chega-se a uma taxa de 18% ao mês, que revela o valor ao qual a taxa mínima de atratividade pode chegar para que se reveja a aceitação do projeto. Pode-se realizar um comentário para enfatizar o resultado encontrado: a taxa mínima de atratividade deve aumentar em aproximadamente 18 vezes para que seja necessária a reversão da decisão. Posto isso, salienta-se que esse resultado é uma taxa

que revela a viabilidade do projeto já que esta é bem maior que a taxa mínima de atratividade. Segue o cálculo desse método.

$$VPL = -23.139,86 + \frac{-31.847,70}{(1+TIR)^1} + \frac{-14.989,55}{(1+TIR)^2} + \frac{99.746,57}{(1+TIR)^3} = 0 \quad (11)$$

$$TIR = 17,84\% \quad (12)$$

### 5.3.3 Cálculo do Custo Anual Equivalente

Apesar de o empreendimento idealizado para esses cálculos iniciais apresentar um fluxo de caixa de apenas quatro meses, a realidade do mercado aponta para um fluxo de caixa com mais períodos, a depender de atrasos na obra e data da receita, nesse sentido esse método pode ser utilizado tendo em vista tais variabilidades, por meio deste, o empreendedor saberá qual o custo do investimento rateado mensalmente incluindo a taxa de atratividade.

Para os dados do fluxo de caixa que está sendo empregado nesta parte do estudo se tem apenas três períodos de investimento, os mesmos foram considerados no período inicial descontados da taxa mínima de atratividade, e conforme a formulação apresentada no item 2.3 se obteve o valor de R\$ 23.586,12, custo rateado para esses poucos períodos. Seguem os cálculos do CAE.

$$CAE = \frac{69.366,43}{\frac{(1+0,01)^3 - 1}{(1+0,01)^3 \times 0,01}} = 23.586,12 \quad (13)$$

### 5.3.4 Cálculo do *payback*

Este é o indicador mais intuitivo do processo de análise de viabilidade econômica, pois seus cálculos são simples de serem interpretados, porém como o fluxo de caixa do empreendimento conta apenas com uma entrada de caixa a configuração do *payback* simples tem apenas uma sentença: o período de retorno do investimento, ou seja, o *payback*, é o intervalo entre o período que ocorre o investimento inicial e o período que ocorre o recebimento da receita de venda.

Para o *payback* descontado se pode dizer que o retorno do investimento ocorrerá ou não, tendo em vista a utilização da taxa de desconto, mais especificamente, dependendo da taxa e da diferença entre os períodos que aconteça a entrada de caixa, o investimento pode não

ser coberto, significando destruição de valor, para este caso não existe retorno, conseqüentemente ausência de *payback*.

Partindo para o fluxo de caixa em questão o *payback* do projeto ocorre no quarto período, onde é efetivado o recebimento da receita de venda. Um ponto importante é que o projeto só não configuraria retorno, usando a taxa de juros apontada, se fossem decorridos 35 meses entre investimento inicial e receita, onde o investimento inicial é obtido através da soma do presente das saídas de caixa e o fluxo de caixa é simplesmente a receita de venda.

$$69.366,43 = \sum_{t=1}^{t=payback} \frac{99.746,57}{(1+0,01)^t} \quad (14)$$

$$t = 35 \text{ meses} \quad (15)$$

#### 5.4 Etapa 4: Escolher os métodos de análise de investimentos que serão usados nas simulações

Após serem enaltecidas as características de cada método, mostrado exemplos de aplicação e realizados os cálculos usando o fluxo de caixa estabelecido, pode-se iniciar uma análise acerca da aplicabilidade dos métodos para os próximos passos: análise de sensibilidade, geração e simulação de cenários.

O VPL leva em consideração o período no qual ocorrem as entradas e saídas de caixa, usa uma taxa para estabelecer o valor presente do fluxo, revela o valor gerado ou destruído pelo investimento, pode-se dizer também que ele é de fácil aplicação e seus resultados propiciam outras análises, como mensuração da rentabilidade.

A TIR é um elemento intrínseco ao VPL, apresenta como resultado um ponto de reversão da decisão, sua aplicabilidade limitada é passível de ser usada para esse estudo, tem como vantagem ser uma medida relativa, taxa máxima que se pode obter, revela até que ponto o projeto valerá a pena e pode ser eficaz no comparativo entre investimentos com outras taxas.

O CAE é um relato técnico a cerca das despesas, este rateia os custos pelos períodos, demonstra em valores medianos qual deve ser a disposição de recursos para que o projeto seja realizado.

Por fim, o *payback*, o mais simples dos métodos, largamente utilizado, mede quantos períodos são necessários para que se reverta de negativo para positivo o fluxo de caixa, seus resultados podem ser usados no comparativo entre métodos, já que este não mede rentabilidade.

