

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
ESCOLA DE ENGENHARIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL**

Bruno Girardi Bauermann

**ESTUDO DE VIABILIDADE ECONÔMICA NA
CONSTRUÇÃO CIVIL: ANÁLISE DE RISCO
UTILIZANDO O MÉTODO DE MONTE CARLO**

Porto Alegre
dezembro 2014

BRUNO GIRARDI BAUERMANN

**ESTUDO DE VIABILIDADE ECONÔMICA NA
CONSTRUÇÃO CIVIL: ANÁLISE DE RISCO UTILIZANDO
O MÉTODO DE MONTE CARLO**

Trabalho de Diplomação a ser apresentado ao Departamento de Engenharia Civil da Escola de Engenharia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, como parte dos requisitos para obtenção do título de Engenheiro Civil

Orientador: Tiago Pascoal Filomena
Coorientador: Eduardo Mirandola da Rocha

Porto Alegre
dezembro 2014

BRUNO GIRARDI BAUERMANN

**ESTUDO DE ESTUDOS DE VIABILIDADE ECONÔMICA NA
CONSTRUÇÃO CIVIL: ANÁLISE DE RISCO UTILIZANDO
O MÉTODO DE MONTE CARLO**

Este Trabalho de Diplomação foi julgado adequado como pré-requisito para a obtenção do título de ENGENHEIRO CIVIL e aprovado em sua forma final pelo Professor Orientador e pela Coordenadora da disciplina Trabalho de Diplomação Engenharia Civil II (ENG01040) da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Porto Alegre, dezembro de 2014

Prof. Tiago Pascoal Filomena
Dr. pela George Washington University
Orientador

Eduardo Mirandola da Rocha
Eng. Civil pela UFRGS
Coorientador

Profa. Carin Maria Schmitt
Dra. pelo PPGA/UFRGS
Coordenadora

BANCA EXAMINADORA

Prof. Eduardo Luis Isatto
UFRGS
Dr. pela Universidade Federal do
Rio Grande do Sul

Leonardo Riegel Sant'Anna
Mestre pela Universidade Federal do
Rio Grande do Sul

Eduardo Mirandola da Rocha
Eng. Civil pela Universidade Federal do
Rio Grande do Sul

Tiago Pascoal Filomena
UFRGS
Dr. pela George Washington University

Dedico este trabalho a meus pais, que sempre
me apoiaram e estiveram ao meu lado.

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao Prof. Tiago Pascoal Filomena, orientador, pelas suas contribuições na construção do trabalho.

Agradeço ao Engenheiro Civil Eduardo Mirandola da Rocha, coorientador, por esclarecer meus questionamentos e colaborar com dados essenciais para a conclusão deste trabalho.

RESUMO

A construção civil vive um momento de desaquecimento do mercado, o que torna ainda mais importante para as empresas a correta seleção de seus investimentos. Neste trabalho, procurou-se demonstrar como utilizar uma ferramenta que contribui para a tomada de decisão, a avaliação do risco em um estudo de viabilidade econômica com a utilização do método de Monte Carlo. Foi estudado um empreendimento real, que já havia sido analisado por uma empresa de construção. Partindo-se de um estudo de viabilidade tradicional (determinístico), foram selecionadas algumas variáveis para serem tratadas na análise de risco. Devido à disponibilidade de dados, somente uma foi tratada de forma probabilística e outras duas foram estudadas com a criação de cenários para seus valores. Com a escolha e determinação dos parâmetros das variáveis, foram feitas simulações de Monte Carlo, revelando a distribuição de probabilidade dos indicadores de viabilidade do empreendimento. A análise dos resultados mostrou que o empreendimento estudado é viável economicamente e, apesar de existirem certas dificuldades e custos na avaliação do risco, ela oferece um grande potencial de auxiliar a tomada de decisão.

Palavras-chave: Estudo de Viabilidade Econômica. Construção Civil.
Método de Monte Carlo.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Etapas da pesquisa	13
Figura 2 – Fluxograma das etapas do estudo de viabilidade econômica	18
Figura 3 – Exemplo de fluxo de caixa	22
Figura 4 – Perfis de VPL	30
Figura 5 – Fluxo de caixa do projeto C	31
Figura 6 – Perfil de VPL do projeto C	32
Figura 7 – Análise de sensibilidade	34
Figura 8 – Método da transformada inversa	37
Figura 9 – Método da aceitação-rejeição	38
Figura 10 – Localização do empreendimento	41
Figura 11 – Análise de sensibilidade	46
Figura 12 – Cenário de vendas	47
Figura 13 – Distribuição de probabilidade da razão entre o orçado e realizado	49
Figura 14 – Comparação entre dados e distribuição ajustada	50
Figura 15 – Distribuição de resultados de VPL do cenário A	51
Figura 16 – Distribuição de resultados de VPL do cenário B	52
Figura 17 – Distribuição de resultados de VPL do cenário C	52
Figura 18 – Distribuição de resultados de VPL do cenário D	53

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Departamentos e dados envolvidos no estudo de viabilidade	15
Tabela 2 – Áreas do projeto	41
Tabela 3 – Tipologia dos apartamentos	42
Tabela 4 – Resumo dos componentes do fluxo de caixa	44
Tabela 5 – Testes de ajuste da distribuição	49
Tabela 6 – Cenários simulados	50
Tabela 7 – Resumo dos resultados dos cenários para VPL	51
Tabela 8 – Resumo do VPL por cenário	54
Tabela 9 – Redução do VPL por cenário	54

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	10
2 DIRETRIZES DE PESQUISA	11
2.1 QUESTÃO DE PESQUISA	11
2.2 OBJETIVOS DA PESQUISA	11
2.2.1 Objetivo Principal	11
2.2.2 Objetivos Secundários	11
2.3 DELIMITAÇÕES	12
2.4 LIMITAÇÕES	12
2.5 DELINEAMENTO	12
3 ESTUDO DE VIABILIDADE ECONÔMICA	14
3.1 DEPARTAMENTO COMERCIAL	15
3.2 DEPARTAMENTO FINANCEIRO	16
3.3 DEPARTAMENTO DE PRODUTO	16
3.4 DEPARTAMENTO DE PROJETO E ORÇAMENTO	17
3.5 ORGANIZAÇÃO DO ESTUDO DE VIABILIDADE ECONÔMICA	17
4 ANÁLISE DE INVESTIMENTO	20
4.1 FLUXO DE CAIXA	21
4.2 TAXA MÍNIMA DE ATRATIVIDADE E CUSTO DE CAPITAL	23
4.3 INDICADORES DE VIABILIDADE	25
4.3.1 Payback	26
4.3.2 Valor Presente Líquido	27
4.3.3 Valor Anual Uniforme Equivalente	28
4.3.4 Taxa Interna de Retorno	29
4.3.5 Comparação Entre VPL e TIR	30
4.4 RISCO E INCERTEZA NA ANÁLISE DE INVESTIMENTOS	33
4.4.1 Análise de Sensibilidade	33
4.4.2 Método de Monte Carlo	35
5 CASO ESTUDADO	40
5.1 CARACTERIZAÇÃO DO EMPREENDIMENTOS	40
5.2 ESTUDO DE VIABILIDADE DETERMINÍSTICO	42
5.3 ANÁLISE DE RISCO	45
5.3.1 Escolha e definição dos parâmetros das variáveis estudadas	45
5.3.2 Simulações de Monte Carlo	50

6 ANÁLISE FINAL E CONCLUSÕES	54
REFERÊNCIAS	56
APÊNDICE A	58

1 INTRODUÇÃO

A construção civil no Brasil tem apresentado um grande crescimento em anos recentes. O setor é aquecido pela alta demanda dos consumidores, facilidade de acesso ao crédito, desemprego estável e por subsídios governamentais. Esses fatores têm garantido um bom nível de vendas e um aumento considerável nos preços ao longo dos últimos anos. Com o bom momento do mercado, as empresas aumentaram o número de lançamentos de novos empreendimentos e a concorrência tornou-se cada vez mais acirrada. Para os próximos anos, existem previsões indicando que o mercado vai perder força, com alguns especialistas considerando até a existência de uma bolha imobiliária no país. (LEAL; VILARDAGA, 2014)

Frente a esse cenário, é importante que as empresas escolham seus investimentos com cautela. Assim, o estudo de viabilidade econômica torna-se um fator chave para determinar a construção de um novo empreendimento. Para ser realizado com precisão é necessário conhecer o maior número possível de aspectos que podem afetar o resultado do estudo, desde os fatores mais básicos, como custo da obra e receita com vendas, até custos menores e fatores externos. Porém, segundo Casarotto Filho e Kopittke (2010), mesmo conhecendo todos esses dados, o desconhecimento do seu comportamento futuro não pode ser negligenciado, já que, conforme Couper (2003), o resultado financeiro do projeto pode ser severamente comprometido. Portanto conhecer o risco associado a um novo empreendimento é de grande ajuda para o tomador de decisão, que assim tem a sua disposição uma maior quantidade de informações para avaliar seus investimentos.

Neste trabalho, os primeiros capítulos oferecem uma revisão sobre a construção de estudos de viabilidade econômica por empresas de construção e também sobre análise de investimento de modo geral. Já no capítulo 5, foi estudado um caso específico, elaborou-se um estudo de viabilidade econômica para um empreendimento residencial real, cujas informações foram cedidas por uma empresa de incorporação e construção. Com base nesse estudo e utilizando técnicas de análise de risco, foram verificadas as variáveis que mais contribuem para a incerteza do processo e quais seus parâmetros. Por fim, a partir de simulações pelo método de Monte Carlo, foi calculada a distribuição de probabilidade de um indicador de viabilidade econômica para o projeto analisado.

2 DIRETRIZES DA PESQUISA

As diretrizes para desenvolvimento do trabalho são descritas nos próximos itens.

2.1 QUESTÃO DE PESQUISA

O presente estudo pretende responder: qual a distribuição de probabilidade dos valores de um indicador calculado em um estudo de viabilidade financeira de um empreendimento da construção civil.

2.2 OBJETIVOS DA PESQUISA

Os objetivos são classificados como principal e secundário e são descritos nos próximos itens.

2.2.1 Objetivo Principal

Verificação da distribuição de probabilidade de um indicador da viabilidade econômica de um empreendimento, de acordo com as variáveis probabilísticas, empregando o método de Monte Carlo.

2.2.2 Objetivos secundários

Os objetivos secundários do trabalho são:

- a) identificação das variáveis mais relevantes para serem tratadas de forma probabilística;
- b) determinação das distribuições e seus parâmetros para as variáveis identificadas.

2.3 DELIMITAÇÕES

O trabalho delimita-se a análise de um empreendimento na cidade de Porto Alegre.

2.4 LIMITAÇÕES

O trabalho está sujeito às seguintes limitações:

- a) análise de somente um empreendimento residencial;
- b) obtenção de dados de somente uma empresa de construção.

2.5 DELINEAMENTO

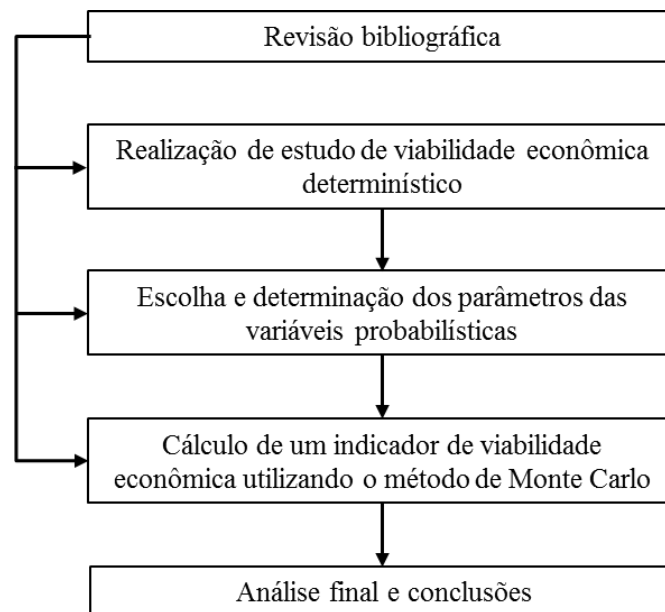
O trabalho foi realizado através das etapas apresentadas a seguir, que estão representadas na figura 1, e são descritas nos próximos parágrafos:

- a) revisão bibliográfica;
- b) realização do estudo de viabilidade econômica determinístico
- c) escolha e determinação dos parâmetros das variáveis probabilísticas;
- d) cálculo de um indicador de viabilidade econômica utilizando o método de Monte Carlo;
- e) análise final e conclusão.

A primeira etapa do trabalho consiste na **pesquisa bibliográfica**. Foram levantados todos os aspectos teóricos de Engenharia Econômica e de Engenharia Civil que são relevantes para o trabalho.

A próxima fase é a **realização do estudo de viabilidade econômica determinístico** para o projeto analisado. Foram levantados os custos e receitas de um empreendimento junto a uma empresa de construção civil, e selecionou-se um projeto que corresponda à tipologia usual das edificações de grandes empresas do ramo.

Figura 1 – Etapas da pesquisa



(fonte: elaborado pelo autor)

Na terceira etapa foi feita a **escolha e determinação dos parâmetros das variáveis probabilísticas**. Identificaram-se as variáveis de entrada do estudo que merecem um tratamento probabilístico, seja por sua alta variabilidade observada ou pela sua grande influência no cálculo do indicador de viabilidade.

A quarta etapa foi o **cálculo de um indicador de viabilidade econômica utilizando o método de Monte Carlo**. O estudo realizado na segunda etapa serviu como base para a realização da simulação considerando as variáveis probabilísticas selecionadas na etapa três. Os resultados foram exibidos em um gráfico onde pode-se observar a distribuição de probabilidade apresentada pelo indicador de viabilidade econômica.

A última etapa foi a **análise final e conclusões**, quando foi feito o fechamento do trabalho com a avaliação dos resultados obtidos.

3 ESTUDO DE VIABILIDADE ECONÔMICA

Investir significa comprometer capital a fim de se alcançar no futuro uma situação melhor que a atual. Empresas e indivíduos se deparam com inúmeras possibilidades de investimento ao longo do tempo e devem decidir quais alternativas que levam ao melhor resultado. Para tomar essa decisão, uma infinidade de critérios é utilizada, desde os mais subjetivos, como a experiência pessoal, até os mais objetivos, baseados em técnicas de Engenharia Econômica.

Segundo Galesne et al. (1999), em uma empresa as decisões de investimento não devem ser encaradas de forma leviana, pois são delas que depende o seu futuro financeiro. Cada projeto de investimento deve superar uma série de obstáculos com sucesso, para provar que é uma alternativa possível, e emergir como a melhor escolha dentre as diversas opções disponíveis para a empresa.

Na origem de todo o processo para a escolha do investimento, está uma ideia. Ela pode partir de qualquer um dos envolvidos nos processos da empresa, pode ser um cliente, um técnico, um gerente, etc. Se a ideia for relevante e compatível com as atividades da empresa, ela é estudada em profundidade, a fim de se detalhar exatamente quais os meios possíveis para implantá-la (GALESNE et al., 1999).

Depois dessa primeira fase, do levantamento e detalhamento da ideia, surge a avaliação dos recursos necessário e disponíveis para a sua implantação. Devem ser estimados os fluxos de caixa relativos ao projeto e então avaliadas as possibilidades da empresa para levantar recursos para sua execução. Por fim é calculado algum indicador que expresse em termos objetivos a viabilidade da alternativa em estudo. É com esse resultado que deve ser tomada a decisão final de investir ou não no projeto (GALESNE et al., 1999).

Segundo Goldman (2004), na indústria da construção civil, o primeiro passo para a realização de um novo empreendimento é seu estudo de viabilidade econômica. Somente após ter passado com sucesso por esta etapa é que deve começar o planejamento definitivo e a construção de uma edificação. Assim conclui-se que a realização de um estudo abrangente e realista é de extrema importância, pois é nesse momento que devem ser detectados os projetos não rentáveis, e não depois de iniciada sua construção.

De maneira geral, existem quatro setores em uma empresa de construção que estão diretamente envolvidos no estudo de viabilidade. O departamento de Planejamento e Orçamento, o Comercial, o Financeiro e o de Arquitetura. Os quatro fornecem os dados necessários para a realização do estudo, conforme a tabela 1, e suas atribuições são detalhadas a seguir, conforme as definições feitas por Goldman (2004) e Vivancos (2001).

