



PROJETO DE GRADUAÇÃO 2


**APLICAÇÃO DA TEORIA DE OPÇÕES REAIS EM UM
INVESTIMENTO NA INCORPORAÇÃO IMOBILIÁRIA**

Por,

PEDRO PINHEIRO NOGUEIRA

19/0036729

Brasília, Novembro de 2023.



**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
FACULDADE DE TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**

APLICAÇÃO DA TEORIA DE OPÇÕES REAIS EM UM INVESTIMENTO NA INCORPORAÇÃO IMOBILIÁRIA

Relatório submetido ao curso de graduação
em Engenharia de Produção na
Universidade de Brasília para obtenção do
título de Bacharel em Engenharia de
Produção

Por,

PEDRO PINHEIRO NOGUEIRA

19/0036729

Banca Examinadora

Prof. João Carlos Félix Souza, Unb/EPR

(Orientador)

Carlos Roberto Gonçalves Selva, M.E/Unb

Brasília

2023

RESUMO

Este estudo de caso visa aprofundar a compreensão da viabilidade econômica da construção de um condomínio horizontal utilizando a Teoria de Opções Reais e aplicando o Modelo Binomial como ferramenta analítica. Para conduzir o projeto, foram realizadas reuniões com os sócios da construtora, visando compreender suas expectativas financeiras em relação à incorporação do condomínio, bem como o planejamento para a construção e lançamento do empreendimento. Os principais enfoques da análise consistiram em apoiar os sócios no desenvolvimento do planejamento financeiro, incluindo a elaboração de projeções de despesas e receitas, a fim de entender a exposição de caixa do projeto. Além disso, para avaliar a viabilidade econômica de forma abrangente, calculamos indicadores financeiros essenciais. O Valor Presente Líquido (VPL) foi utilizado para medir o valor atualizado dos fluxos de caixa do projeto, considerando a taxa de desconto apropriada. A Taxa Interna de Retorno (TIR) proporcionou *insights* sobre a rentabilidade do investimento, enquanto o *Payback* indicou o período necessário para recuperar o capital investido. Assim, de forma a complementar a análise, empregou-se a Teoria de Opções Reais (TOR) para calcular o VPL do projeto em caso de decisão de abandonar o investimento. Isso levou em consideração a flexibilidade gerencial e o processo decisório pelos quais os empresários estavam passando para determinar a opção mais vantajosa.

Palavras-chave: Teoria das Opções Reais, Modelo Binomial, Valor Presente Líquido, Taxa Interna de Retorno, *Payback*, Fluxo de Caixa Descontado.

ABSTRACT

This case study aims to deepen the understanding of the economic feasibility of constructing a horizontal condominium using Real Options Theory and applying the Binomial Model as an analytical tool. To conduct the project, meetings were held with the construction company's partners to understand their financial expectations regarding the condominium development, as well as the planning for construction and project launch. The main focuses of the analysis were to support the partners in developing the financial plan, including the preparation of expense and revenue projections, to understand the project's cash exposure. Additionally, to comprehensively assess economic feasibility, we calculated essential financial indicators. The Net Present Value (NPV) was used to measure the present value of the project's cash flows, considering the appropriate discount rate. The Internal Rate of Return (IRR) provided insights into the investment's profitability, while Payback indicated the time needed to recover the invested capital. To complement the analysis, Real Options Theory (ROT) was employed to calculate the NPV of the project in case of the decision to abandon the investment. This took into account managerial flexibility and the decision-making process that the entrepreneurs were undergoing to determine the most advantageous option.

Keywords: Real Options Theory, Binomial Model, Net Present Value, Internal Rate of Return, Payback, Discounted Cash Flow.

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Analogia entre opções reais e opções financeiras	28
Quadro 2 – Cronograma de etapas de planejamento e execução do empreendimento	38

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Etapas do processo de avaliação de opções reais	31
Figura 2 – Grade binomial com três períodos	32
Figura 3 – Etapas do estudo	39
Figura 4 – Árvore binomial gerada pelo fluxo de caixa	52
Figura 5 – <i>Backward</i> da árvore binomial	53

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Quadro de Áreas e Custo/m ²	40
Tabela 2 – Projeção de evolução física da obra	41
Tabela 3 – Despesas comerciais e de marketing	41
Tabela 4 – Desembolso total do empreendimento	42
Tabela 5 – Preço médio por unidade	45
Tabela 6 – Condição de pagamento e percentuais de cada parcela	45
Tabela 7 – Velocidade de vendas	45
Tabela 8 – Variação na valorização de preços de empreendimentos semelhantes	46
Tabela 9 – Parâmetros Adotados	41
Tabela 10 – Indicadores financeiros	48
Tabela 11 – Variáveis para árvore binomial	51
Tabela 12 – VPL expandido	53

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Vendas 2008 a 2023 conforme FIPEZAP	38
Gráfico 2 – Exposição de caixa do projeto	42