Todas essas características, brevemente relatadas, juntamente com os cálculos apresentados revelam que há um método que se sobrepõe aos demais, tendo em vista as limitações apresentadas pelos outros na análise. Tomando inicialmente a TIR, pode-se dizer que esta, sozinha, não atinge a gama de informações que indiquem a viabilidade do projeto ao empreendedor, pois seu resultado não mede qual a possível geração de valor, outro fato importante é que não se está sendo realizado comparativo com outro projeto se busca apenas verificar a viabilidade deste. Posto isso se desqualifica a TIR para ser o parâmetro a ser usado nos próximos tópicos.

Analisando o CAE e o *payback*, chega-se à conclusão que seus resultados são secundários, comparativamente ao VPL, haja vista que eles auxiliam o tomador de decisão tanto no comparativo com outros projetos, como em analisar mudanças no fluxo de caixa, a fim de otimiza-lo, porém como o enfoque deste estudo é avaliar a viabilidade econômica do investimento os mesmos apresentam como resultado valores que não permitem medir geração de valor ou rentabilidade.

Chega-se a conclusão de que o VPL deve ser eleito como método de análise de investimento a ser usado nas simulações tendo em vista todos os pontos já explanados sobre o mesmo, ressalta-se, ainda, que por meio dele o empreendedor obtém um parâmetro que mostra o valor absoluto da geração de valor para a empresa.

### **5.5 Etapa 5: Realizar a análise de sensibilidade.**

Até este ponto os resultados obtidos das análises tomaram por base um fluxo de caixa ideal, onde há a certeza dos períodos e dos valores de entrada e saída de caixa, sabendo que essas são variáveis incertas e que nesse estudo se pretende fazer previsões acerca de várias possibilidades, torna-se necessário o emprego de uma análise de sensibilidade. Este ato consiste em saber quais variáveis oferecem maior risco ao projeto, no sentido de que pequenas alterações em seus valores alteram grandemente o indicador de viabilidade.

Tendo iniciado esse tópico recapitulando no que consiste a análise de sensibilidade, a continuidade do mesmo é dizer que as variações aplicadas aos valores representam atrasos nas obras ou no financiamento, demora na realização da venda, aumento nos custos, seja mão de obra, seja material. Fatos comuns de ocorrerem nesse tipo de projeto.

A análise de sensibilidade só é capaz de medir o impacto de uma variação por vez, tendo variado um dos termos todos os outros tem de estar prefixados. Nesse ponto, salienta-se

que cada modificação foi avaliada separadamente, medindo apenas o impacto de sua variação, logicamente que variações podem ser sobrepostas, porém essas combinações geram análises mais complexas e um oneroso processo de resolução probabilístico.

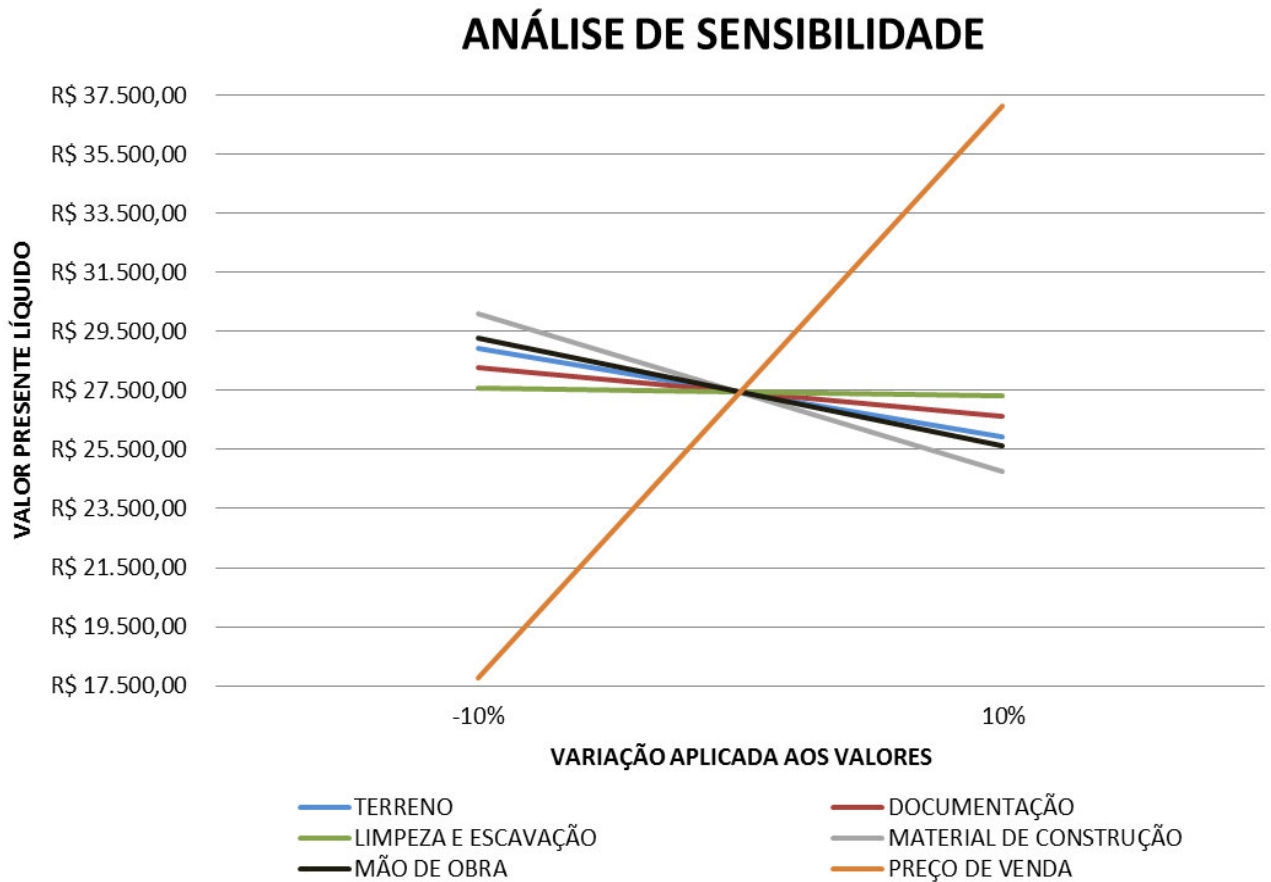
Seguindo para o emprego da análise, adotou-se uma simplificação no fluxo de caixa, onde foi reduzido o número de itens para seis: terreno, limpeza e escavação, mão de obra, documentação, material e preço de venda. Isso se deu devido ao enquadramento de todos os itens de material em apenas uma categoria, o item preço de venda se remete a variação do período no qual ocorre o recebimento do pagamento, os demais itens remetem a aumento de custos.