Tabela 1 – Departamentos e dados envolvidos no estudo de viabilidade

Departamento	Dados
Comercial	Valor do terreno Valor de venda dos imóveis Despesas com promoções
Financeiro	Despesas financeiras (financiamento ou recursos próprios)
Produto	Projetos preliminares
Planejamento e Orçamento	Curvas e valores totais dos custos de obra

(fonte: adaptado de GOLDMAN, 2004)

3.1 DEPARTAMENTO COMERCIAL

As empresas de construção civil geralmente contam com um departamento que pode ser chamado de Comercial ou Vendas, cuja atribuição principal é promover a venda dos imóveis da construtora. Segundo Vivancos (2001), entre as atribuições do setor estão o fornecimento dos seguintes dados:

- a) valor do terreno;
- b) valor de venda dos imóveis;
- c) despesas com promoções.

O **valor do terreno** é normalmente obtido através de duas formas, por uma estimativa a partir do preço médio por m² praticado na região do local em estudo, ou por negociação direta com o proprietário do terreno visado (GOLDMAN, 2004).

A obtenção do **valor de venda dos imóveis** é geralmente feita com o levantamento dos preços praticados na região do terreno em estudo. Buscam-se preços de imóveis com padrão semelhante ao que se deseja construir, que podem ser da própria construtora ou de empresas

concorrentes, para se chegar a um valor esperado para a venda do empreendimento. Nesse ponto o pessoal da área de vendas e os corretores atuam ativamente, pois estão na linha de frente do mercado e conseguem ter uma sensibilidade mais apurada de suas condições. Outra forma de se obter esse valor é por pesquisas com moradores da região, questionando o preço que pagariam por um imóvel com determinadas características. Grandes empresas geralmente mesclam essas duas formas para chegar ao valor final (GOLDMAN, 2004).

Por fim, segundo Goldman (2004) o departamento comercial também fornece o valor das **despesas com promoções**. Elas são definidas de acordo com a estratégia de vendas da empresa, e seu valor é geralmente expresso como um percentual do Valor Geral de Vendas.

3.2 DEPARTAMENTO FINANCEIRO

Dependendo da estratégia da empresa, os recursos para a construção de um empreendimento podem ser próprios ou de terceiros (principalmente financiamentos) e os custos associados ao levantamento deste capital são chamadas de **despesas financeiras** (GOLDMAN, 2004). O departamento Financeiro mantém o controle e pode fornecer esse custo e seu valor considerado junto com as outras despesas do estudo de viabilidade (VIVANCOS, 2001).

3.3 DEPARTAMENTO DE PRODUTO

O ideal para a realização de um estudo de viabilidade seria contar com todos os projetos detalhados do empreendimento, assim poderia se estimar com maior precisão o orçamento e por consequência o fluxo de despesas do estudo de viabilidade. Porém, pelo próprio objetivo do estudo, ou seja, indicar se o empreendimento será executado ou não, a maioria das empresas decide realizá-lo somente com os **projetos preliminares** e contrata os projetos detalhados somente se o projeto for considerado viável (GOLDMAN, 2004).

Se não houver qualquer tipo de projeto nem detalhamento, Goldman (2004), afirma que pode-se obter um orçamento simplificado utilizando a área construída do empreendimento. Como estimativa para essa área, adota-se geralmente o que permitido pelo plano diretor da cidade, no caso de Porto Alegre, a área do terreno multiplicada pelo índice construtivo. Com o valor da área, o custo da obra pode ser estimado por métodos como o de área equivalente de

construção, o custo unitário básico da construção (disponibilizado pelos sindicatos estaduais da construção) ou ainda pelo histórico de custos por m² da própria construtora.

3.4 DEPARTAMENTO DE PLANEJAMENTO E ORÇAMENTO

Esse departamento, conforme explica Vivancos (2001), é responsável pela elaboração do planejamento operacional e do orçamento para a posterior execução da obra. Sua contribuição para o estudo de viabilidade econômica se dá com o fornecimento de dados de custo e duração do empreendimento analisado. Rocha (2014) detalha que os dados fornecidos são principalmente o Custo Raso da Obra, que é a soma de todas as despesas com a construção do empreendimento e a Curva da Obra, um cronograma do desembolso esperado em cada mês da construção.

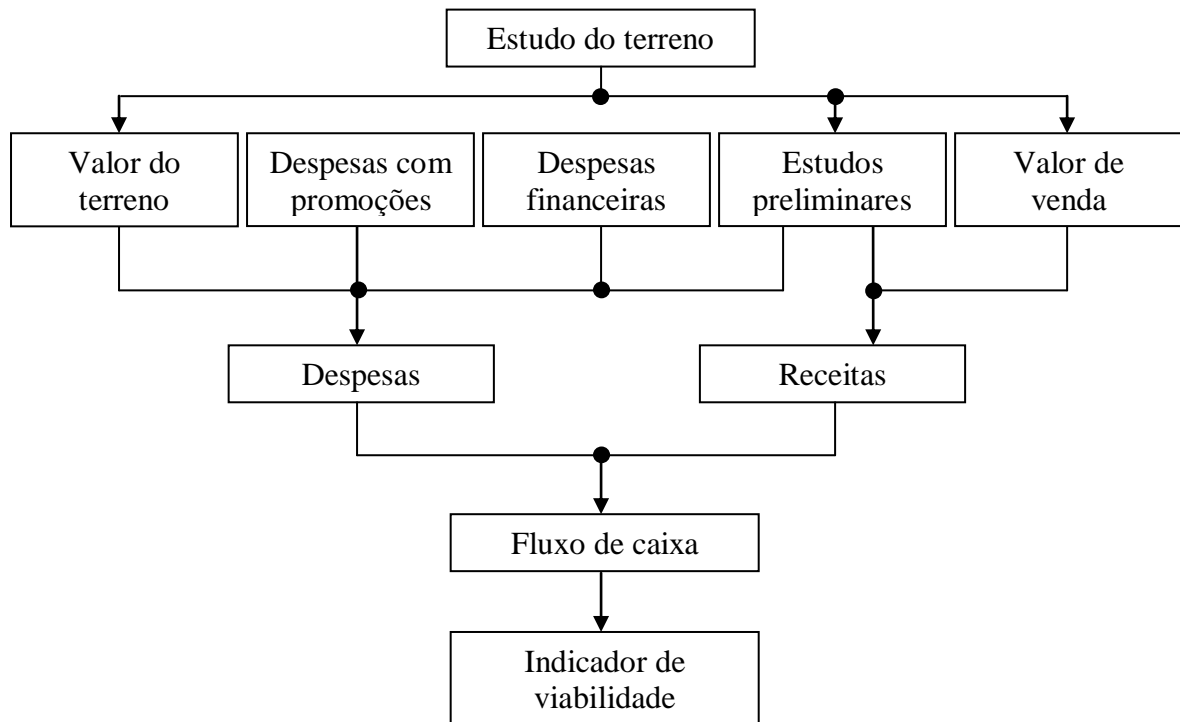
3.5 ORGANIZAÇÃO DO ESTUDO DE VIABILIDADE ECONÔMICA

Em linhas gerais, na construção civil, o estudo de viabilidade se desenvolve seguindo o fluxograma exposto na figura 2 e está detalhado nos próximos parágrafos.

Todo o processo começa com o **estudo do terreno**, segundo Vivancos (2001), a empresa faz o monitoramento dos locais disponíveis e os avalia para decidir se eles estão de acordo com a sua estratégia. Goldman (2004) explica que são analisadas as dimensões do terreno e sua localização para verificar se elas são adequadas à tipologia de edificação que a empresa constrói. Se ela trabalha com empreendimentos de alto padrão, de nada adianta um terreno com boas dimensões numa região de baixo poder aquisitivo.

Depois dessa avaliação subjetiva do local, começam a se levantar os dados básicos para o estudo de viabilidade. Geralmente o primeiro a ser obtido é o **valor do terreno**, normalmente com negociação direta com o proprietário. Também se iniciam os **estudos preliminares** de arquitetura. Define-se o número de unidades, a área de construção, o padrão de acabamento, etc. (GOLDMAN, 2004). Nesse ponto as construtoras mais estruturadas e com bastante tempo de experiência utilizam seu histórico de obras para calcular o custo, empresas que não possuem tais registros geralmente utilizam o CUB para estimar esse valor, ficando o setor de Planejamento e Orçamento encarregado desses cálculos (VIVANCOS, 2001).

Figura 2 – Fluxograma das etapas do estudo de viabilidade econômica



(fonte: elaborado pelo autor)

Paralelamente as definições arquitetônicas, calcula-se o **valor de venda** das unidades. Os dois itens estão ligados, pois do projeto arquitetônico saem as definições mais específicas do padrão do imóvel que está sendo construído, o que influencia o valor que a construtora cobrará de seus futuros compradores. Ao mesmo tempo também são definidos os valores das **despesas com promoções** e das **despesas financeiras**, com a obtenção desses dois dados, se tem todas as variáveis necessárias para começar a parte analítica do estudo (GOLDMAN, 2004).

Com todas as despesas e receitas definidas, parte-se para a definição do **fluxo de caixa**. Os dois valores são distribuídos ao longo do tempo para gerar uma previsão aproximada de suas movimentações durante a construção do empreendimento. Na maioria das empresas se utiliza o histórico de obras anteriores para estimar o comportamento das novas obras, fazendo-se apenas adaptações quanto à magnitude dos custos e receitas, que variam de empreendimento para empreendimento (GOLDMAN, 2004).

Por fim calcula-se o **indicador de viabilidade**, para atestar se o empreendimento é ou não viável. Nessa última etapa também entram critérios subjetivos dos gestores da empresa. São

revisadas novamente as características do projeto e mesmo que o indicador mostre que o projeto é viável, os gestores da empresa podem decidir que ele não é suficientemente rentável para ser levado adiante. Esse é o melhor momento para tomar essa decisão, pois ainda não se gastou com projetos aprofundados e com a construção, portanto não são desperdiçados muitos recursos ao se optar pela não implantação do projeto. Depois desse ponto, o custo de desistir começa a aumentar consideravelmente, pois cada vez mais recursos estão comprometidos com o empreendimento, primeiro com os projetos e depois com a própria obra (GOLDMAN, 2004).

4 ANÁLISE DE INVESTIMENTO

Todo estudo de viabilidade econômica tem várias etapas cujos princípios estão baseados na Engenharia Econômica. Para se entender com clareza esses passos, é necessário ter conhecimento das técnicas e conceitos teóricos da disciplina. Uma definição concisa da Engenharia Econômica é dada por Balarine (2004, p. 12):

A Engenharia Econômica, como instrumento destinado à análise de investimentos, representa um processo decisório, consistindo na escolha do tipo de aplicação (investimento) mais apropriado à empresa ou indivíduo, pressupondo a aceitação do conceito de que se deve atribuir um valor ao dinheiro no tempo.

Portanto, o objetivo que se busca atingir ao se utilizar a engenharia econômica é uma tomada de decisão assentada em critérios objetivos, que indiquem a melhor escolha a se fazer ao realizar um projeto de investimento. As duas premissas básicas consideradas são:

- a) valor do dinheiro no tempo;
- b) custo de oportunidade.

Uma quantia monetária recebida no futuro não é equivalente a essa mesma quantia se ela fosse recebida hoje, pois o **valor do dinheiro no tempo** não é constante. Ao se deixar de receber o dinheiro no presente, priva-se de consumir agora para consumir depois, e esse sacrifício deve ser remunerado. Além disso, a inflação, a alta generalizada nos preços de bens e serviços no mercado, independente de suas causas, corrói o poder de compra do dinheiro ao longo do tempo e faz com que uma quantia monetária hoje, compre cada vez menos produtos no futuro. Por isso ao fazer uma aplicação financeira, por exemplo, sempre se remunera o dinheiro com uma taxa de juros, ela é o prêmio pela privação do uso do capital agora e a compensação pela perda do seu valor ao longo do tempo (BALARINE, 2004).

O **custo de oportunidade** é definido por Balarine (2004), como a remuneração alternativa que o capital teria na escolha de outros projetos de investimentos além do que se está estudando. O principal custo de oportunidade na análise de investimentos é a remuneração das aplicações seguras no mercado financeiro, se ela for maior que a remuneração do investimento em estudo, é mais vantajoso aplicar o dinheiro do que levar adiante o projeto em questão.

A partir desses conceitos básicos expostos anteriormente, desenvolveu-se todo o ferramental teórico para fazer o cálculo de um estudo de viabilidade econômica. Surgiram, conceitos como o fluxo de caixa, e taxa mínima de atratividade. Para alimentá-los, devem ser conhecidas receitas, custos, origem do capital, etc. Combinando tudo isso, é possível calcular um indicador que expresse a viabilidade do projeto. Todos esses conceitos e dados necessários para a realização de um estudo de viabilidade são descritos nos itens a seguir.

4.1 FLUXO DE CAIXA

Um dos instrumentos mais importantes para a solução dos problemas encontrados pela Engenharia Econômica é o fluxo de caixa. Ele representa graficamente um conjunto de entradas e saídas de dinheiro em um caixa, ao longo do tempo. Um fluxo de caixa realista é provavelmente um dos fatores mais importantes para a boa qualidade do estudo, pois os indicadores de viabilidade são calculados a partir das entradas e saídas de caixa do projeto em análise (GITMAN, 2004).

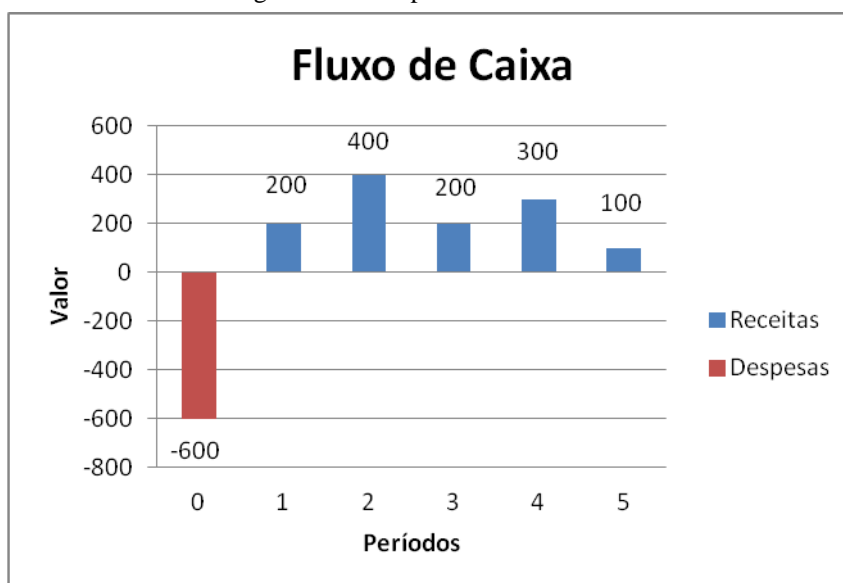
No eixo horizontal de um fluxo de caixa, são representados os períodos de tempo em que ocorrem as entradas e saídas e no eixo vertical a magnitude dessas movimentações. A figura 3 apresenta um fluxo de caixa simples, com a indicação das saídas em vermelho e das entradas em azul. Outra representação tradicional do fluxo de caixa é com a utilização de setas ao invés de barras.

Segundo Gitman (2004) os fluxos de caixa geralmente são formados por três componentes básicos:

- a) investimento inicial;
- b) entradas de caixa operacionais;
- c) fluxo de caixa terminal.

Tomando como exemplo o projeto da aquisição de uma nova máquina em uma indústria, pode-se distinguir as três categorias. Existe o **investimento inicial** da compra do equipamento, as **entradas de caixa operacionais** relacionadas a sua utilização e, no momento em que esgotar sua vida útil, a máquina pode ser vendida, mesmo que somente como sucata, o que gera o **fluxo de caixa terminal**.

Figura 3 – Exemplo de fluxo de caixa



(fonte: elaborado pelo autor)

O componente preponderante, no caso de um empreendimento da construção civil, são as entradas de caixa operacionais. Não existe um investimento inicial bem definido de acordo com o sentido proposto acima, afinal ele seria a própria construção do empreendimento, fato que não gera um fluxo inicial único, mas sim uma distribuição de saídas ao longo do tempo da obra. Além disso, o fluxo de caixa terminal, que poderia ser encarado como a venda dos imóveis, também é distribuído ao longo do tempo.

Gitman (2004), também propõem a classificação dos fluxos de caixa em duas categorias:

- a) convencionais;
- b) não convencionais.

Os **fluxos de caixa convencionais** são aqueles em que existe somente um desembolso, o investimento inicial, e em todos os outros períodos são registrados somente entradas de caixa. Os **fluxos de caixa não convencionais** registram além do gasto inicial, saídas de caixa também em períodos intermediários.

Os fluxos registrados na construção civil são não convencionais, pois sempre existem saídas de caixa além daquela no período inicial, afinal para a realização de uma obra sempre são necessários uma série de desembolsos para a compra de insumos e mão de obra durante todo o período de construção do empreendimento.