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	10
2	JUSTIFICATIVA	13
3	OBJETIVOS	15
3.1	OBJETIVO GERAL	15
3.2	OBJETIVO ESPECÍFICOS	15
4	REVISÃO DE LITERATURA	16
5	METODOLOGIA	20
5.1	MÉTODO NA ANÁLISE DE INVESTIMENTOS	20
5.2	FLUXO DE CAIXA DESCONTADO E VALOR PRESENTE LÍQUIDO	21
5.3	OPÇÕES REAIS	28
5.4	TIR	33
5.5	<i>PAYBACK</i>	34
6	APLICAÇÃO	36
6.1	CONTEXTUALIZAÇÃO DO PROJETO	37
6.2	ANÁLISE DO CONTEXTO	38
6.2.1	Custos do empreendimento	39
6.2.2	Definição dos fluxos de receita	43
7	ANÁLISE E RESULTADOS	48
7.1	RESULTADOS ECONÔMICOS	48
7.2	ÁRVORE BINOMIAL	51
7.3	ANÁLISE DO VPL PELA OPÇÃO DE ABANDONO	52
8	CONCLUSÃO	55
	REFERÊNCIAS	57

1 INTRODUÇÃO

A indústria da construção civil desempenha um papel de extrema importância no Brasil, não apenas impulsionando a economia, mas também exercendo um papel social significativo. Segundo dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), a indústria da construção civil representa cerca de 3,3% do Produto Interno Bruto (PIB) brasileiro (FEICON, 2022). Essa força econômica pode ser exemplificada com os resultados do PIB de 2022 divulgados pelo IBGE, que cresceu 2,9%. Esse aumento só foi alcançado em função do bom desempenho do PIB da Construção Civil, que subiu 6,9% no mesmo período (IBGE, 2023).

Assim, existe uma ligação direta entre a construção civil e o investimento nacional. Conforme dados da FEICON (2022),

entre 2010 e 2019, a construção civil respondeu por cerca de 50% dos investimentos da economia brasileira. Em 2019, especificamente, a taxa chegou a 44%. Como referência, é possível comparar com outros países, como a China, que apresentou taxa de investimento de 42,84%, em 2018. Portanto, desenvolver a indústria da construção abre as portas para gerar mais investimento no País e na economia. Com isso, existe a oportunidade de fortalecer o cenário interno, rumo ao crescimento.

Ainda, em 2022, o número de trabalhadores formais na construção, superior a 2,5 milhões, correspondeu a 5,86% do total de empregados formais no Brasil (aproximadamente 43 milhões). Com esse percentual, o setor foi responsável por quase 10% do total das novas vagas geradas – mais de 194 mil. Entre as cidades brasileiras, as cinco que registraram mais novos postos de trabalho no setor em 2022 foram: São Paulo (25.591), Rio de Janeiro (11.759), Salvador (8.011), Brasília (7.033) e Fortaleza (6.192) (CBIC, 2023).

É possível verificar a posição de destaque de Brasília, frente ao mercado nacional, na geração de empregos no mercado imobiliário. De acordo com o levantamento do Instituto de Pesquisa e Estatística do Distrito Federal (IPEDF), a construção civil é responsável por 2% do PIB do Distrito Federal (DF). Em 2021, a população ocupada no DF foi estimada em 1,35 milhão de pessoas. Desse número, 78,9 mil estavam realizando atividades relacionadas à construção, o que representa 5,8% dos ocupados na capital (CARDIM, 2022).

Por utilizar muita mão de obra e favorecer o aumento do poder de compra, o setor de construção civil tem um grande impacto social. Por meio dele pode haver maior

distribuição de renda, estimulando o consumo e o desenvolvimento de diversas classes sociais.

Assim, essa indústria aumenta os níveis de investimento e gera impactos induzidos e indiretos em outros segmentos econômicos.

O papel da construção civil no Brasil é fundamental não somente para a geração de empregos, como também pela própria natureza da atividade que alavanca uma grande cadeia produtiva, envolvendo, entre outros, os setores de cimento, metais (ferro e aço), cerâmica, madeira e produtos químicos (tintas), constituindo o que se denomina de macrocomplexo industrial da construção (SANTOS, 2006, p. 27).

Por conta dessas características do setor, considera-se que o bem imobiliário possui elevado valor monetário quando comparado a outros bens disponíveis no mercado; por isso, os empreendimentos precisam ser produzidos dentro de um prazo considerado econômico, já que os custos de implantação estão diretamente relacionados com o prazo de construção (GONÇALVES, 2008).

Além disso, diversas incertezas econômicas são inerentes à incorporação imobiliária: demanda, custo/m² do imóvel, velocidade de vendas (ocorrendo por vezes vacâncias prolongadas), questões relacionadas à regulação/legislação e ao poder público. Tudo isso aumenta o risco percebido pelos investidores (BARBOSA, 2005). Por conta desse conjunto de fatores, a concretização de empreendimentos imobiliários só é possível com a “agregação de recursos provenientes de investimentos de longo prazo” (SANTOS, 2006, p. 28).

Desse modo,

[...] é vital gerenciar empresas de uma maneira flexível, revendo constantemente estratégias e planos antes concebidos. A adaptação rápida e mesmo a antecipação às mudanças do ambiente empresarial são imprescindíveis para a sobrevivência da empresa em longo prazo. As tomadas de decisões realizadas hoje influenciam o futuro da empresa. Infelizmente, as técnicas quantitativas de avaliação de projetos, sendo a principal delas o fluxo de caixa descontado ou o método do Valor Presente Líquido (VPL), nem sempre conduzem à melhor solução estratégica. Os executivos estão sujeitos a tomar decisões erradas baseando-se tanto em análises quantitativas quanto unicamente em sua intuição. (MINARDI, 2000, p. 75).