Mais especificamente, as variações nos itens terreno, limpeza e escavação, mão de obra, documentação e material condizem com aumento ou diminuição de despesas, que pode ser evidenciadas na necessidade de compra de um volume de materiais maior que o previsto, ou mesmo aumento de seus valores, terrenos mais caros, devido localização, por exemplo, no sentido da documentação o aumento pode ser justificado com pendências tributárias e outros afins.

Por fim, se faz necessário ressaltar novamente o item preço de venda, haja vista que o mesmo remete ao único item de receita do projeto, daí sua importância e peso, fato medido dentro da análise de sensibilidade não por meio de variação em seu valor, pois permanece o mesmo, mas pela variação no período em que o pagamento ocorre, fato intrínseco a atrasos em obra ou demora nas vendas.

Com base no fluxo de caixa determinístico foi calculado o valor do indicador escolhido, no caso VPL, perante as variações aplicadas a cada item. A efetivação dessa etapa é mais bem explicitada com auxílio da Figura 4, que mostra a Variação Aplicada aos Valores versus Valor Presente Líquido.

Figura 4 – Análise de Sensibilidade.



Fonte: Autoria Própria, 2017

### 5.6 Etapa 6: Definir as variáveis incertas.

Este tópico se encarrega de salientar todas as conclusões que podem ser extraídas da análise de sensibilidade, apesar de sua brevidade é um tópico conciso e importante. A Figura 4 pode ser dividida em três grupos:

- a) Grande impacto no VPL
- b) Impacto moderado no VPL
- c) Pequeno impacto no VPL

Essa é uma divisão ilustrativa, com base nos dados apresentados, mas de grande utilidade. Há um item, o Preço de Vendas, que impõe um grande impacto no VPL, haja vista que uma variação de 10% em seu valor cria uma alteração percentual de 36% no indicador de viabilidade. Os itens Materiais de Construção e Mão de Obra, não apresentam alterações tão alarmantes no VPL, porém são significativas, haja vista que sua distorção de 10% altera o resultado do indicador em aproximadamente 10%. Por fim, pode-se dizer que variações de

valores dos itens Terreno, Limpeza e Escavação e Documentação podem e serão descartados, haja vista que suas alterações geram impactos inferiores a 10%. É válido ressaltar que esses critérios foram baseados no histórico do empreendedor, segundo o mesmo esses três últimos itens raramente sofrem alterações de valores e quando acontece são irrelevantes na margem de lucros.

Desse tópico é possível concluir que a criação de cenários estará envolta a variações em três itens do fluxo de caixa: Preço de venda, Material de construção e Mão de obra. Essa disposição foi encontrada diante dos resultados da análise de sensibilidade apoiada da experiência do empreendedor.

Diante do exposto serão aqui debatidos os cenários a serem simulados no próximo tópico do estudo. Os cenários enaltecidos aqui são baseados na experiência do empreendedor, com fatos que ocorrem nesse tipo de projeto.