4.2 TAXA MÍNIMA DE ATRATIVIDADE E CUSTO DE CAPITAL

Galesne et al. (1999, p. 237) afirmam que “[...] a taxa mínima de atratividade (TMA) refere-se à **rentabilidade mínima exigida dos investimentos pelos dirigentes da empresa** [...]”, ou seja, é a menor rentabilidade aceitável para um investimento ser posto em prática. Seu valor está ligado a diversos conceitos, como o custo de oportunidade, níveis de risco e custo de capital.

Vários indicadores de viabilidade utilizam a TMA durante seu cálculo. Nesses métodos, ela é o valor que deve ser superado pelo investimento para ele se mostrar vantajoso para a empresa. Portanto uma estimativa precisa da TMA é crucial para a empresa. Se for estimada uma taxa muito elevada, podem ser rejeitados projetos que na verdade seriam rentáveis e se, ao contrário, a taxa estimada for muito baixa, podem ser aceitos projetos que se mostrarão deficitários (CASAROTTO FILHO; KOPITTKE, 2010).

A TMA pode ser obtida a partir de modelos que levam em conta características do mercado e da empresa, como o custo de capital, que é a taxa que a empresa paga para captar recursos de suas variadas fontes de financiamento. Esse custo é um conceito dinâmico, que está sujeito a variações ao longo do tempo, devido a mudanças na estrutura de capital da empresa e alterações nas condições do mercado, portanto é fruto de atenção pelos gestores financeiros, pois deve ser constantemente reavaliado. Alternativamente, a TMA pode ser determinada politicamente pelos diretores da empresa, que podem utilizar critérios subjetivos como sua experiência e conhecimento do mercado para defini-la (GITMAN, 2004).

Existem vários métodos para o cálculo da TMA a partir do custo de capital, um dos mais utilizados é o custo médio ponderado de capital (CMPC). Segundo Gitman (2004), essa técnica utiliza três custos principais:

- a) capital de terceiros;
- b) emissão de ações;
- c) capital próprio.

O **custo do capital de terceiros** é a taxa que se paga para levantar capital externo para um projeto de investimento da empresa. O capital de terceiros pode ser obtido de duas formas, pela contratação de financiamentos ou pela emissão de obrigações (debêntures). No primeiro caso, o custo de capital é diretamente a taxa de juros do financiamento, no segundo é a taxa

que está sendo paga aos compradores das obrigações, deduzido o imposto de renda (GITMAN, 2004).

Outra forma de financiar projetos de investimentos em empresas de capital aberto é com emissões de ações preferenciais. Gitman (2004), diz que esse tipo de ação dá ao seu proprietário o direito de receber dividendos estipulados durante o ano. Assim, ao emitir ações preferenciais, a empresa calcula o **custo de capital da emissão de ações** pela fórmula 1:

$$k_p = D_p / N_p \quad (\text{fórmula 1})$$

Onde:

D_p = dividendo anual total pago para os proprietários das novas ações emitidas;

N_p = recebimentos líquidos com a venda das ações.

O **custo de capital próprio** é o retorno exigido pelos proprietários da empresa ou de suas ações ordinárias. Existem duas origens para esse capital, a retenção de lucros, que seriam distribuídos em ações preferenciais, e a emissão de novas ações ordinárias. Segundo Gitman (2004), a forma mais utilizada de mensurar o custo de capital próprio é o modelo de formação de preços de ativos (CAPM). Ele relaciona o retorno exigido com o risco não diversificável da empresa, seu valor é calculado pelo k_s :

$$k_s = R_f + [b \times (k_m - R_f)] \quad (\text{fórmula 2})$$

Onde:

R_f = taxa de retorno livre de risco;

k_m = retorno médio do mercado;

b = risco não diversificável da empresa.

A taxa de retorno livre de risco (R_f) é a rentabilidade de um título considerado muito seguro, ou seja, a probabilidade de calote é quase nula. Geralmente é utilizado o rendimento da caderneta de poupança, de títulos do tesouro, de certificados de depósito bancário de grandes bancos, entre outros.

O retorno médio do mercado (k_m), segundo Galesne et al. (1999), pode ser tomado simplesmente como o rendimento do Ibovespa, que representa a variação das ações que compõem 80% das negociações na BM&FBovespa. Esse índice representa de forma abrangente o retorno das maiores empresas do mercado. Também pode ser constituída outra carteira, com ações ou índices que sejam considerados mais representativos do mercado.

O risco não diversificável da empresa (β), mede a relação entre o retorno do ativo em estudo e o retorno do mercado. Ele pode ser obtido em publicações especializadas, pela contratação de estudos de mercado ou medido pela observação dos retornos e variâncias de negócios com mesma classe de risco.

Depois de definidos ou calculados os custos das diversas fontes de capital, o CMPC é determinado somando o produto dos custos de cada fonte pela sua proporção na estrutura de capital da empresa, o que pode ser expresso na fórmula 3, dada por Gitman (2004):

$$\text{CMPC} = (w_t \times k_t) + (w_a \times k_a) + (w_p \times k_p) \quad (\text{fórmula 3})$$

Onde:

w_t = proporção de capital de terceiros na estrutura de capital;

k_t = custo de capital de terceiros;

w_a = proporção ações na estrutura de capital;

k_a = custo de capital da emissão de ações;

w_p = proporção de capital próprio na estrutura de capital;

k_{tp} = custo de capital próprio.

4.3 INDICADORES DE VIABILIDADE

Existem vários indicadores que representam a viabilidade de um projeto. Entre os mais utilizados estão:

- a) *payback*;
- b) valor presente líquido;
- c) valor anual uniforme equivalente;
- d) taxa interna de retorno.

4.3.1 Payback

Este método é um dos mais simples para a avaliação de investimentos. Conforme Casarotto Filho e Kopittke (2010), o *payback* mede o tempo necessário para que a empresa recupere seu investimento inicial em um determinado projeto. Seu cálculo é feito somando as entradas de caixa operacionais até se obter um valor maior ou igual que o investimento inicial. O período de *payback* é então o tempo para que as entradas de caixa superem ou igualem o investimento inicial.

O critério de decisão para este método é o período máximo aceitável de recuperação do investimento inicial. Esse intervalo de tempo é determinado subjetivamente pela empresa, com base no tipo de projeto e o risco que ele oferece. Assim, quando se calcula o *payback* a decisão é tomada da seguinte forma:

- a) o projeto é **aceito** quando o período de *payback* é menor que o período máximo aceitável para a recuperação do investimento;
- b) o projeto é **rejeitado** quando o período de *payback* é maior que o período máximo aceitável para a recuperação do investimento.

O *payback* não é uma técnica considerada sofisticada, pois ela não leva integralmente em conta o valor do dinheiro no tempo, além disso, a definição do período máximo de recuperação do investimento não é um critério definido em bases teóricas para a maximização do lucro.

Pela sua simplicidade de cálculo, o *payback* geralmente é utilizado para avaliação rápida de projetos de investimento pequenos em grandes empresas. Nas pequenas empresas, que não contam com especialistas financeiros, ele é utilizado para análises de investimento em geral. Por vezes ele também é utilizado como uma avaliação complementar para os outros métodos, pois é considerado uma medida de exposição ao risco. Assim, normalmente utiliza-se algum outro método como indicador principal e o *payback* como um complemento auxiliar na decisão (GITMAN, 2004).

4.3.2 Valor Presente Líquido

O valor presente líquido é a diferença entre as entradas e saídas de caixa dos diferentes períodos, levados ao período inicial com a utilização de uma taxa de desconto. Segundo Gitman (2004), seu cálculo é feito subtraindo-se o valor do investimento inicial do somatório do fluxo de caixa líquido de cada período dividido pela taxa de desconto correspondente, como expresso na fórmula 4:

$$\text{VPL} = \sum [\text{FC}_t / (1 + k)^t] - \text{FC}_0 \quad (\text{fórmula 4})$$

Onde:

FC_t = fluxo de caixa em um período t ;

k = taxa de desconto utilizada;

t = número do período;

FC_0 = fluxo de caixa no período zero, ou seja, o investimento inicial.

O critério de decisão é o valor resultante do próprio VPL:

- a) o projeto é **aceito** se o VPL é maior do que zero;
- b) o projeto é **rejeitado** se o VPL é menor do que zero.

Um VPL positivo significa que em valor presente as entradas de caixa do projeto foram maiores do que as saídas, portanto o projeto deve ser aceito.

A taxa de desconto utilizada é a TMA, cuja definição foi dada anteriormente. Utilizando-se esta taxa, garante-se que o cálculo do VPL representa corretamente a viabilidade do projeto para a empresa. A utilização de uma taxa de desconto também implica que fluxos de caixa muito distantes do período inicial tenham um valor cada vez menor no tempo presente, pois quanto mais para o futuro eles estiverem, maior é o desconto que incide sobre seus valores. Taxas de desconto elevadas fazem com que esse efeito fique cada vez mais acentuado e, nesses casos, o investimento inicial muitas vezes se torna um fator determinante no cálculo do VPL.

Quanto maior o resultado do VPL, melhor é o projeto, esse fato é utilizado quando se está analisando várias opções. Porém isso só vale para investimento de durações iguais,

alternativas com durações diferentes não podem ser comparados diretamente utilizando o VPL. Ocorre que um projeto de longa duração com um VPL grande pode não ser tão vantajoso quanto uma série de projetos curtos com um VPL menor. Para analisar esses casos uma das técnicas que pode ser utilizada é o valor anual uniforme equivalente (GITMAN, 2004).

4.3.3 Valor Anual Uniforme Equivalente

Esta técnica é uma modificação do VPL, ela é calculada transformando o valor presente líquido em um valor uniforme distribuído ao longo do período de duração do projeto. Segundo Filomena [2012a], seu cálculo é dado pela fórmula:

$$\text{VAUE} = \text{VPL} \times [k \times (1 + k)^T] / [(1 + k)^T - 1] \quad (\text{fórmula 5})$$

Onde:

VPL = valor presente líquido;

k = taxa de desconto utilizada;

T = duração total do projeto;

O critério de decisão é o próprio resultado do Valor Anual Uniforme Equivalente (VAUE):

- a) o projeto é **aceito** se o VAUE for maior do que zero;
- b) o projeto é **rejeitado** se o VAUE for menor do que zero.

Por ser somente outra forma de expressar o VPL, os dois métodos têm critérios semelhantes e dependentes, ou seja, se o projeto for aceito pelo VPL, ele deve ser aceito também pelo VAUE e vice-versa (FILOMENA, [2012a]).

Assumindo-se o princípio da repetibilidade dos investimentos, isto é, que os projetos podem ser repetidos indefinidamente sempre com o mesmo VPL, alternativas com vidas diferentes podem ser comparadas facilmente calculando-se o VAUE. A avaliação é feita analisando-se diretamente o valor de VAUE dos projetos em estudo, o maior valor entre as opções é a melhor alternativa. Essa comparação é possível, pois pela sua própria definição, o VAUE é

constante ao longo da duração dos projetos, desde que seja verdadeiro o princípio da repetibilidade (FILOMENA, [2012a]).

4.3.4 Taxa Interna de Retorno

Casarotto Filho e Kopittke (2010) definem a taxa interna de retorno (TIR) como aquela que zera o valor presente dos fluxos de caixa de um investimento. Na fórmula abaixo, dada por Gitman (2004), a TIR pode ser calculada como a taxa de desconto (k) para que VPL seja igualado a zero:

$$VPL = 0 = \sum [FC_t / (1 + k)^t] - FC_0 \quad (\text{fórmula 6})$$

Expandindo o somatório, conclui-se que a TIR é a raiz do polinômio:

$$- FC_0 + FC_1 \times (1 + k)^{-1} + FC_2 \times (1 + k)^{-2} + \dots + FC_n \times (1 + k)^{-n} = 0 \quad (\text{fórmula 7})$$

O critério de decisão utilizado é a comparação do valor resultante da TIR com a TMA da empresa, assim as possibilidades são:

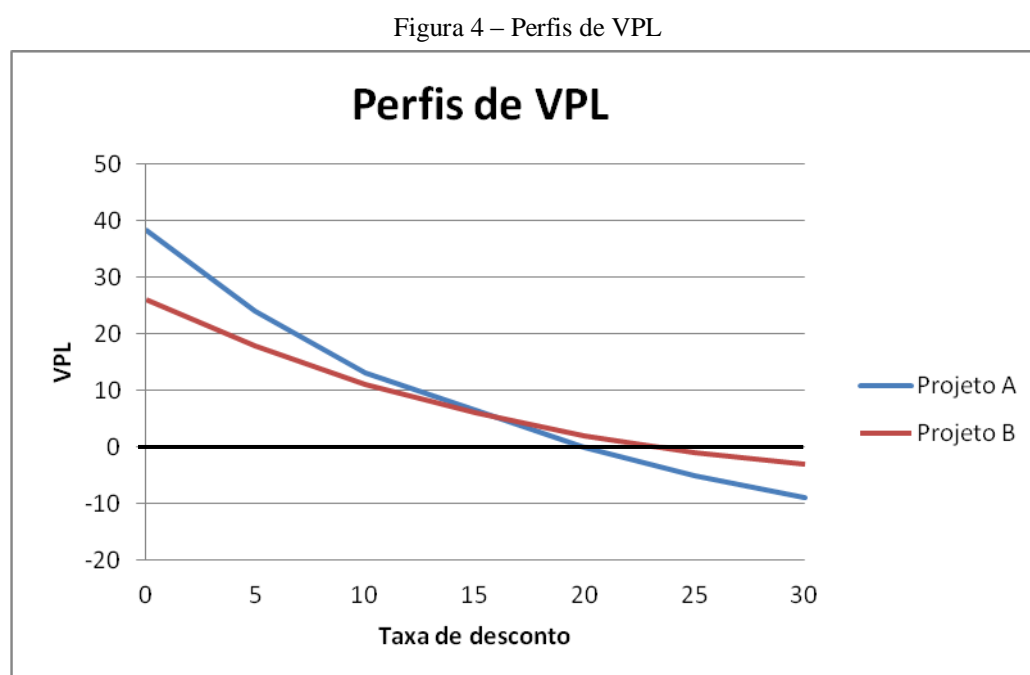
- a) o projeto é **aceito** se a TIR resultante é maior que a TMA;
- b) o projeto é **rejeitado** se a TIR resultante é menor que a TMA.

O cálculo da TIR é relativamente complexo, para fluxos de caixa muito pequenos é possível uma aproximação por tentativa e erro, mas em fluxos maiores essa prática se torna inviável. Nesses casos são utilizados métodos numéricos como Newton-Raphson. Hoje em dia boa parte das calculadoras e praticamente todos os softwares de planilha eletrônica já contém funções pré-definidas que fazem o cálculo da TIR.

A grande popularidade desse método reside principalmente na forma como seu resultado é expresso, em um percentual, que pode então ser diretamente comparado com a TMA da empresa ou outras taxas de juros no mercado. O VPL, em contraste, é expresso em um valor monetário impossível de ser comparado com taxas de juros (GITMAN, 2004).

4.3.5 Comparação entre VPL e TIR

O VPL e a TIR são os principais métodos de avaliação de investimentos, entretanto seus resultados por vezes são conflitantes. Para ilustrar essa questão pode-se construir um gráfico chamado de perfis de VPL, ele relaciona o VPL com a taxa de desconto utilizada, como exibido na figura 4.



(fonte: adaptado de GITMAN, 2004)

São apresentadas duas alternativas de investimento no gráfico acima, uma é chamada de projeto A e a outra de projeto B. Ao se observar as duas curvas percebe-se que para certas taxas de desconto o projeto A é mais vantajoso e a partir de certo ponto, o projeto B passa a ser melhor financeiramente. Assim, se for calculado o VPL dos dois projetos a uma taxa de desconto de 10%, por exemplo, o projeto A é escolhido em detrimento de B, pois seu VPL é maior, como é possível observar no gráfico. No entanto, ao calcular-se a TIR (VPL igual a zero) dos dois projetos, chega-se ao resultado de que B é o projeto mais vantajoso.