Nesse sentido, neste trabalho, será aplicada a teoria de opções reais (TOR) no estudo de viabilidade econômica na incorporação de um condomínio horizontal residencial regularizado na cidade de Brasília, DF. A adoção da metodologia do TOR é justificada devido às incertezas associadas a investimentos de longo prazo, especialmente em projetos de loteamento. Nesse contexto, torna-se imperativo empregar metodologias financeiras mais precisas para auxiliar a construtora na alocação eficiente de um capital significativo

no projeto. Utilizando os dados disponíveis, a empresa pode tomar decisões informadas e mitigar os riscos inerentes. Assim sendo, a escolha pela opção real se fundamenta na flexibilidade que proporciona ao empresário, permitindo uma gestão mais eficaz e decisões mais embasadas ao longo do desenvolvimento do projeto.

A caracterização deste empreendimento é baseada em um memorial descritivo, fornecido por uma empresa do setor. Este documento é utilizado para a aprovação junto a Secretaria de Estado de Desenvolvimento Urbano e Habitação (SEDUH) do Distrito Federal. Portanto, foram usados dados reais do projeto arquitetônico, como área e número de unidades.

Portanto, neste estudo será aplicada a teoria de opções reais, pelo modelo Binomial, acerca do abandono do projeto, avaliando-se a possibilidade de vender o terreno em vez de continuar com a incorporação. Assim, este estudo servirá como apoio para a estratégia a ser definida e implantada pelos incorporadores.

2 JUSTIFICATIVA

O mercado imobiliário possui um ciclo longo, que vai desde a compra do terreno até a entrega de todas as unidades. Dessa forma, muitas definições feitas durante o desenvolvimento do projeto arquitetônico podem se tornar obsoletas até o final do ciclo do produto. Sobre isso, Kliemann Neto *et al.* (2011) cita que o impacto dos riscos e as incertezas estão diretamente relacionados à duração do projeto. “Tal circunstância faz com que, em um estudo de avaliação econômica, seja fundamental uma avaliação mais aprofundada dos possíveis impactos no resultado final do investimento.” (ROVAI, 2005 *apud* GORSKI, 2019, p. 16).

Entretanto, as decisões de investimentos

são tradicionalmente analisadas com base no método do Fluxo de Caixa Descontado (FCD), que consiste em projetar os fluxos de caixa futuros esperados e descontá-los à taxa ajustada ao risco do projeto. Uma desvantagem desse método, no entanto, é sua natureza simplista e estática, que não captura o valor das flexibilidades gerenciais (opções reais) e estratégicas e ignora as reações das empresas concorrentes. (ALMEIDA *et al.*, 2019, p. 119).

Chaves (2018, p. 11) determina que a taxa de desconto de fluxo de caixa prevista nos métodos tradicionais, utilizados pelo mercado imobiliário, não são “a melhor ferramenta para levar em consideração o direito da mudança de decisão do gestor ou incorporador no período do investimento nem as variações impostas pelo mercado, que podem afetar o fluxo de caixa e, por conseguinte, a tomada de decisão”.

Portanto,

o método do valor presente líquido ou fluxo de caixa descontado estima os fluxos de caixa futuros com base nas premissas de início da vida útil do projeto e os desconta por uma taxa de desconto apropriada ao risco [...] as decisões gerenciais são consideradas estáticas e as volatilidades existentes no projeto não são quantificadas. (MINARDI, 2000, p. 75).

Assim, com a globalização e o rápido aumento na geração e consumo de informações, a economia tem sido impactada diariamente. Isso tem exigido que as empresas em todo o mundo adotem uma abordagem mais flexível ao tomar decisões estratégicas de crescimento. Com esse contexto, a Teoria de Opções Reais (TOR) aparece como uma forma de análise de investimentos extremamente importante para auxiliar nas tomadas de decisões.

Foi no trabalho pioneiro de Black, Scholes e Merton para a avaliação de opções financeiras, de 1973, que surgiu a ideia de se incorporar métodos semelhantes ao problema do investimento sob condições de incerteza. No artigo os autores citam um modelo

matemático que auxiliava na determinação do preço de compra de ações, tornando-se base para a avaliação do prêmio da opção (BLACK; SCHOLLES, 1973).

Entretanto, o conceito de opção da tradição econômica foi inicialmente utilizado, segundo Brandão e Alves (1993), em aplicações de economia ambiental. Essas decisões de investir ou não em projetos de desenvolvimento carregavam consigo uma opção, ou um valor, na possibilidade de escolha intertemporal.

O termo Opções Reais foi lançado por Stewart Myers (1977), em uma análise de que as possíveis expansões que uma empresa poderia realizar eram análogas a um contrato de opção de compra. Nesse contexto, Hartmann e Hassan (2006) colocaram o modelo de avaliação por Opções Reais como o mais recomendado na avaliação de projetos ou empresas quando há um alto risco envolvido.