Estabeleceu-se um número de seis cenários no total, onde cada um dos três itens será explorado separado ou conjuntamente, o cenário ótimo foi estabelecido durante a montagem do fluxo de caixa, cenário que cumpre perfeitamente o cronograma e o orçamento preestabelecido, pretende-se obter entre os demais cenários aquele que pode ser chamado de provável e outro pessimista. Serão chamados de Cenários A, B, C, D, E, e F, e as características que pretendem simular são descritas na Tabela 11.

Tabela 11 – Característica dos Cenários.

<b>Cenário</b>	<b>Características</b>
<b>A</b>	Aumento nos custos de material de construção.
<b>B</b>	Aumento nos custos de mão de obra, devido a atraso de um mês no cronograma.
<b>C</b>	Aumento nos custos de material de construção e mão de obra, devido atraso de um mês para entrega da obra.
<b>D</b>	Aumento nos custos de material de construção, mão de obra, devido atraso de um mês para entrega da obra, adicionada de demora de três meses para venda de imóvel.
<b>E</b>	Demora de três meses para venda do imóvel.
<b>F</b>	Demora de oito meses para venda do imóvel.

Fonte: Autoria Própria, 2017.

O Cenário A, simula um aumento na quantidade de materiais a serem utilizados e/ou no preço de compra dos materiais, fato que ocorre ano a ano, muito devido à alta nos preços de combustíveis, inflação e aumento do salário mínimo. Cenário B, conta com

aumento do valor da mão de obra atrelado a um atraso em relação ao cronograma, isso pode ocorrer devido a alterações no projeto, etapas que foram minoradas no cronograma, falta de funcionários, período de férias e etc. Cenário C sobrepõe fatos, como ocorre quando se orça uma etapa da obra e a mesma decorre de mais material e tempo do que o previsto, uma etapa construtiva que corriqueiramente apresenta esse tipo de problema é as fundações.

Os últimos três cenários, D, E, e F, apoiam-se em vertentes consoantes, onde se prevê atrasos no recebimento da receita de venda. O Cenário D, conta com atraso de venda do imóvel e com atraso de entrega da obra, onerando os custos de material e mão de obra. Os Cenários E, e F contam com diferentes atrasos da venda do imóvel.

### 5.7 Etapa 7: Gerar e simular os cenários.

Este é um tópico onde serão apresentadas as planilhas geradas para cada cenário, seus resultados e justificativas também serão abordados, ficando esse tópico com uma grande quantidade de informações que serão analisadas no tópico seguinte.

Para o Cenário A, que representa aumento nos custos de construção, foi previsto que a venda ocorresse no período subsequente ao término da obra, estabeleceu-se um aumento de 10% nos valores de todos os insumos que compõe o custo de material de construção, o valor de 10% foi estabelecido conforme a experiência do empreendedor, que relata ser essa a variação que possa ocorrer. A Tabela 12 traz os resultados obtidos para o fluxo de caixa do Cenário A.

Tabela 12 – Fluxo de Caixa do Cenário A.

<b>CENÁRIO A: AUMENTO DE 10% NOS CUSTOS DE MATERIAL DE CONSTRUÇÃO</b>	
<b>1º Período</b>	-R\$ 23.139,86
<b>2º Período</b>	-R\$ 33.971,77
<b>3º Período</b>	-R\$ 15.570,81
<b>4º Período</b>	R\$ 99.746,57
<b>VPL</b>	R\$ 24.773,76

Fonte: Autoria Própria, 2017.

Seguindo para o Cenário B, aumento dos custos de mão de obra, este anda consoante com o Cenário A, no que diz respeito aos 10% de aumento, essa também é uma previsão do empreendedor, que considera este aumento atrelado a pequenos atrasos ou

manutenções em sistemas construtivos, nesse caso o gasto é realizado após o último período do cronograma, atrasando em um mês a venda do imóvel. A Tabela 13 traz os resultados obtidos para o fluxo de caixa do Cenário B.

Tabela 13 – Fluxo de Caixa do Cenário B

<b>CENÁRIO B: AUMENTO DE 10% NOS CUSTOS DE MÃO DE OBRA INSERIDOS NO MÊS DE ATRASO</b>	
<b>1º Período</b>	-R\$ 23.139,86
<b>2º Período</b>	-R\$ 31.847,70
<b>3º Período</b>	-R\$ 14.989,55
<b>4º Período</b>	-R\$ 1.835,40
<b>5º Período</b>	R\$ 99.746,57
<b>VPL</b>	R\$ 24.706,64

Fonte: Autoria Própria, 2017

No Cenário C há uma sobreposição de eventos, que demonstra o caso de quando o empreendedor se depara com algum serviço não orçado, se orçado apresenta algum equívoco, geralmente, ainda segundo o mesmo, isso pode ocorrer nas fundações, baldrame mais alto que previsto, por exemplo, ou no acabamento, serviços finos levam, geralmente, mais tempo para serem realizados e os materiais são mais caros que o previsto. Nesse sentido a sobreposição ocorreu com adição de 10% de custos de material e mão de obra no quarto período do fluxo de caixa, resultando nos valores apresentados na Tabela 14. Pode-se observar que, da mesma forma do Cenário B, esses serviços denotam atraso na entrega da obra, atrasando, por conseguinte o recebimento da receita.