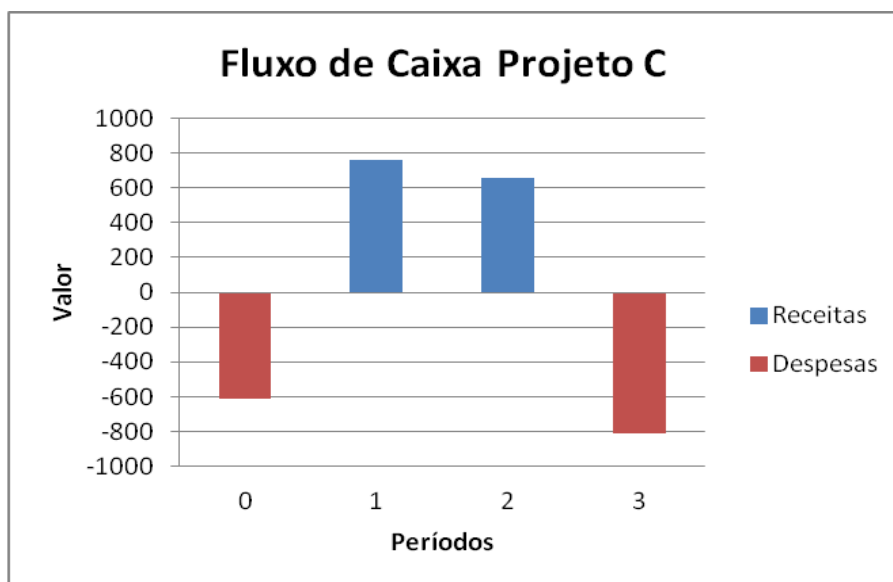
O pressuposto básico que explica a diferença do VPL e a TIR é a aplicação das entradas de caixa intermediárias. No cálculo do VPL elas são reaplicadas ao valor da TMA da empresa, o que é uma hipótese bastante razoável, pois a TMA é o custo de oportunidade da companhia, ou seja, a empresa tem alternativas de investimento nas quais é efetivamente possível aplicar

as entradas intermediárias ao valor da TMA. Ao calcular a TIR, as reaplicações são consideradas como feitas a uma taxa igual à TIR calculada, o que nem sempre ocorre (GITMAN, 2004).

Outra maneira de visualizar a causa da mudança do VPL de acordo com a taxa de desconto utilizada é pensando nos fluxos de caixa dos dois projetos. Se um deles tem fluxos negativos no início do projeto e os positivos estão no final, ao se aumentar a taxa de desconto, os fluxos positivos começam a perder importância em relação aos fluxos mais próximos do início do projeto e a viabilidade começa a ser comprometida (GITMAN, 2004).

Além do pressuposto sobre o reinvestimento das entradas intermediárias, que não é muito realista, a TIR tem uma inconsistência que ocorre no cálculo de projetos com fluxos de caixa não convencionais. Nesse tipo de fluxo, além do desembolso inicial, existem saídas intermediárias ou finais. A figura 5 apresenta um exemplo simples desse tipo de fluxo de caixa, de um projeto chamado de C.

Figura 5 – Fluxo de caixa do projeto C



(fonte: adaptado de FILOMENA, [2012a])

Para o caso acima, o polinômio gerado pelo cálculo da TIR é da forma:

$$-FC_0 + FC_1 \times (1 + k)^{-1} + FC_2 \times (1 + k)^{-2} - FC_3 \times (1 + k)^{-3} = 0 \quad (\text{fórmula 8})$$

Utilizando a regra de Descartes, que afirma que o número de raízes positivas em um polinômio é igual a:

$$m - (2 \times k) \quad (\text{fórmula 9})$$

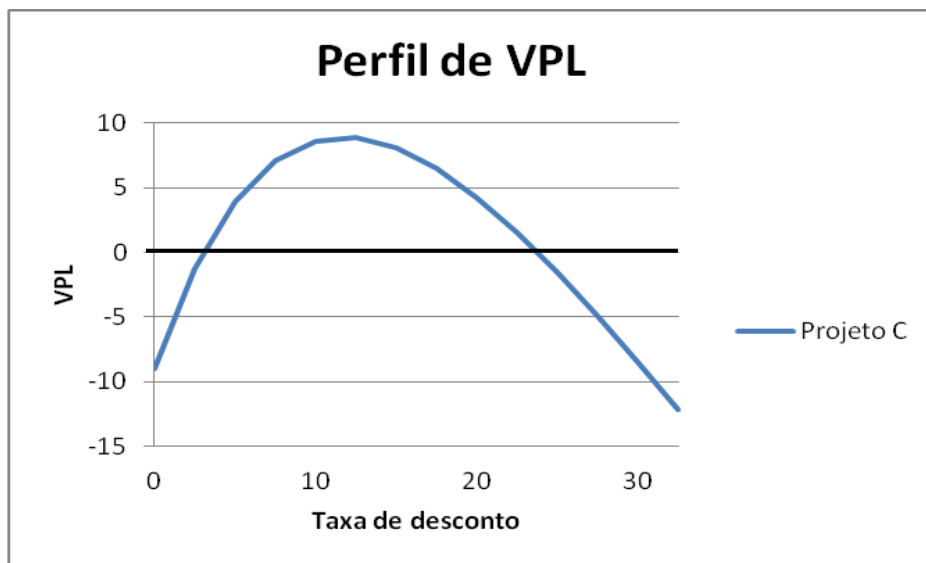
Onde:

m = número de troca de sinais;

k = um inteiro positivo.

Conclui-se que o cálculo da TIR, para o fluxo de caixa do projeto C, não tem um resultado único, já que existem duas trocas de sinais entre seus coeficientes. Para ilustrar a ocorrência dos dois valores da TIR, pode-se traçar o perfil de VPL do fluxo de caixa em estudo, como na figura 6.

Figura 6 – Perfil de VPL do projeto C



(fonte: adaptado de FILOMENA, [2012a])

Como os dois valores da TIR estão matematicamente corretos, o estabelecimento de um deles como sendo o verdadeiro para o projeto é impossível. Conclui-se então que a TIR não deve ser utilizada em projetos onde o fluxo de caixa muda de sinal mais de uma vez (FILOMENA, [2012b]).

A partir da análise comparativa feita entre o VPL e a TIR, Gitman (2004), conclui-se que o primeiro apresenta incontestável vantagem teórica sobre o segundo. A premissa do VPL, de reinvestimento à TMA da empresa, é mais realista e não existe nenhum problema com fluxos de caixa não convencionais. Mesmo com a vantagem de ser expressa em termos de fácil entendimento, a TIR não se revela uma escolha adequada para ser o indicador dos empreendimentos com fluxos de caixa não convencionais.

4.4 RISCO E INCERTEZA NA ANÁLISE DE INVESTIMENTOS

Quando um novo projeto é proposto, os dados de entrada para calcular seu estudo de viabilidade são estimados, e os erros inerentes a todas essas estimativas podem afetar a rentabilidade final do projeto (COUPER, 2003). Para tratar essa incerteza em relação ao futuro existem basicamente duas formas. A primeira é a análise sob condições de incerteza, adotada quando não se tem nenhuma informação sobre os dados de entrada. Nesse cenário a ferramenta utilizada é a análise de sensibilidade. A segunda forma é a análise sob condições de risco. Ela é utilizada quando se conhece o comportamento das variáveis de entrada, ou se tem um conjunto suficiente de dados para estimar esse comportamento. Nesses casos utiliza-se a simulação para calcular os resultados a partir das distribuições de entrada. (CASAROTTO FILHO; KOPPITKE, 2010)

4.4.1 Análise de sensibilidade

A análise de sensibilidade é a medida da variação de uma função em relação a algum de seus parâmetros. Quando uma pequena variação em determinado dado de entrada provoca uma grande variação no resultado de saída, diz-se que a função é muito sensível ao parâmetro em questão. Portanto, é interessante concentrar esforços para melhorar a precisão na obtenção dessa variável testada, uma vez que ela influencia consideravelmente o resultado final (CASAROTTO FILHO; KOPITTKKE, 2010).

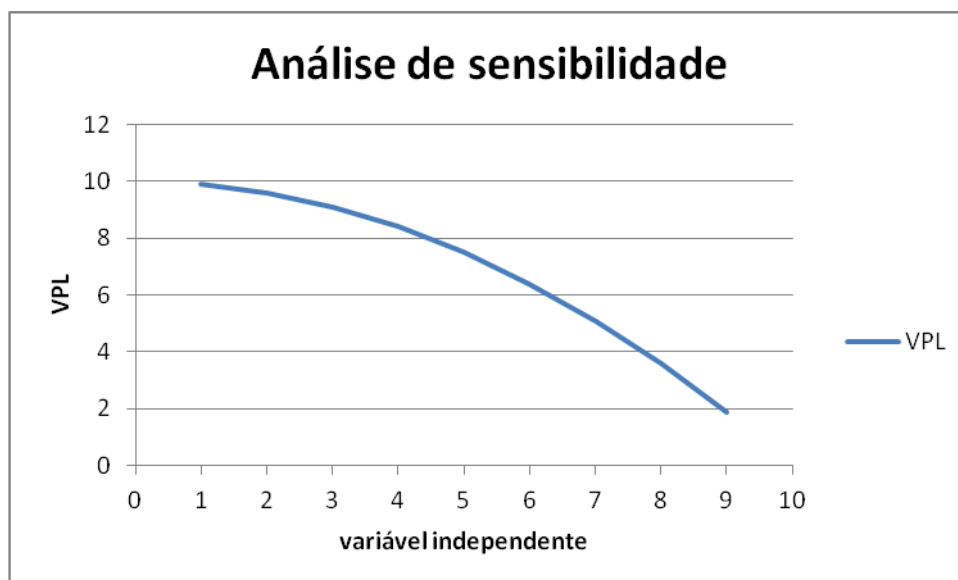
Para a realização de uma análise de sensibilidade, Silva e Belderrain (2004), afirmam que o primeiro passo é a definição de uma função que represente o dado de saída cuja variação se quer estudar, tendo como dados de entrada as variáveis independentes desejadas. Depois de se determinar a função, devem ser feitas as seguintes definições para os dados de entrada:

- a) os limites razoáveis de variação das variáveis independentes;
- b) o impacto unitário dessas mudanças no resultado final a ser analisado;
- c) o máximo impacto de cada variável independente no resultado final.

Com os valores máximos e mínimos definidos para as variáveis independentes, calculam-se os resultados da função de saída utilizando todos os valores intermediários unitários dos dados de entrada. Com esse conjunto de dados pode se confeccionar um gráfico no plano cartesiano, no qual podem ser exibidas de uma vez todas as variáveis.

A figura 7 apresenta o exemplo hipotético da análise de sensibilidade do VPL de um projeto em relação a uma variável. No eixo das abscissas está a variável independente e no outro o resultado do VPL.

Figura 7 – Análise de sensibilidade



(fonte: elaborado pelo autor)

4.4.2 Método de Monte Carlo

Conforme Mahadevan (1997), a simulação de Monte Carlo é um método amplamente utilizado na análise probabilística. O método consiste em calcular um grande número de vezes uma mesma função utilizando como parâmetros não um valor determinístico, mas sim uma distribuição de probabilidade. Assim obtém-se um conjunto de resultados que é também uma distribuição. O método é muito útil para calcular funções complexas, cuja distribuição de probabilidade seria difícil ou impossível de se obter de forma analítica. De forma geral, o método segue os seguintes passos:

- a) gerar valores para os parâmetros;
- b) calcular o modelo determinístico;
- c) repetir os passos anteriores até se obter uma distribuição representativa.

Para uma simulação que gere resultados confiáveis, **gerar valores para os parâmetros** que sejam representativos das distribuições de probabilidade dos quais se originam é muito importante. Esse passo é subdividido em duas etapas, primeiro gera-se um número aleatório e então se utiliza o valor obtido para gerar um número representativo da distribuição de probabilidade escolhida. Com os dados de entradas gerados, deve-se **calcular o modelo determinístico** como se faria normalmente e armazenar o resultado. Por fim, deve-se **repetir os passos anteriores até se obter uma distribuição representativa** para os resultados. Isso pode ser feito a partir da utilização de testes estatísticos no conjunto de dados gerados (MAHADEVAN, 1997).

Segundo Gentle (2003), os computadores não são capazes de gerar números aleatórios através de software, somente com a adição de um componente de hardware específico, como um gerador baseado no decaimento de uma fonte radioativa, podem ser gerados números verdadeiramente randômicos. Porém, para a maioria das aplicações em engenharia é suficiente a alternativa de utilizar geradores de números pseudo-randômicos, que são calculados à partir de uma fórmula determinística, mas que se assemelham suficientemente bem a uma distribuição aleatória para serem usados em simulações. Um exemplo de mecanismo para gerar números aleatórios uniformemente distribuídos é o Gerador Linear Congruente. Por sua simplicidade e efetividade é um dos métodos mais amplamente utilizados na prática.

$$x_{n+1} = (ax_n + c) \bmod m \quad (\text{fórmula 10})$$

Onde:

x = número aleatório;

a = multiplicador;

c = incremento;

m = módulo.

Ou seja, (x_{n+1}) é o resto da divisão de $(a \cdot x_n + c)$ por (m) . Para obter-se (u) entre 0 e 1:

$$u_{n+1} = x_{n+1} / m \quad (\text{fórmula 11})$$

O período máximo da série é $(m - 1)$, e se a escolha de (a) , (c) e (m) , não for adequada, ele pode ser substancialmente mais curto. O método apresentado acima é adequado para amostras pequenas, para, por exemplo, simular o comportamento na parte central de uma distribuição normal. Porém não apresenta capacidade de gerar valores suficientes para representar fielmente a cauda da distribuição. Para isso outros métodos mais complexos são utilizados (MAHADEVAN, 1997).

Para gerar amostras representativas de uma distribuição de probabilidade não-uniforme, como a distribuição normal, utilizam-se algoritmos que se baseiam na execução de uma transformada sobre os números aleatórios uniformemente distribuídos gerados anteriormente. Segundo Glasserman (2004), os dois métodos mais comumente utilizados são:

- a) transformada inversa;
- b) aceitação-rejeição;

A **transformada inversa** consiste em utilizar o número aleatório gerado como uma ordenada da função distribuição acumulada (FDA) da distribuição que se quer amostrar. Esse método raramente é o que se mostra mais rápido em termos computacionais para gerar uma amostra de números aleatórios, diz Glasserman (2004), porém algumas de suas propriedades são importantes em métodos mais complexos de amostragem. Um exemplo é o uso de somente

um valor aleatório uniformemente distribuído para cada amostra gerada, que facilita o uso de métodos quase-Monte Carlo. A expressão matemática e a representação gráfica do método, na figura 8, são apresentadas a seguir.

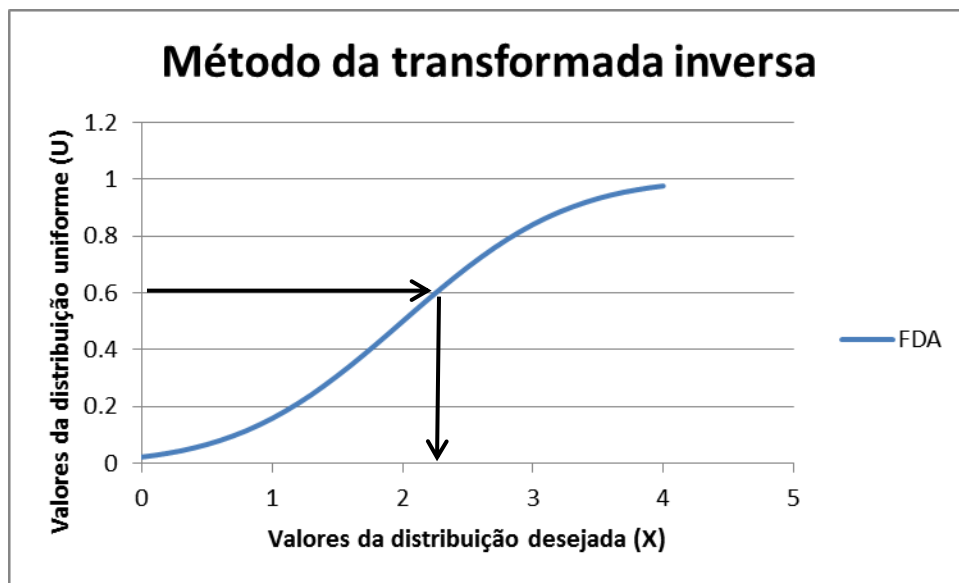
$$x = F^{-1}(u) \quad (\text{fórmula 12})$$

Onde:

x = número da distribuição desejada;

u = número aleatório uniformemente distribuído entre zero e um.