Desta forma, neste trabalho, a escolha da metodologia TOR é justificada pelas incertezas inerentes a investimentos de longo prazo, característica de investimentos no mercado imobiliário. Nesse contexto, é crucial adotar abordagens financeiras mais precisas para auxiliar a construtora na alocação eficiente de seu capital.

Conforme estabelecido pela Lei das Incorporações (Lei 4.591/64), a construtora tem a prerrogativa de encerrar a incorporação no prazo de 6 meses. Após esse período, o empreendedor deve tomar a decisão de prosseguir com o projeto ou encerrar a operação. Caso opte por não renovar a incorporação ao término desse período, a construtora só poderá comercializar as unidades mediante a obtenção de um novo registro para a incorporação do projeto. Nesse contexto, em nosso estudo, adotamos o período de 6 meses como o prazo de vencimento da opção.

Tendo isto em vista, torna-se fundamental realizar uma avaliação minuciosa dos custos financeiros associados a cada alternativa, ponderando cuidadosamente o impacto que essas decisões podem ter na saúde financeira da empresa. Em colaboração com os sócios da construtora, a decisão da possibilidade de abandonar o projeto, pela venda da gleba, foi tomada. Esta escolha estratégica foi respaldada pela análise de que a venda do terreno em questão poderia oferecer uma oportunidade mais favorável em termos financeiros, capitalizando a valorização do terreno em comparação com a continuidade do processo de incorporação. Essa abordagem reflete uma compreensão sofisticada das dinâmicas do mercado, considerando não apenas os custos imediatos, mas também antecipando os benefícios potenciais a longo prazo.

Ao escolher pela possibilidade de abandonar o projeto ao invés de seguir com a construção do loteamento, a construtora demonstra flexibilidade e adaptabilidade,

alinhando-se às condições específicas do mercado e às oportunidades presentes. Essa decisão estratégica não apenas visa otimizar os retornos financeiros, mas também evidencia a capacidade da empresa de ajustar sua estratégia conforme as circunstâncias evoluem, consolidando uma abordagem empresarial resiliente e orientada para resultados.

Com isso, ao utilizar os dados disponíveis por meio da Teoria de Opções Reais, a empresa estará habilitada a tomar decisões embasadas e a mitigar os riscos associados. Assim, a opção pela metodologia baseia-se na flexibilidade que proporciona ao empresário, permitindo uma gestão mais eficaz e decisões mais fundamentadas ao longo do desenvolvimento do projeto. Essa abordagem oferece uma estrutura sólida para lidar com as complexidades e variabilidades inerentes ao empreendimento, contribuindo para um processo decisório mais informado e adaptável.

3 OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GERAL

Avaliar a viabilidade econômica da incorporação imobiliária de um condomínio horizontal regularizado.

3.2 OBJETIVO ESPECÍFICOS

1. Analisar e prever os fluxos de caixa que serão gerados pelo empreendimento ao longo do tempo, considerando receitas, despesas e investimentos previstos.
2. Determinar e analisar os indicadores de viabilidade econômica, rentabilidade do investimento e risco do projeto por meio de cálculos e análises financeiras.
3. Realizar a simulação da evolução do valor presente líquido do projeto empregando a teoria de opções reais, e aplicar a estrutura de árvore binomial para modelar a opção de abandono do empreendimento em um intervalo de tempo predeterminado.

4 REVISÃO DE LITERATURA

Conhecendo a importância do estudo econômico no lançamento de uma incorporação, esse trabalho tem como objetivo analisar a viabilidade econômica de um condomínio horizontal residencial por meio da projeção futura de um fluxo de caixa. Sendo assim, segundo Gorski (2019, p. 11),

através da análise do fluxo de caixa projetado, será possível obter como resultado indicadores tais quais Valor Presente Líquido (VPL), Taxa Interna de Retorno (TIR) e *Payback*, além da relevância de algumas variáveis de projeto, como ritmo de vendas e valor das unidades, no resultado final do empreendimento.

Além disso, Chaves (2018, p. 11) cita que

o mercado de incorporação e desenvolvimento imobiliário utiliza os métodos tradicionais para análise de investimento em ativos do setor e o retorno gerado por eles. O valor presente líquido (VPL) de um investimento no mercado imobiliário e sua taxa interna de retorno (TIR) não são apenas ferramentas úteis para a análise financeira do empreendimento, como também se tornaram populares no jargão desta indústria e são atributos preponderantes quando incorporadores e desenvolvedores buscam por investidores para seus projetos.

No estudo da viabilidade de um empreendimento imobiliário realizado por Cerávolo e Hochhein (2016), foi utilizada uma combinação dos métodos de análise de cenários para calcular o VPL do projeto. Além do cenário referencial, os autores definiram um cenário pessimista e um cenário otimista, nos quais se alteravam a taxa de desconto, custo, velocidade de venda e preço de venda.

Outro exemplo é o estudo de Reis (2008), que utilizou o método de opções reais como alternativa para complemento de análises de viabilidade financeira para empreendimentos imobiliários. A partir do método binomial, o autor avalia, também, um caso específico, a fim de estabelecer uma comparação entre a análise do investimento por valor presente líquido (VPL) e por opções reais.