Tabela 14 – Fluxo de Caixa do Cenário C.

<b>CENÁRIO C: AUMENTO DE 10% NOS CUSTOS DE MÃO DE OBRA E 10% NOS CUSTOS DE MATERIAL INSERIDOS NO MÊS DE ATRASO</b>	
<b>1º Período</b>	-R\$ 23.139,86
<b>2º Período</b>	-R\$ 31.847,70
<b>3º Período</b>	-R\$ 14.989,55
<b>4º Período</b>	-R\$ 4.540,73
<b>5º Período</b>	R\$ 99.746,57
<b>VPL</b>	R\$ 22.080,88

Fonte: Autoria Própria, 2017.

A sobreposição de acontecimentos imposta no Cenário C acrescida de uma demora de três meses para venda do imóvel, algo que corriqueiramente acontece nesse tipo de

empreendimento, segundo o investidor, configura as condições do Cenário D. O período de três meses citado por este cenário é um ponto que deve ser salientado, pois o empreendedor afirma que em mais de 80% dos casos os imóveis são vendidos nesse intervalo de três meses após o término da obra. Ainda acerca deste Cenário é válido ressaltar a possibilidade das imprevisibilidades ocorrerem de forma conjunta, alterando em demasido os resultados de geração de valor do projeto, fato observado na Tabela 15.

Tabela 15 – Fluxo de Caixa do Cenário D.

<b>CENÁRIO D: AUMENTO DE 10% NOS CUSTOS DE MÃO DE OBRA E 10% NOS CUSTOS DE MATERIAL INSERIDOS NO MÊS DE ATRASO E DEMORA DE TRÊS MESES PARA RECEBIMENTO DA RECEITA</b>	
<b>1° Período</b>	-R\$ 23.139,86
<b>2° Período</b>	-R\$ 31.847,70
<b>3° Período</b>	-R\$ 14.989,55
<b>4° Período</b>	-R\$ 4.540,73
<b>5° Período</b>	R\$ 0,00
<b>6° Período</b>	R\$ 0,00
<b>7° Período</b>	R\$ 0,00
<b>8° Período</b>	R\$ 99.746,57
<b>VPL</b>	R\$ 19.261,81

Fonte: Autoria Própria, 2017.

Partindo para o Cenário E, avalia-se a situação mais provável de acontecer, onde todas as previsões orçamentárias foram cumpridas, juntamente com cronograma da obra, porém as vendas ocorreram após três meses da finalização do empreendimento, como já dito anteriormente, esse fato é extremamente provável de acontecer e seus resultados podem ser observados na Tabela 16.

Tabela 16 – Fluxo de Caixa do Cenário E.

<b>CENÁRIO E: DEMORA DE TRÊS MESES PARA RECEBIMENTO DA RECEITA</b>	
<b>1º Período</b>	-R\$ 23.139,86
<b>2º Período</b>	-R\$ 31.847,70
<b>3º Período</b>	-R\$ 14.989,55
<b>4º Período</b>	R\$ 0,00
<b>5º Período</b>	R\$ 0,00
<b>6º Período</b>	R\$ 0,00
<b>7º Período</b>	R\$ 99.746,57
<b>VPL</b>	R\$ 24.599,35

Fonte: Autoria Própria, 2017.

Por fim, o Cenário F revela a demora de oito meses entre o termino da obra e o recebimento da receita de vendas, esse cenário esta de acordo com o pior caso relatado pelo empreendedor. O destaque desse cenário é se avaliar o peso da demora com a receita de vendas na geração de valor do projeto, ressaltando-se que esse é o pior cenário de vendas já registrado. A Tabela 17 traz o fluxo de caixa resultante dessa simulação.