Figura 8 – Método da transformada inversa



(fonte: adaptado de GLASSERMAN, 2004)

Segundo Glasserman (2004), o método da **aceitação-rejeição**, descoberto por Von Neumann, gera primeiro uma distribuição mais simples e com uma regra de rejeição, aceita somente valores que são representativos da distribuição desejada. Mahadevan (1997) dá uma descrição matemática do processo. Primeiro deve-se gerar um valor aleatório (u) uniformemente distribuído entre 0 e 1. Então, gera-se um valor $g(x)$ de uma distribuição conhecida, usando, por exemplo, o método da transformada inversa. Por fim, usa-se o critério expresso na fórmula 13 para gerar o valor da distribuição desejada $f(x)$:

$$u \leq f(x) / (c \times g(x)) \quad (\text{fórmula 13})$$

Onde:

u = número aleatório uniformemente distribuído entre zero e um;

$f(x)$ = distribuição de probabilidade que se deseja amostrar;

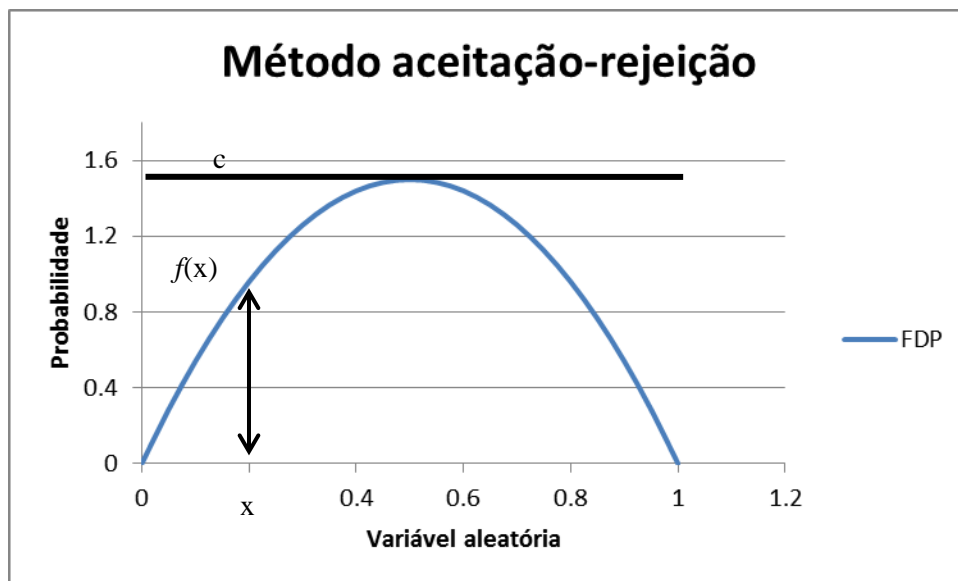
$g(x)$ = distribuição de probabilidade com amostragem conhecida;

x = valor aleatório que está sendo submetido ao teste para confirmar se pertence à $f(x)$;

c = valor máximo da razão $f(x)/g(x)$.

Se o critério for satisfeito, (x) é aceito como um valor da probabilidade $f(x)$. Glasserman (2004) apresenta um caso simples para uma distribuição beta, ilustrado na figura 9, onde $g(x)$ é tomado como uma função constante de valor igual a um. Nesse caso (c) é igual ao valor máximo da distribuição analisada. Para obter-se a amostra da distribuição (f) , gera-se um (x) , que é um valor uniformemente distribuído entre zero e um (pois $g(x)$ é igual a um). Depois se calcula $f(x)$ e gera-se um valor uniformemente distribuído (u) . Se (u) multiplicado por (c) , for menor que $f(x)$, então se aceita o valor de (x) .

Figura 9 – Método da aceitação-rejeição



(fonte: adaptado de GLASSERMAN, 2004)

Depois de gerados os valores da amostra da distribuição de probabilidade desejada, o passo seguinte é usá-los para calcular o modelo que se quer simular, nesse caso o estudo de viabilidade econômica. Calcula-se uma vez o estudo para cada valor gerado da amostra. Com geração de uma quantidade suficiente de valores e a repetição do cálculo do estudo, consegue-se obter um número de resultados grande o bastante para gerar uma distribuição de probabilidade estatisticamente relevante.

5 CASO ESTUDADO

O empreendimento analisado já foi objeto de estudo em um trabalho anterior por Rocha (2014). Naquele trabalho, foi elaborado um estudo determinístico completo para o empreendimento, com base nas informações fornecidas pela empresa que estava avaliando o investimento. No presente trabalho utilizam-se muitas das premissas de Rocha (2014) para a construção do estudo de viabilidade determinístico. As modificações realizadas em relação àquele estudo tiveram principalmente o objetivo de facilitar a aplicação do Método de Monte Carlo.

A empresa que avaliou a construção do empreendimento é mantida anônima. Trata-se de uma construtora e incorporadora de grande porte, com ações negociadas na bolsa de valores. Sua área de atuação abrange 17 estados brasileiros, com a execução de obras residenciais e comerciais.

5.1 CARACTERIZAÇÃO DO EMPREENDIMENTO

O empreendimento estudado se situa em Porto Alegre, Rio Grande do Sul, no bairro Cidade Baixa. O terreno tem um formato irregular, com área de 4.561,4 metros quadrados e com faces para a Avenida Venâncio Aires e para a Rua José do Patrocínio. Na figura 10, estão representadas a localização e a implantação do empreendimento.

O projeto proposto para o terreno consiste em uma torre residencial de 14 pavimentos-tipo e um pavimento térreo. A área total construída é de 20.493,57 metros quadrados, com uma área privativa de 11.829,72 metros quadrados e uma eficiência (área total dividida pela área construída) de 58%. O detalhamento das áreas é exibido na tabela 2.

Nota-se que o estudo proposto é realizado sem custo para a empresa. Ele é feito por um escritório de arquitetura, que abre mão dos honorários, de acordo com a promessa de ser contratado pela construtora, caso o empreendimento venha a ser realizado.

Figura 10 – Localização do empreendimento



(fonte: ROCHA, 2014)

Tabela 2 – Áreas do Projeto

Local	Área (m²)
Guarita	32,00
Estacionamento - Térreo, 2º e 3º pavimentos	4.208,94
Estacionamento - Telheiro 4º Pavimento	1.402,98
Torre - Pavimento Térreo	993,59
Torre - Pavimento Tipo	13.686,26
Casa de Máquinas	84,90
Reservatório Superior	84,90
Área Total Construída	20.493,57
Área Total Privativa	11.829,72
Eficiência	58%

(fonte: adaptado de ROCHA, 2014)

Cada pavimento-tipo conta com 12 apartamentos com quatro tipologias diferentes, descritas na tabela 3. Além disso, está previsto um edifício-garagem com quatro pavimentos.

Tabela 3 – Tipologia dos apartamentos

Tipologia	Área (m²)	Quantidade	Dormitórios
Tipo 1	76,79	56	3
Tipo 2	61,88	28	2
Tipo 3	78,05	28	2
Tipo 4	64,49	56	3
Total	11.829,72	168	-

(fonte: adaptado de ROCHA, 2014)

Para avaliar o potencial de vendas do empreendimento a construtora realizou uma pesquisa de demanda, com entrevistas sobre a intenção de compra e localização do empreendimento. Além disso, um levantamento dos empreendimentos sendo vendidos na região mostrou que o projeto em avaliação estava com preço de venda similar aos concorrentes.

5.2 ESTUDO DE VIABILIDADE DETERMINÍSTICO

Neste item são descritos os custos e receitas utilizados para a composição do fluxo de caixa do projeto e o cálculo do estudo de viabilidade determinístico. Os elementos foram divididos em cinco grupos:

- a) vendas;
- b) terreno;
- c) obra;
- d) despesas comerciais;
- e) outros;

O grupo **vendas** é composto basicamente pela receita gerada pelas vendas, cujo valor e distribuição temporal são calculados a partir de três informações. A primeira é o Valor Geral de Vendas (VGV), calculado pela multiplicação da estimativa do preço de venda por metro quadrado e da área total de apartamentos à venda. Para o projeto em estudo, o valor por metro quadrado estimado foi de R\$ 6.600,00 e o VGV calculado em R\$ 78.076.152,00.

A segunda informação é a Tabela de Vendas, apresentada no apêndice A, tabela AP1. Ela estabelece o desembolso percentual por período na compra de somente uma unidade, composto por entrada, reforços e pagamentos mensais. Como empresa financia suas vendas junto a instituições financeiras, usualmente ela recebe cerca de 30% do valor total de um

apartamento até a entrega das chaves e o restante como um desembolso único no mês subsequente.

O terceiro dado de entrada para calcular a Curva de Vendas é a estimativa das unidades vendidas por mês. A construtora utiliza informações como a velocidade de vendas divulgadas pelo Sinduscon-RS e seu histórico de vendas para compor essa estimativa. Para o empreendimento são estimadas 11 unidades por mês, durante seis meses a partir do lançamento. Depois disso são quatro unidades por mês até terminarem todas as unidades.

Com todas as informações em mãos, a Curva de Vendas (tabela AP2) é calculada multiplicando-se a Tabela de Vendas pelo número de unidades vendidas em cada mês para se chegar ao percentual do Valor Geral de Vendas por período. Para se calcular a Receita com Vendas faz-se a multiplicação do VGV pela Curva de Vendas.

O grupo **terreno** envolve todas as despesas com o terreno, a primeira delas é o valor desembolsado no primeiro mês do estudo, estimado em 6% do valor nominal do terreno, para pagar despesas como ITBI, demolição e outros. O pagamento do terreno em si será feito na forma de uma permuta financeira, ou seja, o proprietário é pago proporcionalmente ao recebimento do pagamento das vendas das unidades do empreendimento. O preço acordado para o metro quadrado foi R\$ 3.000,00, totalizando R\$ 13.684.200,00. A corretagem do terreno é 6% do valor presente do terreno, paga em duas parcelas a partir do lançamento do empreendimento.

Os elementos que compõem o grupo **obra** são descritos a seguir. O primeiro é o Custo Raso de Construção, que engloba os custos com projeto e execução da obra e é calculado pelo setor de Orçamento e Planejamento de acordo com as características do empreendimento em estudo. No presente caso, o valor calculado foi de R\$ 35.142.630,65. Para distribuir temporalmente o Custo Raso de Construção, é utilizada a chamada Curva da Obra. Ela é fruto do histórico da construtora em empreendimentos com duração semelhante. Além disso, nesse grupo também estão a Taxa de Administração para cobrir as despesas da administração central, correspondente a 10% dos desembolsos da obra, e a Manutenção, que é estimada em 2% do valor da obra e cujo desembolso se dá linearmente do fim da construção até o fim do período de garantia. O Custo Raso da Obra e a Curva da Obra são apresentados nas tabelas AP3 e AP4, respectivamente.

O grupo **despesas comerciais** é composto por despesas com o Plantão de Vendas, Marketing e Comissão de Vendas, seus percentuais são respectivamente 1,83%, 2,17% e 4,5% do VGV.

Por fim, o grupo **outros** se constitui de três itens. A Decoração Condominial, que, para o projeto analisado, é estimada em R\$ 350 mil (divididos em três parcelas no fim da obra), as Despesas Jurídicas, cujo valor é 2% do VGV (distribuídos durante a duração da obra) e Impostos Retidos, correspondentes a 4% da Receita com Vendas.

Um resumo de todos os componentes do fluxo de caixa é apresentado na tabela 4.

Tabela 4 – Resumo dos componentes do fluxo de caixa

Elemento do fluxo de caixa	Valor e cronograma de desembolso
Receita com vendas	100% do VGV recebidos conforme a Curva de Vendas
ITBI, Demolição e outros	6% do valor nominal do terreno no primeiro mês do estudo
Corretagem do Terreno	6% do valor presente do terreno pago em duas vezes a partir do lançamento
Pagamento do Terreno	Valor do terreno desembolsado conforme a Receita com Vendas
Custo Raso de Obra	Custo total da obra desembolsado conforme a Curva da Obra
Taxa de Administração	10% do custo de construção, desembolsados proporcionalmente à Curva da Obra
Manutenção	2% do custo de construção, desembolsado proporcionalmente à Curva da Obra
Plantão de Vendas	1% do VGV nos três meses anteriores ao lançamento e 0,83% do lançamento ao término da obra
Marketing	2,17% do VGV desembolsados conforme a Receita com Vendas
Comissão de Vendas	4,5% do VGV desembolsados conforme a Receita com Vendas
Decoração Condominial	R\$ 350.000,00 desembolsados nos últimos três meses da obra
Despesas Jurídicas e Relacionamento com o Cliente	2% do VGV desembolsados linearmente do início ao término da obra
Impostos	4% do VGV desembolsados conforme a Receita com Vendas (2,08% PIS/COFINS e 1,92% Imposto de Renda)

(fonte: adaptado de ROCHA, 2014)

Além de todos os elementos acima, um elemento fundamental para a correta realização do estudo é o Custo de Capital. A construtora calcula-o como a média ponderada entre o Custo

da Dívida Após Impostos (k_d) e o Custo do Capital Próprio (k_e). O primeiro termo é facilmente calculado, sendo o custo percentual dos empréstimos tomados pela companhia. Como juros pagos sofrem dedução de impostos, a empresa reduz do percentual bruto a parcela de impostos e chega-se em um (k_d) de 9,5% a.a. O Custo de Capital Próprio é calculado de acordo com o risco (β) da companhia. Compara-se o retorno da empresa com o retorno médio de companhias semelhantes e adicionando-se parcelas relativas ao ativo livre de risco, prêmio de risco do país e prêmio de risco do mercado chega-se a um (k_d) igual a 17,5%. Fazendo-se a média ponderada, obtém-se o valor de 16,4% a.a. para o Custo de Capital.

Com todos os elementos do fluxo de caixa definidos para os 72 meses do empreendimento, montou-se a planilha do estudo determinístico. Não foi possível utilizar a TIR como indicador para o projeto, pois o fluxo de caixa é não convencional, ou seja, existe mais de uma troca de sinal ao longo do período estudado. O indicador utilizado foi então o VPL cujo cálculo resultou em MR\$ 2.497,15, portanto o investimento é benéfico economicamente para a empresa.

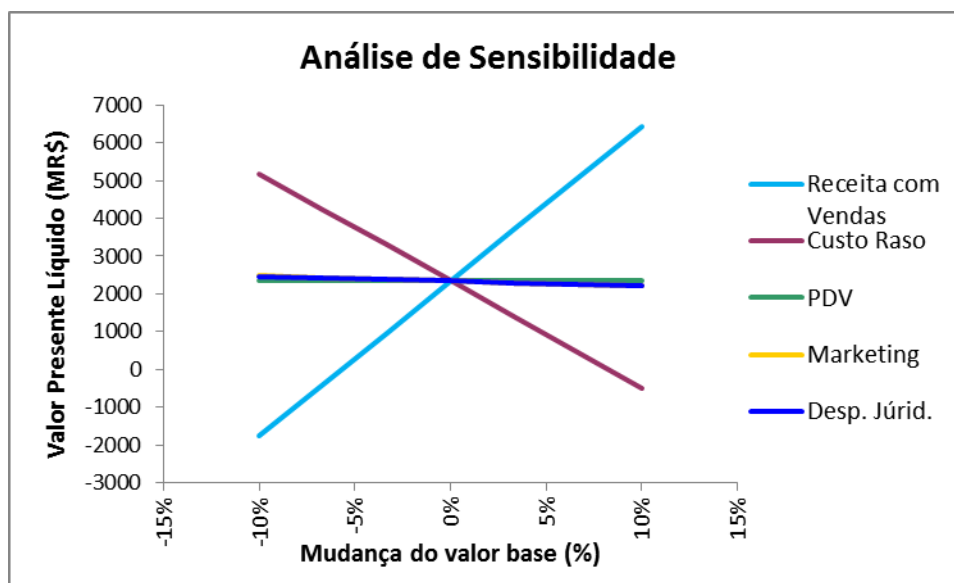
5.3 ANÁLISE DE RISCO

Com o estudo determinístico realizado passou-se para a construção da análise de risco. Foram estudadas as variáveis e de acordo com as características de cada uma, foram escolhidas as formas de tratamento mais adequadas, probabilística ou por cenário. Depois dessas definições foram feitas as simulações para cada cenário e a análise de seus resultados.

5.3.1 Escolha e definição dos parâmetros das variáveis estudadas

A primeira ação tomada para a escolha das variáveis foi a realização de uma análise de sensibilidade para estabelecer as variáveis cujas variações teriam mais impacto no indicador calculado pelo estudo. A figura 11 apresenta o valor calculado para o indicador de acordo com a variação percentual das variáveis estudadas. A análise foi realizada tendo como base a planilha confeccionada para o estudo determinístico.

Figura 11 – Análise de sensibilidade



(fonte: elaborado pelo autor)

Nota-se que os dois elementos mais importantes são a Receita com Vendas e o Custo Raso da Obra, já que suas retas apresentam um coeficiente angular elevado, ou seja, ao se alterar o valor dessas variáveis, o resultado final do estudo também sofre uma alteração significativa. Já para os outros elementos a variação nos seus valores quase não interfere na saída do estudo, sendo suas retas quase horizontais.

Um fator que não consta no estudo da análise de sensibilidade, mas que, segundo a experiência da construtora, afeta consideravelmente os resultados de um empreendimento é o prazo para a conclusão da obra. O atraso no cronograma faz com que a parcela do financiamento paga pelos bancos à construtora seja postergada. Como esse é o valor mais significativo das receitas no fluxo de caixa, seu impacto no resultado é considerável e pode fazer a diferença na escolha do investimento.