Tendo em vista que o mercado imobiliário possui um ciclo longo, Daciê, Sanches e Garcia (2016) aplicaram a teoria de opções reais em um projeto de investimento que compreende um loteamento de espaço territorial urbano localizado no noroeste do Paraná, com prospectos de retorno em até 10 anos. Com a aplicação proposta pelas autoras, é possível que os incorporadores investiguem consequências ao investimento decorrentes de possíveis alterações no cenário econômico ao longo do tempo.

Assim, a pesquisa empírica constatou, entre suas descobertas fundamentais, que a probabilidade de o Valor Presente Líquido (VPL) tradicional ocorrer é praticamente nula quando se leva em conta a incerteza do ambiente no qual a organização está inserida.

Consequentemente, os resultados indicam que o cálculo do VPL não reflete adequadamente a realidade analisada quando são consideradas as Opções Reais, resultando em uma avaliação dos retornos até 2,5% acima do valor calculado pelo método convencional.

Em outra pesquisa, Yoshimura (2007) utilizou um estudo hipotético de um projeto de loteamento residencial em uma gleba urbana na cidade de Campinas (SP) para demonstrar e ilustrar a aplicação prática da teoria da teoria de opções reais. Isso se deve ao fato de que esse projeto possui um ciclo de maturação prolongado, está repleto de contingências, apresenta irreversibilidade em seus investimentos e está sujeito a condições de incerteza, como a volatilidade econômica. Como conclusão, o autor deduziu que a inclusão da opção neste estudo ampliou o valor do projeto em comparação com a análise tradicional.

Com outra perspectiva, o estudo conduzido por Souza, Rocha e Souza (2019) examina a perspectiva de parcerias entre setores público e privado no âmbito da infraestrutura. Nessa análise, o governo brasileiro identificou locais propícios para a implementação de novos portos e terminais portuários, os quais serão cedidos à iniciativa privada mediante pagamento de aluguel. Mesmo projetos que apresentam Valor Presente Líquido (VPL) negativo podem se tornar viáveis se houver investidores interessados em adquirir o direito de desenvolvê-los futuramente. A determinação do valor desse direito, referente a um empreendimento com VPL negativo que possa se tornar rentável no futuro, pode ser realizada por meio da abordagem das opções reais.

Desta forma, os autores chegam a conclusão de que é imperativo que o governo não negligencie a promoção de licitações para novos empreendimentos em infraestrutura, mesmo quando apresentam Valor Presente Líquido negativo, caso haja indícios de perspectivas de mercado mais promissoras no futuro. O modelo Black-Scholes-Merton pode ser empregado para calcular o valor da opção de espera, dado que se trata de uma opção europeia de adiamento, com data fixa para exercício. Desta maneira, o vencedor da licitação e comprador teria a opção de aguardar o direito, sem a obrigação de desenvolver o empreendimento.

Explorando a esfera dos estudos voltados para infraestrutura, a pesquisa conduzida por Souza, Souza, Rocha e Yaohao (2020) destaca uma abordagem mais flexível na análise de investimentos no setor hidroviário brasileiro. O cerne deste estudo reside na aplicação da metodologia de opções reais para examinar a viabilidade de remover o pedral de Lourenço em uma hidrovia localizada no Tocantins.

A peculiaridade deste estudo consiste na consideração de opções estratégicas, como adiar ou expandir o projeto, e na utilização de recursos públicos para concretizar esse investimento. Ao adotar essa abordagem, os pesquisadores buscaram compreender como as decisões estratégicas, sujeitas a incertezas e variabilidades, impactam a eficácia e a rentabilidade dos empreendimentos.

Desta forma, os autores revelaram que a incorporação da metodologia de opções reais não apenas proporcionou uma análise mais holística e adaptativa, mas também demonstrou um aumento significativo nos potenciais lucros associados aos projetos hidroviários em questão.

Através da aplicação do modelo de opção real e da estratégia de opção de abandono, Blank, Samanez, Baidya e Dias (2014) conduziram uma investigação focada na incorporação de garantias visando a mitigação dos riscos associados à implementação de parcerias público-privadas em projetos de infraestrutura. O estudo propôs a introdução de cláusulas estabelecendo garantias mínimas e máximas de retorno em relação ao tráfego rodoviário. Adicionalmente, foi considerada a opção de abandono do projeto.

Assim, a pesquisa buscou definir uma condição otimizada que equilibrasse as três garantias, minimizando riscos de abandono de investimentos privados ao mesmo tempo em que evita a imposição de garantias excessivamente elevadas. Esse enfoque estratégico visa aprimorar a gestão de riscos e otimizar a viabilidade financeira de projetos de infraestrutura sob parcerias público-privadas.

O estudo realizado por Tognetti, Lima e Granja (2017) constitui um caso de análise sobre a qualidade do investimento na implementação e operação de um empreendimento na região de Campinas/SP, especialmente voltado para a construção e administração de condomínios industriais e logísticos, com ênfase na geração de receita por meio de aluguel. No decorrer do trabalho, modelou-se a opção de abandono, considerando a volatilidade de variáveis cruciais, como custo de construção, preços de locação e taxas de vacância, entre outras. Os resultados das simulações revelaram que a viabilidade da opção de abandonar o empreendimento diminui em fases de preços mais estáveis, enquanto se torna mais significativa em cenários marcados por uma alta volatilidade futura.