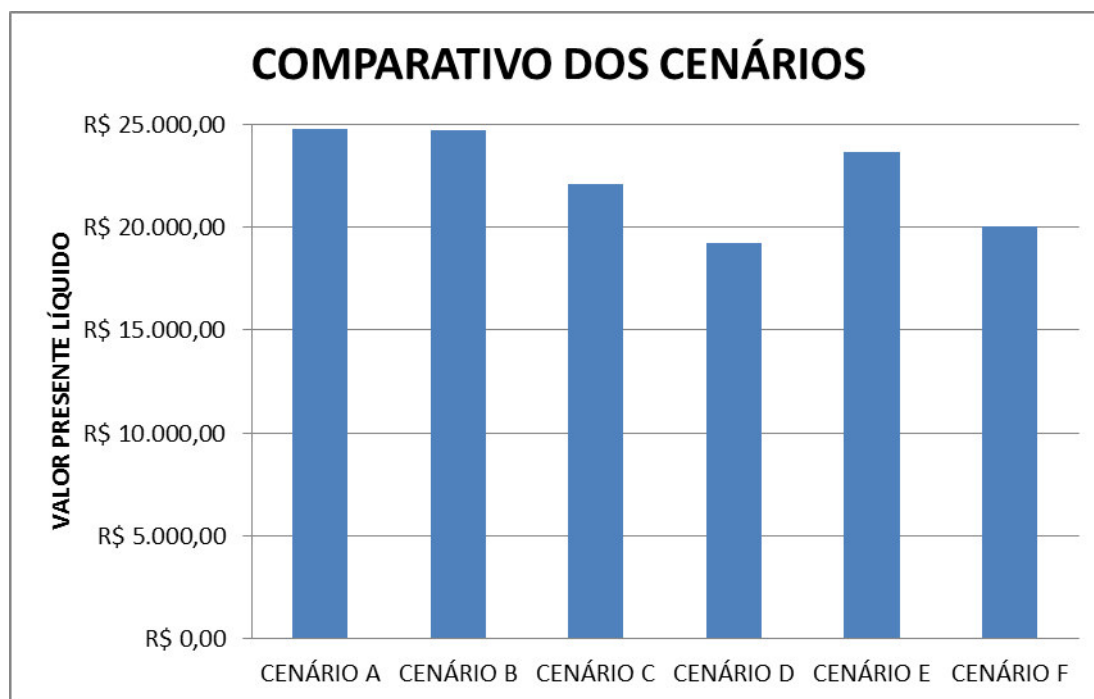
Tabela 17 – Fluxo de Caixa do Cenário F.

<b>CENÁRIO F: DEMORA DE OITO MESES PARA RECEBIMENTO DA RECEITA</b>	
<b>1º Período</b>	-R\$ 23.139,86
<b>2º Período</b>	-R\$ 31.847,70
<b>3º Período</b>	-R\$ 14.989,55
<b>4º Período</b>	R\$ 0,00
<b>5º Período</b>	R\$ 0,00
<b>6º Período</b>	R\$ 0,00
<b>7º Período</b>	R\$ 0,00
<b>8º Período</b>	R\$ 0,00
<b>9º Período</b>	R\$ 0,00
<b>10º Período</b>	R\$ 0,00
<b>11º Período</b>	R\$ 0,00
<b>12º Período</b>	R\$ 99.746,57
<b>VPL</b>	R\$ 20.038,78

Fonte: Autoria Própria, 2017.

Terminada a apresentação dos resultados das simulações cabe um comparativo entre as mesmas, esboçado na Figura 5, o comparativo aponta que o pior caso é o Cenário D, neste há a sobreposição de três fatores desfavoráveis.

Figura 5 – Comparativo entre os cenários simulados.



Fonte: Autoria Própria, 2017.

### 5.8 Etapa 8: Análise dos resultados obtidos.

Após discorrer acerca do Fluxo de Caixa provável, dito, sem nenhuma alteração daquilo que foi planejado, podendo este ser denominado o cenário ótimo. Cabe iniciar este item enaltecendo quais são os cenários prováveis e o cenário pessimista. Os resultados das simulações revelam que os Cenários A e B podem ocorrer facilmente e são os que menos geram destruição de valor mediante o cenário ótimo, portanto, pode-se denominá-los de cenários prováveis. Findando essa classificação é fácil eleger o Cenário D como pessimista, haja vista que é o que obteve o pior resultado de geração de valor.

Ainda sobre a explanação do parágrafo anterior elege-se três patamares de VPL para o empreendimento, onde o VPL mais provável de ser obtido fica na casa dos R\$ 24.773,76 reais, o valor otimista para o VPL gira em torno dos R\$ 27.446,60 reais e o pessimista é de R\$ 19.261,81 reais. Quando comparados ao investimento de R\$ 69.977,11 reais, os aproximadamente R\$ 8184,79 reais que separam os dois cenários destoantes, pessimista e otimista, atingem a variação percentual de 11,7%. Ainda neste contexto é válido ressaltar que, apesar da variação entre os cenários, fato já esperado, todos os VPL obtidos dentro das simulações indicaram geração de valor.

Outro ponto que deve ser enaltecido nesta etapa é a possibilidade do cálculo da

rentabilidade do projeto, ressalta-se, ainda, que mesmo não sendo o foco desse estudo, é válido apresentar em uma análise sucinta do quão rentável esse projeto se mostra, pois pode ser uma medida comparativa para o investidor avaliar a viabilidade desse projeto em relação a outros.

Realizando o cálculo do Retorno sobre o Investimento (ROI), medida largamente utilizada, que leva em consideração o lucro líquido operacional depois do imposto de renda (R\$ 29.769,46) dividido pelo valor investido (R\$69.997,11), obtém-se um  $ROI = 0,42$ , indicando que o projeto é rentável. Pode-se observar que para o cálculo do ROI, não foram levados em conta a variação nos custos vista em alguns cenários e que sua metodologia não leva em conta o valor do dinheiro no tempo.