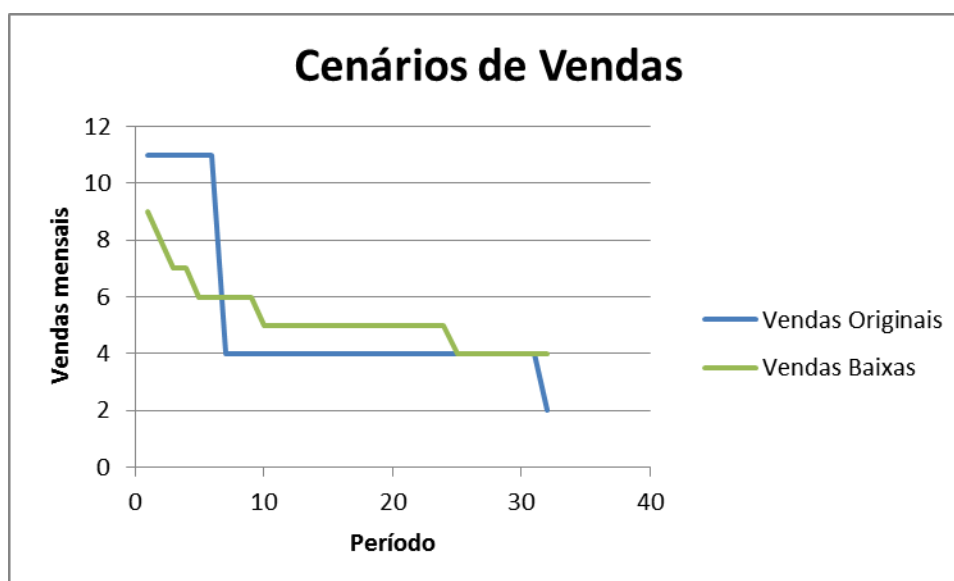
Com o resultado da análise de sensibilidade e a experiência da construtora, foram definidos três fatores a serem analisados pelo estudo, são eles:

- a) Receita com Vendas;
- b) Prazo da Obra;
- c) Custo Raso da Obra.

Segundo a construtora, a variação do valor nominal da **Receita com Vendas** não é significativo, então se decidiu que, ao invés de tratá-la de forma probabilística, ela seria

tratada como um cenário. Criaram-se duas situações, uma de acordo com a estimativa original da construtora (vendas normais) e outra onde o lançamento do empreendimento não é tão bem sucedido e as vendas ocorrem de forma mais gradual (vendas baixas). Comparada com a Curva de Vendas original, as vendas mensais no segundo cenário, tem um início menor, mas o total de vendas é o mesmo. As duas curvas são representadas na figura 12 e seus valores mensais constam na tabela AP5.

Figura 12 – Cenários de vendas



(fonte: elaborado pelo autor)

A curva de vendas baixas foi modelada por uma função da forma:

$$y = ax^b \quad (\text{fórmula 15})$$

Onde:

y = vendas mensais;

x = mês.

O parâmetro (a) foi escolhido como 9, que representa as vendas no período 1. O expoente (b) teve o valor de -0,217, calculado utilizando uma ferramenta de otimização, com as restrições de que o total de vendas em 32 meses deve ser igual a 168 unidades e que (y) é inteiro.

A alteração no **prazo da obra** foi simulada baseando-se na média das diferenças entre a 1ª data estipulada em contrato e a data efetiva da entrega da obra. O cálculo foi realizado utilizando uma amostra de trinta obras concluídas pela construtora (tabela AP6) e o resultado encontrado foi de cinco meses. Com essa informação em mãos, geraram-se duas situações, uma com o prazo original e outra considerando o atraso. Para modelar a primeira, usou-se a Curva de obra original e para a segunda buscou-se junto à empresa, a Curva de Obra com 27 meses, apresentada na tabela AP7, correspondente aos 22 meses da obra em estudo, mais o atraso médio.

O prazo da obra também afeta a Curva de Vendas, já que o repasse final do financiamento só é feito após a entrega da obra. Assim, tiveram que ser adaptadas as curvas dos cenários de vendas normais e baixas para levar em conta a postergação da entrega. As curvas estão detalhadas conforme o cenário na tabela AP8.

A análise do **Custo Raso da Obra**, diferentemente das anteriores, foi feita de forma probabilística. A inclusão da função de probabilidade se deu através de um coeficiente que multiplica o valor nominal da variável escolhida, assim pode-se definir uma distribuição de probabilidade que atua sobre o coeficiente e não sobre o valor absoluto da variável.

Para se definirem os parâmetros dessa distribuição estudou-se uma amostra de empreendimentos da construtora (tabela AP6), os mesmos selecionados para o cálculo de atraso médio. Foram comparados os valores estimados no início e o realizado ao final do empreendimento. Os resultados foram tratados de forma percentual, ou seja, dividiu-se o valor final realizado pelo valor original orçado. Assim, partiu-se de uma base comum para avaliar e comparar entre si todas as obras da construtora. A decisão de qual distribuição melhor se ajustava aos dados foi feita com auxílio do software @RISK.

Para fazer o ajuste, o programa apresenta, para diversos tipos de distribuições, os resultados dos seguintes critérios e testes, Critério de Informação de Akaike (em inglês, AIC), Critério de Informação Bayesiano (BIC), teste chi-quadrado (CHI), teste de Kolmogorov-Smirnov (K-S) e teste de Anderson-Darling (A-D). A escolha do programa baseia-se exclusivamente no AIC, mas o usuário pode optar pela distribuição que considerar mais adequada. Na tabela 5 são exibidas as posições em cada teste para as cinco distribuições melhores colocadas no AIC.

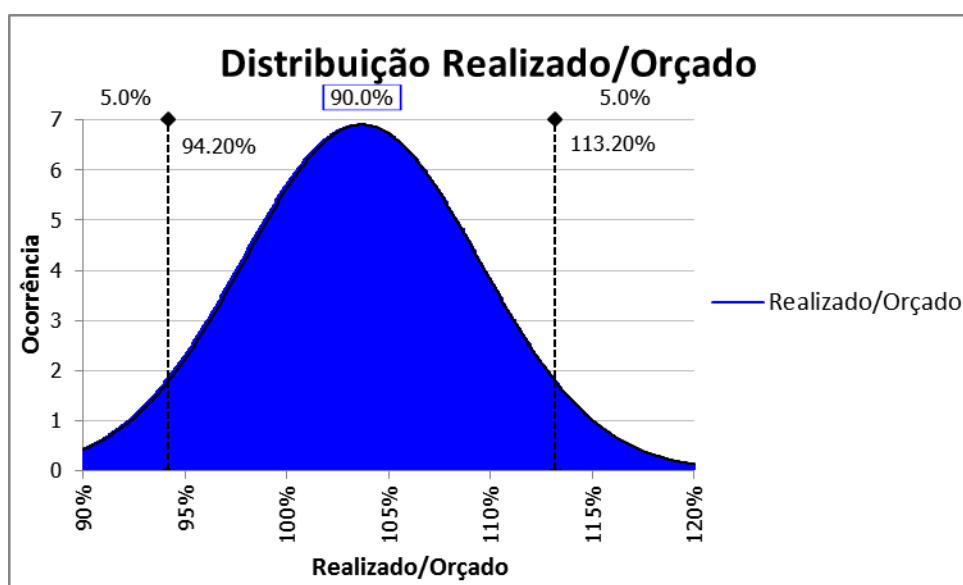
Tabela 5 – Testes de ajuste da distribuição

Distribuição	AIC	BIC	CHI	K-S	A-D
Normal	1	1	9	12	9
Triangular	2	4	1	1	8
Valor Extremo	3	2	8	2	6
Logística	4	3	2	11	10
Gamma	5	5	3	5	2

(fonte: elaborado pelo autor)

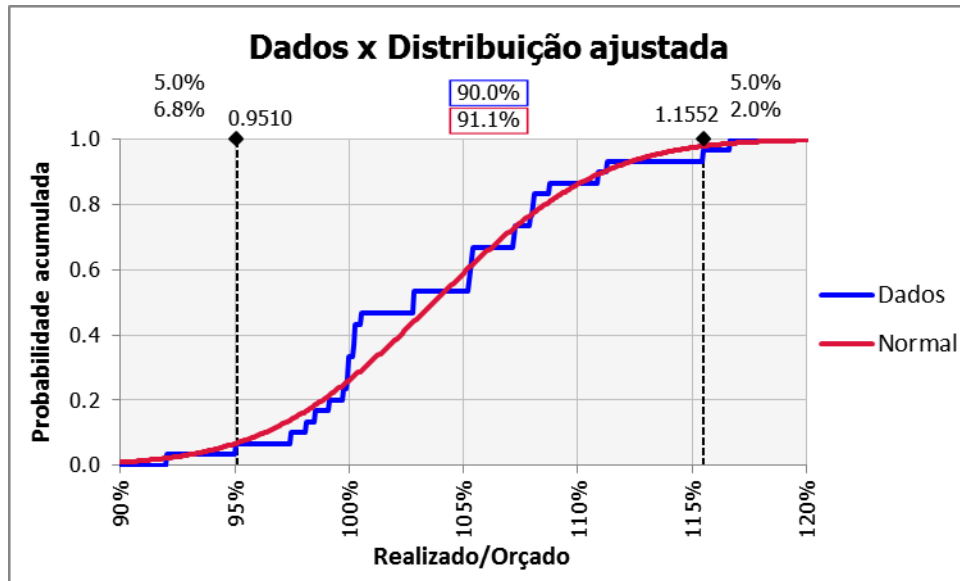
A distribuição normal, com uma média de 103,7% e desvio padrão de 5,78%, foi a primeira colocada no AIC e escolhida para representar o Custo Raso da Obra. A figura 13 ilustra a distribuição ajustada, e na figura 14 é exibida uma comparação entre a probabilidade acumulada dos dados das obras e da distribuição encontrada. Nota-se nesse gráfico um degrau em torno de 100%, ou seja, um grande número de obras terminou perto dessa marca. Depois disso há um patamar e de 105% em diante tem-se novamente um maior número de obras. Isso demonstra o esforço dos gerentes de obra em terminá-las dentro do orçamento, porém uma vez que esse limite é ultrapassado a preocupação com os custos parece diminuir.

Figura 13 – Distribuição de probabilidade da razão entre custo orçado e realizado



(fonte: elaborado pelo autor)

Figura 14 – Comparação entre dados e distribuição ajustada



(fonte: elaborado pelo autor)

Com o ajuste da curva de distribuição para o Custo Raso da Obra, além da definição das situações de prazo e vendas, foram criados quatro cenários, nomeados A, B, C e D, para cobrir todas as combinações possíveis. A tabela 6 apresenta um resumo com as características de cada cenário.

Tabela 6 – Cenários simulados

Cenário	Vendas	Prazo	Custo
A	Normais	Contrato	Probabilístico
B	Normais	Atraso	Probabilístico
C	Baixas	Contrato	Probabilístico
D	Baixas	Atraso	Probabilístico

(fonte: elaborado pelo autor)

5.3.2 Simulações de Monte Carlo

A simulação de Monte Carlo foi realizada com o auxílio do software @RISK. Foram utilizadas quatro diferentes planilhas, uma para cada cenário, com as variáveis ajustadas de acordo com cada situação. Na tabela AP9 é apresentada a planilha do cenário A. Foram realizadas foram realizadas 10.000 iterações para cada cenário, utilizando o *Mersenne Twister* como método de geração de valores aleatórios.

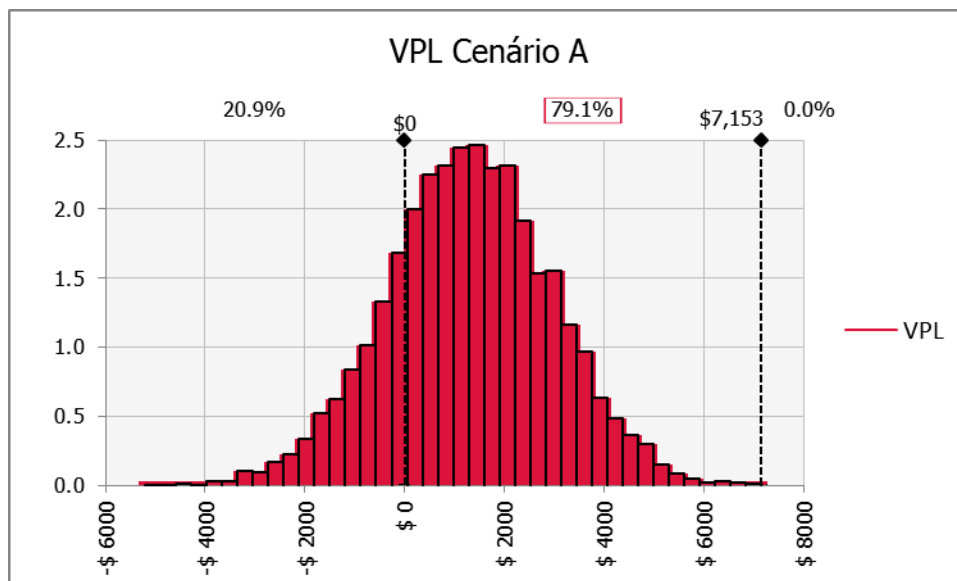
O indicador simulado foi o VPL, cujos resultados são apresentados nas figuras de número 15 a 18. Nos gráficos, as duas linhas verticais representam, respectivamente, o VPL igual a zero e o valor máximo encontrado na simulação. Acima do gráfico também estão indicados os percentuais de valores da simulação que se encontram entre as linhas verticais. Um resumo dos valores encontrados para os valores do indicador calculado em cada cenário simulado encontra-se na tabela 7.

Tabela 7 – Resumo dos resultados dos cenários

Resultados	A	B	C	D
Média do VPL (MR\$)	1600,48	1043,84	631,42	390,50
Desvio-padrão (MR\$)	1644,81	1631,06	1572,20	1604,73
Probabilidade de VPL < 0	20,90%	26,10%	34,20%	40,40%

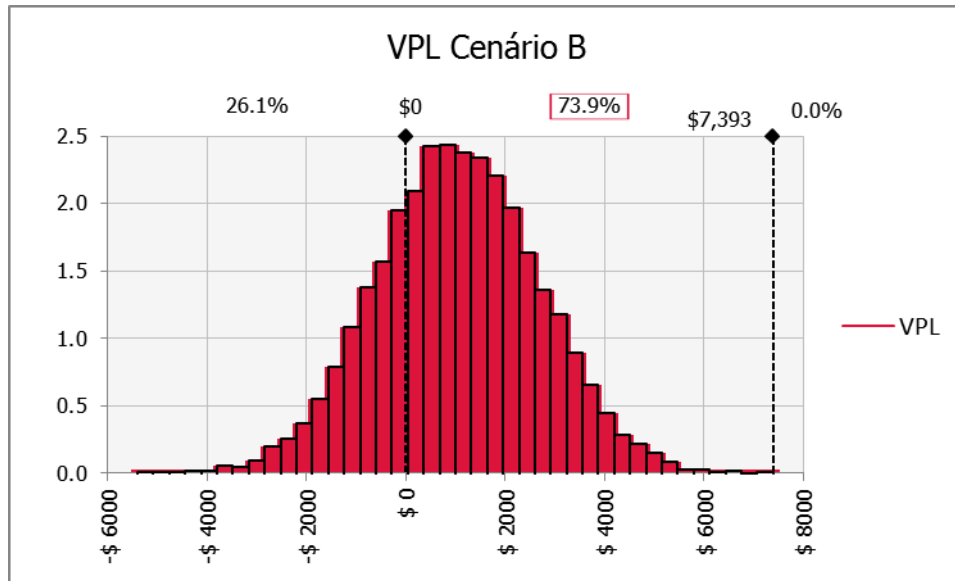
(fonte: elaborado pelo autor)

Figura 15 – Distribuição de resultados de VPL do cenário A



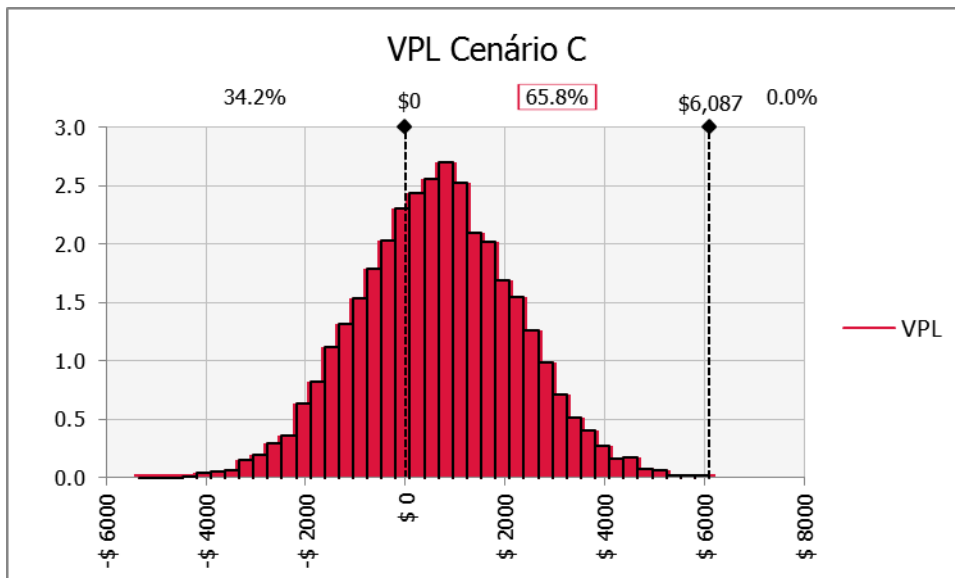
(fonte: elaborado pelo autor)