No âmbito da análise de investimentos, a pesquisa conduzida por Souza e Souza (2020) se debruça sobre um estudo que explora as nuances de um investimento em um empreendimento voltado para a armazenagem de soja. O diferencial desse estudo reside na aplicação da análise de opções reais, uma abordagem que proporciona uma precisão aprimorada ao considerar as incertezas e volatilidades inerentes ao mercado em questão.

Ao incorporar a análise de opções reais, o estudo destaca-se por oferecer uma visão mais abrangente e adaptativa, permitindo uma avaliação mais robusta dos potenciais cenários e estratégias associadas ao investimento na armazenagem de soja.

Por fim, compreende-se, a importância da aplicação dos métodos de análise de investimentos no mercado da construção, bem como em estudos de loteamentos horizontais residenciais no Brasil. Assim, a aplicação desses métodos não apenas oferece uma perspectiva mais precisa sobre a rentabilidade dos empreendimentos, mas também auxilia na formulação de estratégias mais sólidas, promovendo o desenvolvimento sustentável do mercado imobiliário e contribuindo para a estabilidade financeira dos investidores e do setor como um todo.

5 METODOLOGIA

5.1 MÉTODO NA ANÁLISE DE INVESTIMENTOS

Investir refere-se à aquisição de bens (sejam produtos ou serviços) por parte dos agentes econômicos, mediante a aplicação de recursos financeiros (seja em dinheiro ou títulos), com a expectativa de obter retornos futuros que superem o valor inicial do investimento. Esses retornos podem se manifestar por meio de ganhos periódicos resultantes da utilização do bem ou serviço, ou por um ganho único obtido através da sua venda (ASSAF NETO, 2007). Caso os agentes financeiros não percebam retornos satisfatórios nesse investimento, é altamente provável que optem por não realizá-lo (GITMAN, 2004).

A análise de investimentos é essencial para que as empresas atinjam sua meta primordial: criar valor para os acionistas. No que tange à alocação de capital, o ponto crucial é decidir quais opções de investimento irão maximizar os resultados financeiros da empresa em um período específico (MOTTA; CALÔBA, 2002).

Do ponto de vista financeiro, um investimento bem-sucedido é aquele que, após uma minuciosa análise das variáveis como risco e retorno, melhor se alinha com as expectativas do investidor (DAMODARAN, 2005). Segundo essa abordagem, um investimento é considerado excelente quando otimiza a relação entre risco e retorno para os envolvidos.

A avaliação econômica proporciona aos gestores a capacidade de compreender e estimar as vantagens e desvantagens de um projeto, seja no setor público ou privado. Ao ter acesso a dados e informações mais abrangentes, é possível determinar quais projetos devem receber prioridade na alocação de recursos (CARVALHO, 2015).

Assim sendo,

decisões de investimento podem ocorrer tanto para a verificação da viabilidade econômica de um projeto único, como para a escolha de um projeto dentre múltiplas opções. Invariavelmente o tomador de decisão deve utilizar diferentes métodos de avaliação de modo que seja possível mensurar a atratividade das alternativas de investimento. (GORSKI, 2019, p. 12).

Em relação às análises de viabilidade de um novo empreendimento imobiliário, González e Formoso (2001) afirmam que os estudos muitas vezes são realizados com base em critérios simplificados ou subjetivos, sendo importante uma análise detalhada do mercado para mitigar os riscos do investimento. Neste sentido, segundo Lima Júnior,

Monetti e Alencar (2013 *apud* ROCHA, 2019, p. 42), “[...] os Fluxos de Caixa são elaborados para dar suporte à tomada de decisão, sendo a base de referência das análises econômico-financeiras”.

Para Iyer e Kumar (2016 *apud* ROCHA, 2019, p. 43), “o Fluxo de Caixa é uma das variáveis-chave que afetam a rentabilidade dos projetos de construção”. Por sua vez, Dourado (2014 *apud* ROCHA, 2019, p. 43)

indica que a gestão do Fluxo de Caixa é essencial para garantir a sustentabilidade dos negócios, e expõe que à complexidade dos empreendimentos, os longos ciclos de produção e os montantes financeiros envolvidos tornam a tarefa de projetar o Fluxo de Caixa ainda mais complexa.

Tendo isto em vista, Vishwanath (2007 *apud* ROCHA, 2019, p. 43) cita que “existem três métodos tradicionais baseados em Fluxo de Caixa Descontado: o Valor Presente Líquido (VPL), a Taxa Interna de Retorno (TIR) e o *Payback* Descontado”. No mesmo sentido, Purnus e Bodea (2016 *apud* ROCHA, 2019, p. 46) “citam o VPL e a TIR como dois dos indicadores mais usados para estimar a performance financeira de projetos”. Além disso, Balarine (2004 *apud* ROCHA, 2019, p. 46) indica que o *Payback*, “devido à incerteza crescente associada aos longos períodos de retorno”, é o indicador que relaciona o tempo de recuperação do investimento ao risco.