Elaborando outra vez o cálculo do ROI, dessa vez, assumindo o Cenário D como foco, calculando o lucro líquido operacional depois do imposto de renda sendo o VPL obtido, ou seja, assumindo o valor do dinheiro no tempo, obtém-se um  $ROI = 0,27$ , indicando rentabilidade mesmo para o pior caso simulado.

Diante dos cenários elaborados e de seus resultados é possível se ter uma visão geral de como cada uma das variáveis impactam o indicador de viabilidade econômica que mede geração de valor. O impacto foi medido tanto com a sobreposição de algumas possibilidades como desagregados.

Tanto a análise de sensibilidade como o comparativo dos cenários aponta que o fator de maior poder de alteração de geração de valor para investidor é o período no qual há o recebimento da receita. Esse fator agride a geração de valor do projeto, que foi medido por meio do VPL, indicador que se demonstrou de fácil aplicação e interpretação.

Os Cenários A e B demonstram que os itens Materiais de Construção e Mão de Obra, mantém uma força aproximadamente igualitária, de fato esperada desde a análise de sensibilidade, já que ocupavam o mesmo grupo. O Cenário C mostra um ponto extremamente relevante, a sobreposição dos efeitos, a oneração dos dois itens descritos a pouco adicionados a uma demora a acontecer à efetivação das vendas, é capaz de defasar a geração valor em 12,2% comparativamente ao Cenário A.

Todo o esforço empregado em extrair o melhor indicador para análise, as variáveis mais importantes, gerar e simular cenários pode ser traduzido em algumas proposições:

- a) O tempo entre a entrega da obra e o recebimento da receita é o fator que mais corrobora para diminuição do VPL.
- b) Pode-se dizer que para esse projeto, mesmo nos piores cenários simulados existe geração de valor para o investidor.

- c) Há três variáveis dentro do projeto que influenciam em demasiado o indicador de viabilidade e, portanto, devem ser controlados: Receita de Vendas, Material de Construção e Mão de Obra.

## 6. CONCLUSÕES

Neste capítulo serão discriminados de forma clara todos os resultados encontrados neste relato, respondendo de pronto aos requisitos objetivados no início do mesmo e, por fim, salientando o que ainda poderá ser feito.

### 6.1 Conclusão

Este trabalho se validade dentro de suas proposições iniciais, concluindo-se como é possível aplicar modelos tradicionais de análise de investimentos para avaliar a viabilidade econômica de um empreendimento de construção civil levando em conta a sensibilidade do projeto em relação a algumas variáveis incertas. A aplicação se deu com uso do VPL em cada um dos cenários designados a representar possibilidades de ocorrência de eventos indesejados com as principais variáveis do empreendimento, apontadas pela análise de sensibilidade.

Faz-se válido enaltecer que esse tipo de estudo fomenta ao empreendedor não só uma base acerca das prováveis margens de lucros, mas também fornecem os pontos vulneráveis do fluxo de caixa, aqueles nos quais devem ser empreendido esforço e investimento para controlá-los, redução de custos, dentre outras medidas, evitando ao máximo a formação de cenários ruins.

O método aqui empregado se demonstrou de fácil entendimento e aplicação, obtendo uma análise completa do investimento, que leva em conta diversas possibilidades, abrange todos os itens do fluxo de caixa e dá ao empreendedor a possibilidade de avaliar se vale a pena correr o risco de investir no projeto levando em conta a pior hipótese esperada. Garante também resultados que podem ser comparados com outros projetos.

Levando-se em conta os resultados obtidos nas simulações empregadas, a análise de viabilidade econômica do projeto apresenta parecer favorável a realização do mesmo, tendo em vista que mesmo o pior caso simulado obteve geração de valor.

De acordo com os objetivos específicos a análise de investimentos foi desenvolvida no decorrer dos três primeiros tópicos do capítulo 5, onde o empreendimento foi descrito e a partir daí foi definido o Fluxo de Caixa provável do projeto e calculados os indicadores de viabilidade econômica (VPL, TIR, CAE e *Payback*) para o mesmo.

Em seguida, conforme o segundo objetivo a ser alcançado, no tópico 5.4, realizou-se uma ampla discussão acerca dos resultados dos indicadores e quais deles melhor se

adequavam ao prosseguimento do estudo, chegando a conclusão de que o VPL representava a melhor alternativa para se avaliar os cenários a serem simulados no tópico 5.7, haja vista que seus resultados são os que melhor norteiam a possibilidade de investir. Para tanto ainda foi verificado, nos tópicos 5.5 e 5.6, quais seriam as variáveis capazes de alterar significativamente o resultado do VPL e demonstrar como tais variações poderiam se tornar plausíveis de acontecer, traduzindo-as em cenários, essas etapas foram realizadas traduzindo dados qualitativos, obtidos junto ao empreendedor, em cenários quantificados.