Figura 16 – Distribuição de resultados de VPL do cenário B



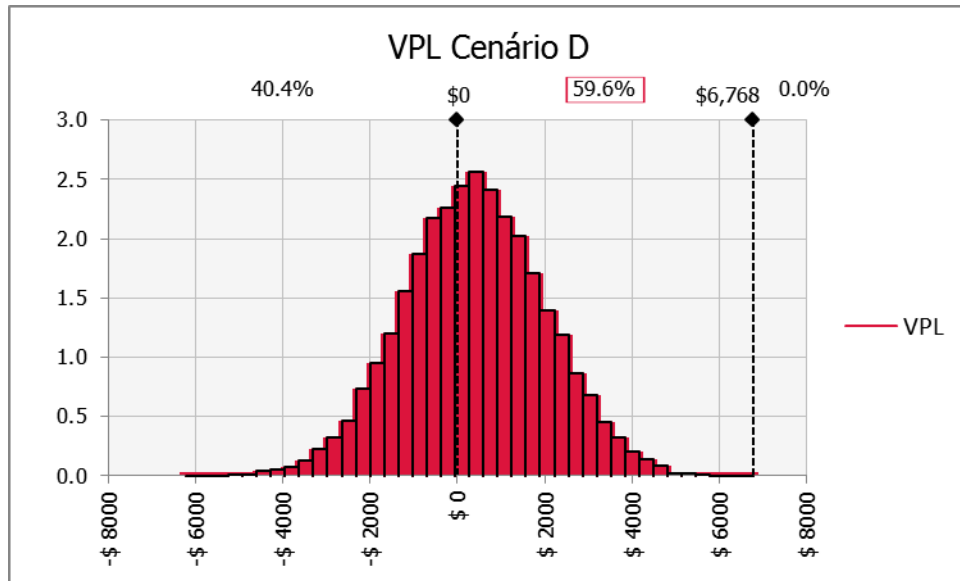
(fonte: elaborado pelo autor)

Figura 17 – Distribuição de resultados de VPL do cenário C



(fonte: elaborado pelo autor)

Figura 18 – Distribuição de resultados de VPL do cenário D



(fonte: elaborado pelo autor)

6 ANÁLISE FINAL E CONCLUSÕES

Os resultados das simulações para todos os cenários foram distribuições de probabilidade na forma de curvas normais, com diferentes médias, mas com um desvio-padrão similar. Isso se deve diretamente ao fato da utilização da somente uma variável probabilística, cuja distribuição é também normal. O projeto é considerado viável, já que nenhum cenário teve a média do VPL negativa, como destacado na tabela 8.

Tabela 8 – Resumos do VPL por cenário

Resultados	A	B	C	D
Média do VPL (MR\$)	1600,48	1043,84	631,42	390,50
Desvio-padrão VPL (MR\$)	1644,81	1631,06	1572,20	1604,73
Probabilidade de VPL < 0	20,90%	26,10%	34,20%	40,40%

(fonte: elaborado pelo autor)

O estudo confrontou os resultados encontrados pela própria construtora e por Rocha (2014) de que o empreendimento não é viável. A explicação para o antagonismo está na utilização, pela empresa, de um indicador chamado Margem Líquida, com um critério de 10%, o que foi considerado muito conservador e não foi considerado no presente estudo. Ressalta-se que os resultados também diferiram devido à utilização de Taxas Mínimas de Atratividade diferentes.

Tabela 9 – Redução do VPL por cenário

Cenário	A	B	C	D
Redução do VPL em relação ao cenário mais favorável	0%	34,8%	60,5%	75,6%

(fonte: elaborado pelo autor)

Sobre os cenários, nota-se que tanto as vendas em baixa quanto o atraso na obra diminuem o resultado do indicador (tabela 9), o que já era esperado. Individualmente, a alteração no prazo da obra (cenário B) teve um impacto maior na redução dos indicadores do que o a situação de vendas baixas (cenário C). Isso é explicado principalmente pelo distanciamento temporal das

receitas com o repasse, que não acontece no caso C. O cenário D combina os dois efeitos e apresenta o pior caso para o projeto.

O comportamento apresentado pelos cenários mostra a importância da incorporadora e da construtora no resultado do investimento. A primeira é quem toma decisões sobre o tipo de produto que será lançado, o que, em última análise, determina o interesse do mercado pelo empreendimento, portanto, seu nível de vendas. Entretanto, se a construtora atrasar a obra por alguns meses, o resultado financeiro será bastante comprometido. Quando as duas atividades são realizadas por empresas diferentes, os objetivos de uma não estão completamente alinhados com a outra. A empresa construtora, por exemplo, pode se sentir tentada a aumentar seus lucros comprometendo a qualidade da execução, pois no curto prazo ela não é afetada diretamente pela venda das unidades. Portanto, unir as duas atividades, faz com que os objetivos estejam alinhados na busca do melhor resultado para o empreendimento.

Em relação ao estudo, uma das limitações foi a utilização de somente uma variável probabilística. A dificuldade para se definirem mais variáveis está na obtenção de dados históricos confiáveis. Para ultrapassar essa barreira, poderia se recorrer opinião de um time de especialista da empresa que, baseados na experiência pessoal e nas características do projeto avaliado, determinariam as curvas que melhor se ajustam às variáveis.

Outra limitação que se pode imputar ao estudo relaciona-se o desvio-padrão dos resultados, que é praticamente o mesmo em todos os cenários. Isso se deve ao fato da curva de distribuição de entrada ser a mesma para todos os cenários. Isso impede que a variabilidade do resultado seja usada como critério de escolha do investimento. Para melhorar este aspecto seria importante definir a distribuição da variável conforme certas características como, por exemplo, o prazo da obra. Além disso, para um uso mais abrangente na comparação entre projetos diferentes, poderiam ser calculadas curvas de acordo com o padrão do empreendimento, características construtivas, etc. Assim a construtora usaria a curva correspondente ao fazer o estudo de um novo empreendimento.

Por fim, lembra-se que o resultado da análise de risco é proporcional à precisão com que são definidos os parâmetros das variáveis aleatórias, portanto o ponto crucial para ter uma análise realista é ter uma coleção de dados estatisticamente relevante. Assim, a organização que quiser adotar esse tipo de estudo, deve manter e continuamente alimentar os dados referentes às suas variáveis.

REFERÊNCIAS

- BALARINE, O. F. O. **Tópicos de Matemática Financeira e Engenharia Econômica**. 2. ed. rev. e amp. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2004.
- CASAROTTO FILHO, N.; KOPITTKE, B. H. **Análise de Investimentos**. 11. ed. São Paulo: Atlas, 2010.
- COUPER, J. R. **Process Engineering Economics**. New York: Marcel Dekker, 2003.
- FILOMENA, T. P. **Análise de Múltiplas Alternativas**. Porto Alegre, [2012a]. Notas de aula. Disponível em: <http://www.tiagofilomena.com.br/resources/AULA_09_e_10_%20Analise_de_Multiplas_Alternativas.pdf>. Acesso em: 10 jun. 2012.
- _____. **Payback Modificado e TIR**. Porto Alegre, [2012b]. Notas de aula. Disponível em: <http://www.tiagofilomena.com.br/resources/Aula_08_PaybackModificado_TIR.pdf>. Acesso em: 10 jun. 2012.
- GALESNE, A.; FENSTERSEIFER, J. E.; LAMB, R. **Decisões de Investimentos da Empresa**. 1. ed. (2. tir). São Paulo: Atlas, 1999.
- GENTLE, J. E. **Random Number Generation and Monte Carlo Methods**. 2nd ed. New York: Springer, 2003.
- GITMAN, L. J. **Princípios de Administração Financeira**. 10. ed. São Paulo: Pearson Addison Wesley, 2004.
- GLASSERMAN, P. **Monte Carlo Methods in Financial Engineering**. New York: Springer, 2004.
- GOLDMAN, P. **Introdução ao Planejamento e Controle de Custos na Construção Civil**. 4. ed. São Paulo: Pini, 2004.
- LEAL, A. L.; VILARDAGA, V. A bolha dos imóveis começa a estourar no mercado comercial. **Revista Exame**, n. 1060. mar. 2014. Disponível em: <<http://exame.abril.com.br/revista-exame/edicoes/1060/noticias/a-bolha-estourou>>. Acesso em: 8 ago. 2014. Não paginado.
- MAHADEVAN, S. Monte Carlo Simulation. In: CRUZE, T. A. (Ed.) **Reliability Based Mechanical Design**. New York: Marcel Dekker, 1997. p. 123-146.
- ROCHA, E. M. da. **Análise da Viabilidade Econômico-Financeira de uma Incorporação Imobiliária na Cidade de Porto Alegre**. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em Gestão de Negócios Imobiliários e da Construção Civil) – Fundação Getúlio Vargas, Porto Alegre, 2014.
- SILVA, R. M. da; BELDERRAIN, M. C. N. Considerações Sobre Análise de Sensibilidade em Análise de Decisão. In: ENCONTRO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA E PÓS-GRADUAÇÃO DO ITA, n. 10. 2004, São José dos Campos. **Anais...** São José dos Campos: CTA/ITA, 2004. Não paginado. 1 CD.

VIVANCOS, A. V. **Estruturas Organizacionais de Empresas Construtoras de Edifícios em Processo de Implementação de Sistemas de Gestão da Qualidade**. 2001. 169 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2001.

APÊNDICE A - Tabelas

Tabela API – Tabela de Vendas

Período	Entrada	Mensais	Reforços	Chaves	Repassé
1	2,25%				
2	2,25%	0,33%			
3	2,25%	0,33%			
4	2,25%	0,33%			
5		0,33%			
6		0,33%			
7		0,33%			
8		0,33%			
9		0,33%			
10		0,33%			
11		0,33%			
12		0,33%			
13		0,33%	4.50%		
14		0,33%			
15		0,33%			
16		0,33%			
17		0,33%			
18		0,33%			
19		0,33%			
20		0,33%			
21		0,33%			
22		0,33%			
23		0,33%			
24		0,33%			
25		0,33%	4.50%		
26		0,33%			
27		0,33%			
28		0,33%			
29		0,33%			
30		0,33%			
31		0,33%			
32		0,33%			
33		0,33%		2%	
34		0,33%			68%
35		0,33%			
36		0,33%			
37		0,33%			

(fonte: adaptado de ROCHA, 2014)

Tabela AP2 – Curva de Vendas original

Período	Vendas	Percentual do VGV
12	11	0.15%
13	11	0.32%
14	11	0.49%
15	11	0.65%
16	11	0.68%
17	11	0.70%
18	4	0.63%
19	4	0.54%
20	4	0.45%
21	4	0.37%
22	4	0.38%
23	4	0.38%
24	4	0.69%
25	4	0.69%
26	4	0.70%
27	4	0.71%
28	4	0.72%
29	4	0.73%
30	4	0.55%
31	4	0.55%
32	4	0.56%
33	4	0.57%
34	4	0.58%
35	4	0.58%
36	4	0.89%
37	4	0.90%
38	4	0.90%
39	4	0.91%
40	4	0.92%
41	4	0.93%
42	4	0.75%
43	2	0.73%
44	0	0.81%
45	0	5.21%
46	0	19.24%
47	0	12.10%
48	0	9.42%
49	0	9.75%
50	0	9.87%
51	0	13.35%

(fonte: elaborado pela autor)

Tabela AP3 – Custo Raso da Obra

Item	Serviço	Valor (R\$)	PU const.	PU privativo	Peso
1	Projetos	1.053.887,01	51,43	89,09	3,00%
2	Terraplenagem	249.355,99	12,17	21,08	0,71%
3	Instalações Provisórias	575.292,96	28,07	48,63	1,64%
4	Despesas Administrativas	5.180.942,27	252,81	437,96	14,74%
5	Implantação	1.122.473,63	54,77	94,89	3,19%
6	Máquinas, ferramentas e equipamentos	1.857.190,52	90,62	156,99	5,28%
7	Infra estrutura	2.499.935,47	121,99	211,33	7,11%
8	Supra estrutura	5.593.606,06	272,94	472,84	15,92%
9	Paredes e painéis	2.771.579,04	135,24	234,29	7,89%
10	Revestimentos Internos	1.237.670,45	60,39	104,62	3,52%
11	Revestimentos Externos	1.036.666,74	50,58	87,63	2,95%
12	Pavimentação e Impermeabilização	779.377,85	38,03	65,88	2,22%
13	Forros	255.716,11	12,48	21,62	0,73%
14	Cobertura	380.096,52	18,55	32,13	1,08%
15	Esquadrias, Ferragens e Persianas	1.922.315,94	93,80	162,50	5,47%
16	Artefatos metálicos	130.897,94	6,39	11,07	0,37%
17	Pintura	1.208.618,60	58,98	102,17	3,44%
18	Vidro	147.282,03	7,19	12,45	0,42%
19	Instalações Hidrossanitárias	1.765.408,30	86,14	149,24	5,02%
20	Instalações Elétricas	2.084.514,78	101,72	176,21	5,93%
21	Equipamentos e Aparelhos	639.510,88	31,21	54,06	1,82%
22	Instalações Mecânicas	1.276.075,10	62,27	107,87	3,63%
23	Complementação de Obra	1.374.216,47	67,06	116,17	3,91%
Subtotal		35.142.630,65	1.714,81	2.970,71	100%

(fonte: adaptado de ROCHA, 2014)

Tabela AP4 – Curva da Obra no estudo original

Período	Percentual mensal	Percentual acumulado	Descrição
16	0,67%	0,67%	Despesas com projetos, sondagens e instalações provisórias
17	0,60%	1,27%	
18	0,49%	1,76%	
19	0,72%	2,48%	
20	1,81%	4,29%	
21	2,06%	6,35%	Início da obra
22	2,08%	8,43%	Despesas com a execução da obra
23	2,47%	10,90%	
24	2,04%	12,94%	
25	1,85%	14,79%	
26	1,77%	16,56%	
27	3,25%	19,81%	
28	3,46%	23,27%	
29	5,00%	28,27%	
30	4,26%	32,53%	
31	3,91%	36,44%	
32	4,06%	40,50%	
33	4,25%	44,75%	
34	4,30%	49,05%	
35	5,16%	54,21%	
36	5,18%	59,39%	
37	5,48%	64,87%	
38	5,60%	70,47%	
39	5,57%	76,04%	
40	5,99%	82,03%	
41	6,06%	88,09%	
42	6,13%	94,22%	Término da obra
43	2,10%	96,32%	Despesas com limpeza, manutenções e impostos
44	1,87%	98,19%	
45	0,96%	99,15%	
46	0,85%	100,00%	

(fonte: adaptado de ROCHA, 2014)

Tabela AP5 – Vendas mensais por cenário

x	Período	Vendas normais	Vendas baixas
1	12	11	9
2	13	11	8
3	14	11	7
4	15	11	7
5	16	11	6
6	17	11	6
7	18	4	6
8	19	4	6
9	20	4	6
10	21	4	5
11	22	4	5
12	23	4	5
13	24	4	5
14	25	4	5
15	26	4	5
16	27	4	5
17	28	4	5
18	29	4	5
19	30	4	5
20	31	4	5
21	32	4	5
22	33	4	5
23	34	4	5
24	35	4	5
25	36	4	4
26	37	4	4
27	38	4	4
28	39	4	4
29	40	4	4
30	41	4	4
31	42	4	4
32	43	2	4
Total		168	168

(fonte: elaborado pelo autor)

Tabela AP6 – Diferença entre a 1ª data de entrega e realizada e razão entre custo realizado e custo orçado