Porém, sabendo que as análises tradicionais não retratam as incertezas inerentes ao mercado, conforme citado anteriormente neste trabalho, a fundamentação teórica do Fluxo de Caixa Descontado (FCD) e os métodos de Opções Reais serão os principais critérios de avaliação neste projeto de análise. No entanto, considerando que indicadores como VPL, TIR e *Payback* são comumente analisados pelas incorporadoras imobiliárias, é necessário trazer a fundamentação teórica desses indicadores para se ter uma análise completa.

5.2 FLUXO DE CAIXA DESCONTADO E VALOR PRESENTE LÍQUIDO

A avaliação realizada pelo método do Fluxo de Caixa Descontado se baseia na teoria de que o valor de um negócio depende dos benefícios futuros que ele irá produzir, descontados para um valor presente, através da utilização de uma taxa de desconto apropriada, a qual reflita os riscos inerentes aos fluxos estimados (ENDLER, 2004, p. 3).

Sendo assim, Damodaran (1997, p. 15 *apud* ENDLER, 2004, p. 4) cita que

essa metodologia é a mais fácil de ser utilizada em empresas que apresentem fluxos de caixa positivos, os quais possam ser confiavelmente estimados para períodos futuros, e onde exista um substituto para risco que possa ser utilizado para a obtenção de taxas de desconto.

Portanto, a técnica do FCD apresenta o valor de um projeto com base nos fluxos de caixa estimados no futuro, com o desconto de uma taxa definida para representar o risco do investimento realizado (COPELAND; ANTIKAROV, 2002).

Então, para o cálculo do Fluxo de Caixa Descontado de um investimento, Póvoa (2012 *apud* SOUSA, 2015, p. 24) “discorre em torno de três elementos que são de suma importância na construção de um fluxo de caixa: a taxa de desconto, perpetuidade e a taxa de crescimento, onde o desconhecimento de um desses elementos pode consistir em um grave erro de análise”.

Segundo Endler (2004, p. 6) é possível

efetuar a avaliação através de duas abordagens do fluxo de caixa descontado, sendo que uma avalia apenas a participação acionária, ou seja, o valor para o acionista, e a outra avalia a empresa como um todo. As duas abordagens descontam fluxos de caixa esperados, mas com diferenciadas definições de fluxo de caixa e taxas de desconto.

Na avaliação pelo enfoque do Patrimônio Líquido ou Fluxo de Caixa do Acionista, descontam-se os fluxos de caixa esperados do acionista após a dedução de todas as despesas, bônus fiscais, pagamento de juros e principal pela taxa de retorno exigida pelos investidores. O cálculo para avaliação por fluxo de caixa do acionista é definido pela Equação 1 (ENDLER, 2004, p. 6):

$$VPL = \sum_{t=1}^{t=\infty} \frac{FCa}{(1 + Ka)^t} \quad (1)$$

Onde:

VPL = Valor Presente Líquido

FCa = Fluxo de caixa do acionista no período t

Ka = Custo de Patrimônio Líquido (taxa de retorno exigida pelos acionistas)

No entanto, na avaliação pelo enfoque da empresa, obtém-se o valor presente da empresa como um todo, através dos fluxos de caixa esperados para a empresa, descontados pelo custo médio ponderado de capital – *Weighted Average Cost of Capital* (WACC). Assim, cálculo do fluxo de caixa da empresa é definido pela Equação 2 (ENDLER, 2004, p. 8):

$$VPL = \sum_{t=1}^{t=\infty} \frac{FCe}{(1+WACC)^t} \quad (2)$$

Onde:

VPL = Valor Presente Líquido

FCe = Fluxo de caixa da empresa no período t

WACC = Custo médio de capital ponderado (*Weighted Average Cost of Capital*)

Tendo em vista que

a grande maioria das empresas utiliza capital próprio e de terceiros para o financiamento de suas atividades operacionais [...] a taxa de desconto a ser utilizada representa o custo global de capital ou custo médio do capital ponderado (WACC), o qual, é obtido pelo cálculo da média ponderada de todos os custos de financiamentos de curto e longo prazo, utilizados por uma empresa para financiar suas atividades. (ENDLER, 2004, p. 8).

Segundo Azevedo (2018, p. 18),

a identificação do custo de capital é necessário para melhorar as decisões relacionadas às políticas de financiamentos das companhias, é importante destacar, que a forma com que as companhias tomam suas decisões, em relação aos seus projetos de investimentos, poderão contribuir para o aumento ou diminuição do valor da empresa.

Portanto,

o custo médio ponderado de capital (CMPC ou WACC) demonstra de que forma o capital das companhias está constituído, em outras palavras, identifica qual a porcentagem do capital que pertence a terceiros e qual porcentagem corresponde ao capital próprio da companhia. (AZEVEDO, 2018, p. 18).

Sendo assim,

o custo médio do capital ponderado representa o valor do dinheiro no tempo, utilizado para converter os fluxos de caixa futuros a valor presente, em outras palavras, é o retorno exigido sobre seu capital investido para que a empresa atinja o equilíbrio na aplicação efetuada (ENDLER, 2004, p. 9).

De acordo com Azevedo (2018), alguns fatores de risco econômico podem afetar o WACC, como o Risco Econômico Operacional, que corresponde às atividades da empresa, considerando a possibilidade de a empresa não alcançar os resultados esperados, e o Risco Financeiro, relacionado ao endividamento da empresa, ou seja, a incapacidade ou dificuldade de a empresa honrar seus compromissos.