Chegando ao tópico 5.7, encontraram-se os valores do indicador escolhido de cada cenário simulado, obtidos por meios dos cálculos baseados no referencial teórico. Esses resultados encontrados foram analisados no item 5.8 chegando à conclusão de que é possível investir nesse projeto, pois mesmo no pior cenário ainda há geração de valor.

Por fim, ressalta-se que todos os objetivos foram alcançados e estão embutidos na análise realizada neste estudo.

## **6.2 Sugestões para trabalhos futuros**

Este é um tópico onde se pode falar de outros passos que complementaríamos esta análise, como a avaliação da rentabilidade do investimento, métodos como o ROI podem ser aplicados em cada cenário, isso daria ao investidor uma medida relativa em relação ao valor investido e a geração de valor apontada pelo VPL.

Outra possível análise é a aplicação de métodos probabilísticos capazes de embutir na análise a taxa referida ao risco de investir, dada as incertezas atreladas ao futuro, poderiam ser feitas milhares de análises, sobrepondo milhares de configurações e obtendo milhares de possíveis resultados para os indicadores de viabilidade. De posse dos resultados seria possível realizar um estudo probabilístico insultado qual a probabilidade de se obter uma determinada faixa de resultados, seria a aplicação do Método de Monte Carlo.

## REFERÊNCIAS

- ASSAF NETO, Alexandre; LIMA, Fabiano Guasti. **Curso de administração financeira**. – 2. Ed. – São Paulo: Atlas, 2011.
- ASSAF NETO, Alexandre; **Finanças corporativas e valor**. – 5 ed – São Paulo: Atlas, 2010.
- BRITO, Paulo. **Análise e viabilidade de projetos de investimentos**. – 2. Ed. – São Paulo: Atlas, 2006,
- BRUNI, Adriano L., FAMÁ, Rubens. **As Decisões de Investimentos com aplicações na HP12C e EXCEL**. – 3 ed- São Paulo: Atlas, 2012.
- BRUNI, Adriano L., FAMÁ, Rubens e SIQUEIRA, José de O. **Análise de Risco na Avaliação de Projetos de Investimento: Uma Aplicação do Método de Monte Carlo**. São Paulo: FEA-USP, Caderno de Pesquisas em Administração, v.1, nº 6, 1º trim./1998.
- CASAROTTO FILHO, Nelson; KOPITTKE, Bruno Hartmut. **Análise de Investimentos**. 10. ed. São Paulo: Atlas, 2008.
- FERREIRA, Roberto G. **Engenharia econômica e avaliação de projetos de investimento: critérios de avaliação: financiamentos e benefícios fiscais: análise de sensibilidade e risco**. 1 ed. São Paulo: Atlas, 2009.
- FLEISCHER, Geraldo A . **Teoria da aplicação do capital: um estudo das decisões de investimento**. São Paulo: Edgard Blucher, 1973.
- GANGA, Gilberto Miller Devós. **Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) na engenharia de produção: um guia prático de conteúdo e forma**. São Paulo: Atlas 2012.
- GITMAN, Lawrence J. **Princípios de administração financeira**. 12. ed. Porto Alegre: Bookman, 2010.
- GIL, Antônio Carlos. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6 ed. São Paulo: Atlas, 2008.
- LAPPONI, Juan Carlos. **Projetos de investimentos na empresa**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2007.

Kassai, José Roberto; Santos, Ariovaldo dos; Alexandre Assaf Neto; **Retorno de investimento: abordagem matemática e contábil do lucro empresarial**. São Paulo: Atlas, 1999.

SAMANEZ, Carlos Patrício. **Gestão de investimentos e geração de valor**. São Paulo: Person Prentice Hall, 2007.

SANVICENTE, Antônio Zoratto. **Administração financeira**. São Paulo: Atlas, 1980.

SECURATO, José Roberto. **Decisões financeiras em condições de risco**. São Paulo: Atlas, 1993.

SILVA, Edna Lúcia da; Menezes, Estera Muszkat. **Metodologia da pesquisa e elaboração de dissertação**. 4 ed. Florianópolis: UFSC, 2005.

SILVA, Edson Cordeiro da; **Introdução à administração financeira: uma nova visão econômica e financeira para a gestão de negócios das pequenas e médias empresas**. Rio de Janeiro: LTC, 2009.

SILVA, José Pereira da; **Análise financeira das empresas**. – 11 ed – São Paulo: Atlas, 2012.

SOUZA, Alceu. **Decisões financeiras e análise de investimentos: fundamentos, técnicas e aplicações**. 2 ed. São Paulo: Atlas, 1997.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ. Biblioteca Universitária. **Guia de normalização de trabalhos acadêmicos da Universidade Federal do Ceará**. Fortaleza, 2013.

YIN, Robert K. **Estudo de caso: planejamento e métodos**. 3 ed. Porto Alegre: Bookman, 2005.