Empreendimento	Diferença projetada (meses)	Razão Realizado/Orçado (%)	Data de início (mês/ano)
Obra 1	9	116,7%	11/2010
Obra 2	0	107,3%	02/2011
Obra 3	2	105,3%	03/2011
Obra 4	2	97,5%	03/2011
Obra 5	2	95,1%	06/2011
Obra 6	2	105,3%	12/2011
Obra 7	0	100,6%	04/2012
Obra 8	0	100,2%	08/2013
Obra 9	22	115,5%	09/2009
Obra 10	11	111,3%	05/2011
Obra 11	14	110,9%	06/2010
Obra 12	10	108,2%	08/2011
Obra 13	7	108,8%	06/2012
Obra 14	8	108,0%	09/2012
Obra 15	9	98,1%	06/2012
Obra 16	8	100,3%	09/2012
Obra 17	7	100,3%	10/2012
Obra 18	8	105,4%	11/2012
Obra 19	7	102,9%	05/2013
Obra 20	8	107,2%	06/2011
Obra 21	0	105,3%	08/2012
Obra 22	0	102,9%	12/2012
Obra 23	0	100,0%	06/2013
Obra 24	0	100,0%	09/2013
Obra 25	3	98,6%	02/2011
Obra 26	1	92,1%	10/2011
Obra 27	0	100,0%	05/2013
Obra 28	6	108,1%	08/2011
Obra 29	3	99,7%	03/2012
Obra 30	1	99,2%	09/2012

(fonte: elaborado pelo autor)

Tabela AP7 – Curva da Obra para 27 meses

Período	Percentual mensal	Percentual acumulado	Descrição
16	2.47%	2.47%	Despesas com projetos, sondagens e instalações provisórias
17	0.15%	2.62%	
18	0%	2.62%	
19	0%	2.62%	
20	0.03%	2.65%	
21	0.64%	3.29%	Início da obra
22	0.98%	4.27%	Despesas com a execução da obra
23	3.10%	7.37%	
24	2.27%	9.64%	
25	2.18%	11.82%	
26	2.36%	14.18%	
27	2.62%	16.80%	
28	3.12%	19.93%	
29	2.73%	22.66%	
30	2.42%	25.08%	
31	3.06%	28.14%	
32	3.90%	32.04%	
33	3.48%	35.52%	
34	4.33%	39.85%	
35	5.54%	45.38%	
36	3.43%	48.81%	
37	3.16%	51.97%	
38	2.76%	54.73%	
39	2.78%	57.51%	
40	3.05%	60.56%	
41	2.60%	63.17%	
42	2.61%	65.78%	
43	3.48%	69.26%	
44	7.24%	76.49%	
45	6.94%	83.43%	
46	4.53%	87.97%	
47	3.91%	91.87%	Término da obra
48	2.52%	94.39%	Despesas com limpeza, manutenções e impostos
49	2.67%	97.06%	
50	2.05%	99.11%	
51	0.90%	100.01%	

(fonte: elaborado pelo autor)

Tabela AP8 – Curva de Vendas por cenário

Período	A	B	C	D
12	0.15%	0.15%	0.12%	0.12%
13	0.32%	0.32%	0.25%	0.25%
14	0.49%	0.49%	0.35%	0.35%
15	0.65%	0.65%	0.46%	0.46%
16	0.68%	0.68%	0.44%	0.44%
17	0.70%	0.70%	0.42%	0.42%
18	0.63%	0.63%	0.42%	0.42%
19	0.54%	0.54%	0.42%	0.42%
20	0.45%	0.45%	0.43%	0.43%
21	0.37%	0.37%	0.43%	0.43%
22	0.38%	0.38%	0.42%	0.42%
23	0.38%	0.38%	0.42%	0.42%
24	0.69%	0.69%	0.66%	0.66%
25	0.69%	0.69%	0.64%	0.64%
26	0.70%	0.70%	0.62%	0.62%
27	0.71%	0.71%	0.63%	0.63%
28	0.72%	0.72%	0.62%	0.62%
29	0.73%	0.73%	0.63%	0.63%
30	0.55%	0.55%	0.64%	0.64%
31	0.55%	0.55%	0.65%	0.65%
32	0.56%	0.56%	0.66%	0.66%
33	0.57%	0.57%	0.64%	0.64%
34	0.58%	0.58%	0.65%	0.65%
35	0.58%	0.58%	0.66%	0.66%
36	0.89%	0.89%	0.90%	0.90%
37	0.90%	0.90%	0.86%	0.86%
38	0.90%	0.90%	0.83%	0.83%
39	0.91%	0.91%	0.83%	0.83%
40	0.92%	0.92%	0.81%	0.81%
41	0.93%	0.93%	0.82%	0.82%
42	0.75%	0.75%	0.82%	0.82%
43	0.73%	0.73%	0.83%	0.83%
44	0.81%	0.68%	0.89%	0.79%
45	5.21%	0.62%	4.44%	0.71%
46	19.24%	0.57%	12.53%	0.65%
47	12.10%	0.68%	13.08%	0.71%
48	9.42%	0.68%	11.73%	0.67%
49	9.75%	0.68%	12.15%	0.65%
50	9.87%	0.68%	11.81%	0.65%
51	13.35%	22.87%	14.40%	15.56%
52	0.00%	11.84%	0.00%	12.77%
53	0.00%	9.01%	0.00%	11.22%
54	0.00%	9.23%	0.00%	11.50%
55	0.00%	9.62%	0.00%	11.57%
56	0.00%	12.61%	0.00%	13.59%

(fonte: elaborado pelo autor)

Tabela AP9 – Planilha de cálculo do estudo de viabilidade econômica

	Percentual	Base	Coefficiente probabilístico	Valor nominal	Valor presente	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Vendas	-	-		78,076.15	\$51,684.39									
Unidades vendidas	-	-		168	-									
Curva de receita com vendas	-	-		-	-									
Receita com vendas	-	-		78,076.15	51,684.39									
Terreno	-	-		(15,048.77)	(10,282.00)	(821.05)								
ITBI, Demolição e outros	6%	VN terreno		(821.05)	(810.73)	(821.05)								
Corretagem do Terreno	6%	VP terreno		(543.52)	(533.31)									
Pagamento do Terreno	-	-		(13,684.20)	(9,058.59)									
Obra	-	-		(39,359.33)	(33,028.95)									
Curva obra	-	-		-	-									
Custo raso	-	-	1.04	(35,142.26)	(29,646.15)									
Taxa de Administração	10%	VN custo raso		(3,514.23)	(2,964.61)									
Manutenção	2%	VN custo raso		(702.85)	(581.13)									
Despesas comerciais	-	-		(6,636.47)	(5,609.47)									
Plantão de vendas	1.83%	VN VGV		(1,428.79)	(1,274.09)									
Marketing	2.17%	VN VGV		(1,694.25)	(1,446.61)									
Comissão vendas	4.50%	VN VGV		(3,513.43)	(2,999.89)									
Outros	-	-		(5,034.57)	(3,590.30)									
Decoração condominial	-	-		(350.00)	(341.27)									
Despesas jurídicas	2%	VN VGV		(1,561.52)	(1,283.48)									
Impostos retidos	4%	VN VGV		(3,123.05)	(2,067.38)									
Fluxo de caixa	-	-		11,997.01	\$2,342.79	(821.05)								
WACC a.a.	16.40%													
WACC a.m.	1.27%													

continuação

10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
		115.0	246.9	378.8	510.7	527.6	544.4	488.1	421.1	354.0	286.9	293.1	299.2	535.4	541.5
		11	11	11	11	11	11	4	4	4	4	4	4	4	4
		0.1%	0.3%	0.5%	0.7%	0.7%	0.7%	0.6%	0.5%	0.5%	0.4%	0.4%	0.4%	0.7%	0.7%
		115.0	246.9	378.8	510.7	527.6	544.4	488.1	421.1	354.0	286.9	293.1	299.2	535.4	541.5
		(291.92)	(315.03)	(66.39)	(89.51)	(92.47)	(95.42)	(85.55)	(73.80)	(62.04)	(50.29)	(51.36)	(52.44)	(93.83)	(94.91)
		(271.76)	(271.76)												
		(20.2)	(43.3)	(66.4)	(89.5)	(92.5)	(95.4)	(85.6)	(73.8)	(62.0)	(50.3)	(51.4)	(52.4)	(93.8)	(94.9)
											(2,454.7)	(804.1)	(954.8)	(788.6)	(715.1)
											6.4%	2.1%	2.5%	2.0%	1.9%
											(2,231.5)	(731.0)	(868.0)	(716.9)	(650.1)
											(223.2)	(73.1)	(86.8)	(71.7)	(65.0)
(260.3)	(260.3)	(601.2)	(361.9)	(361.9)	(361.9)	(361.9)	(361.9)	(144.9)	(144.9)	(144.9)	(144.9)	(144.9)	(144.9)	(144.9)	(144.9)
(260.3)	(260.3)	(260.3)	(20.9)	(20.9)	(20.9)	(20.9)	(20.9)	(20.9)	(20.9)	(20.9)	(20.9)	(20.9)	(20.9)	(20.9)	(20.9)
		(110.9)	(110.9)	(110.9)	(110.9)	(110.9)	(110.9)	(40.3)	(40.3)	(40.3)	(40.3)	(40.3)	(40.3)	(40.3)	(40.3)
		(230.0)	(230.0)	(230.0)	(230.0)	(230.0)	(230.0)	(83.7)	(83.7)	(83.7)	(83.7)	(83.7)	(83.7)	(83.7)	(83.7)
		(55.0)	(60.2)	(65.5)	(70.8)	(71.5)	(72.1)	(69.9)	(67.2)	(64.5)	(61.8)	(62.1)	(62.3)	(71.8)	(72.0)
		(50.4)	(50.4)	(50.4)	(50.4)	(50.4)	(50.4)	(50.4)	(50.4)	(50.4)	(50.4)	(50.4)	(50.4)	(50.4)	(50.4)
		(4.6)	(9.9)	(15.2)	(20.4)	(21.1)	(21.8)	(19.5)	(16.8)	(14.2)	(11.5)	(11.7)	(12.0)	(21.4)	(21.7)
(260.3)	(260.3)	(833.1)	(490.2)	(115.0)	(11.5)	1.7	15.0	187.8	135.1	82.5	(2,424.8)	(769.3)	(915.3)	(563.7)	(485.5)

continuação

26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41
547.6	553.8	559.9	566.1	425.8	431.9	438.1	444.2	450.3	456.5	692.6	698.8	704.9	711.1	717.2	723.3
4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
0.7%	0.7%	0.7%	0.7%	0.5%	0.6%	0.6%	0.6%	0.6%	0.6%	0.9%	0.9%	0.9%	0.9%	0.9%	0.9%
547.6	553.8	559.9	566.1	425.8	431.9	438.1	444.2	450.3	456.5	692.6	698.8	704.9	711.1	717.2	723.3
(95.98)	(97.06)	(98.14)	(99.21)	(74.63)	(75.70)	(76.78)	(77.85)	(78.93)	(80.00)	(121.40)	(122.47)	(123.55)	(124.62)	(125.70)	(126.77)
(96.0)	(97.1)	(98.1)	(99.2)	(74.6)	(75.7)	(76.8)	(77.9)	(78.9)	(80.0)	(121.4)	(122.5)	(123.5)	(124.6)	(125.7)	(126.8)
(684.2)	(1,256.3)	(1,337.5)	(1,932.8)	(1,646.8)	(1,511.5)	(1,569.5)	(1,642.9)	(1,662.2)	(1,994.7)	(2,002.4)	(2,118.4)	(2,164.8)	(2,153.2)	(2,315.5)	(2,342.6)
1.8%	3.3%	3.5%	5.0%	4.3%	3.9%	4.1%	4.3%	4.3%	5.2%	5.2%	5.5%	5.6%	5.6%	6.0%	6.1%
(622.0)	(1,142.1)	(1,215.9)	(1,757.1)	(1,497.1)	(1,374.1)	(1,426.8)	(1,493.5)	(1,511.1)	(1,813.3)	(1,820.4)	(1,925.8)	(1,968.0)	(1,957.4)	(2,105.0)	(2,129.6)
(62.2)	(114.2)	(121.6)	(175.7)	(149.7)	(137.4)	(142.7)	(149.4)	(151.1)	(181.3)	(182.0)	(192.6)	(196.8)	(195.7)	(210.5)	(213.0)
(144.9)	(144.9)	(144.9)	(144.9)	(144.9)	(144.9)	(144.9)	(144.9)	(144.9)	(144.9)	(144.9)	(144.9)	(144.9)	(144.9)	(144.9)	(144.9)
(20.9)	(20.9)	(20.9)	(20.9)	(20.9)	(20.9)	(20.9)	(20.9)	(20.9)	(20.9)	(20.9)	(20.9)	(20.9)	(20.9)	(20.9)	(20.9)
(40.3)	(40.3)	(40.3)	(40.3)	(40.3)	(40.3)	(40.3)	(40.3)	(40.3)	(40.3)	(40.3)	(40.3)	(40.3)	(40.3)	(40.3)	(40.3)
(83.7)	(83.7)	(83.7)	(83.7)	(83.7)	(83.7)	(83.7)	(83.7)	(83.7)	(83.7)	(83.7)	(83.7)	(83.7)	(83.7)	(83.7)	(83.7)
(72.3)	(72.5)	(72.8)	(73.0)	(67.4)	(67.6)	(67.9)	(68.1)	(68.4)	(68.6)	(78.1)	(78.3)	(78.6)	(78.8)	(195.7)	(196.0)
														(116.7)	(116.7)
(50.4)	(50.4)	(50.4)	(50.4)	(50.4)	(50.4)	(50.4)	(50.4)	(50.4)	(50.4)	(50.4)	(50.4)	(50.4)	(50.4)	(50.4)	(50.4)
(21.9)	(22.2)	(22.4)	(22.6)	(17.0)	(17.3)	(17.5)	(17.8)	(18.0)	(18.3)	(27.7)	(28.0)	(28.2)	(28.4)	(28.7)	(28.9)
(449.7)	(1,017.0)	(1,093.4)	(1,683.9)	(1,507.9)	(1,367.8)	(1,421.0)	(1,489.6)	(1,504.1)	(1,831.7)	(1,654.1)	(1,765.3)	(1,806.9)	(1,790.5)	(2,064.7)	(2,086.9)

continuação

42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57
583.1	568.3	631.8	4,066.2	18,728.4	7,117.3	7,460.3	7,635.9	7,728.0	8,892.2						
4	2														
0.7%	0.7%	0.8%	5.2%	24.0%	9.1%	9.6%	9.8%	9.9%	11.4%						
583.1	568.3	631.8	4,066.2	18,728.4	7,117.3	7,460.3	7,635.9	7,728.0	8,892.2						
(102.19)	(99.60)	(110.73)	(712.67)	(3,282.47)	(1,247.43)	(1,307.54)	(1,338.33)	(1,354.46)	(1,558.52)						
(102.2)	(99.6)	(110.7)	(712.7)	(3,282.5)	(1,247.4)	(1,307.5)	(1,338.3)	(1,354.5)	(1,558.5)						
(2,369.6)	(811.8)	(722.9)	(371.1)	(328.6)	(23.4)	(23.4)	(23.4)	(23.4)	(23.4)	(23.4)	(23.4)	(23.4)	(23.4)	(23.4)	(23.4)
6.1%	2.1%	1.9%	1.0%	0.9%											
(2,154.2)	(738.0)	(657.2)	(337.4)	(298.7)											
(215.4)	(73.8)	(65.7)	(33.7)	(29.9)											
					(27.03)	(27.03)	(27.03)	(27.03)	(27.03)	(27.03)	(27.03)	(27.03)	(27.03)	(27.03)	(27.03)
(144.9)	(82.9)														
(20.9)	(20.9)														
(40.3)	(20.2)														
(83.7)	(41.8)														
(190.4)	(22.7)	(25.3)	(162.6)	(749.1)	(284.7)	(298.4)	(305.4)	(309.1)	(355.7)						
(116.7)															
(50.4)															
(23.3)	(22.7)	(25.3)	(162.6)	(749.1)	(284.7)	(298.4)	(305.4)	(309.1)	(355.7)						
(2,224.0)	(448.7)	(227.1)	2,819.8	14,368.2	5,561.7	5,830.9	5,968.7	6,041.0	6,954.6	(23.4)	(23.4)	(23.4)	(23.4)	(23.4)	(23.4)

continuação

58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72
(27.0)	(27.0)	(27.0)	(27.0)	(27.0)	(27.0)	(27.0)	(27.0)	(27.0)	(27.0)	(27.0)	(27.0)	(27.0)	(27.0)	(27.0)
(27.03)	(27.03)	(27.03)	(27.03)	(27.03)	(27.03)	(27.03)	(27.03)	(27.03)	(27.03)	(27.03)	(27.03)	(27.03)	(27.03)	(27.03)
(27.0)	(27.0)	(27.0)	(27.0)	(27.0)	(27.0)	(27.0)	(27.0)	(27.0)	(27.0)	(27.0)	(27.0)	(27.0)	(27.0)	(27.0)

(fonte: elaborado pelo autor)