Podemos concluir que “a taxa apropriada de desconto a ser utilizada é a taxa mínima de retorno esperada que uma empresa ou investimento precisa oferecer para ser atraente” (ENDLER, 2004, p. 9). Sendo assim, a autora traz a Equação 3 que melhor se aplica para o cálculo do Custo Médio do capital ponderado:

$$WACC = K_{pl} [PL/(PL+D)] + K_d [D/(PL+D)] \quad (3)$$

Onde:

K_{pl} = custo do patrimônio líquido

K_d = custo da dívida após impostos

PL = patrimônio líquido a valor de mercado

D = dívida a valor de mercado

O *Capital Asset Pricing Model* (CAPM) é o modelo mais recomendado para mensurar o custo de capital próprio da empresa ou o custo do patrimônio líquido (KPL), pois leva em conta a inflação do mercado em que a empresa está inserida e é possível realizar o ajuste ao risco de mercado. O resultado do CAPM indicará, portanto, a rentabilidade mínima necessária do ativo para que faça sentido o investimento, evidenciado pelo prêmio de risco calculado.

Portanto, a teoria básica que relaciona risco e retorno é o modelo de formação de preços (CAPM) utilizado para medir o risco não diversificável. O modelo indica um retorno mínimo exigido para que o investimento faça sentido, já que ele é a soma da taxa de retorno de um ativo livre de risco, no Brasil é usada a Letra do Tesouro Nacional, a uma medida de prêmio de risco (BARROS, 2023).

Segundo Ross, Westerfield e Jordan (2000), o CAPM precisa das seguintes variáveis para determinar o retorno esperado: valor do dinheiro no tempo, que se utiliza da taxa livre de risco; o prêmio de risco de mercado, que mostra o ganho pelo risco assumido; o coeficiente beta, que é um indicador que mostra a variabilidade do retorno de determinado ativo em resposta a variação do mercado.

O coeficiente beta do mercado é considerado igual a 1. Quando medido para um ativo, compara-se que um coeficiente medido acima de 1 indica uma perspectiva de retorno acima do mercado, tanto no sentido positivo, quanto no sentido negativo. Por outro lado, o

beta menor que 1 indica uma variabilidade menor que a do mercado. O coeficiente é calculado a partir da Covariância entre o histórico de retorno do ativo e do mercado, dividido pela Variância do mercado. Em que X e Y são o retorno do mercado e do ativo, respectivamente, no período i, enquanto x e y são o retorno médio no período total do cálculo (Equação 4).

$$\beta = \frac{Cov(r_j, r_m)}{Var(r_m)}$$

$$Cov(r_j, r_m) = \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})(Y_i - \bar{Y}) \quad (4)$$

$$Var(r_m) = \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2$$

Com isso, o custo de capital próprio pode ser calculado a partir da Equação 5, publicada por Willian Sharpe (1963):

$$CAPM = r_f + \beta(r_m - r_f) \quad (5)$$

Onde:

r_f – taxa de retorno livre de risco

r_m – retorno de mercado

Para se ter uma maior precisão no desenvolvimento de um fluxo futuro de uma empresa, Damodaran e Serra (2000) declara que o processo de avaliação de uma empresa precisa considerar dois períodos de fluxos de caixa: o determinado na projeção e a perpetuidade.

O período determinado de horizonte comumente utilizado em projeções sofre variações de 5 a 10 anos, assumindo esse tempo para a empresa atingir o “platô” na sua curva de crescimento. O período de perpetuidade é após essa estabilidade ser alcançada.

Contudo, segundo Póvoa (2021), após cinco anos, as estimativas tornam-se bastante incertas, ao passo que, mesmo que fosse possível saber até quando a empresa funcionaria, a precisão gradativamente diminuiria e a subjetividade aumentaria exponencialmente.

Consequentemente, para a validade dessa equação seja válida, três condicionantes precisam ser levadas em conta:

1. nenhuma empresa pode crescer para sempre a uma taxa mais alta que a taxa de crescimento da economia em que opera;
2. à medida que as empresas evoluem e passam de uma sequência de crescimento acelerado para um crescimento que se aproxima de uma perspectiva estável, deve assumir características de uma firma de crescimento estável;
3. atingido esse cenário, a empresa deve reinvestir o suficiente para sustentar a taxa de crescimento desejado (DAMODARAN, 2012).

Assim como Damodaran (2012), Nishiwaki (2023) cita que o crescimento da economia deve ser fator balizador do crescimento perpétuo da companhia analisada. É comum que seja assumida a premissa do crescimento do PIB como um limitador, ou teto, pois seria incoerente esperar que alguma empresa crescesse mais do que a média por tempo indefinido, embora haja exceções.

Com isso, a definição de crescimento da taxa de perpetuidade pode ser dada pela Equação 6:

$$g = \frac{\text{somatório da expectativa de crescimento do PIB}}{\text{inflação do último ano no horizonte da projeção}} \quad (6)$$

Sendo assim, Póvoa (2021) demonstra que o cálculo de perpetuidade pode ser realizado conforme Equação 7:

$$\text{Perpetuidade} = \frac{FCFF (1+g)}{WACC-g} \quad (7)$$

Onde:

FCFF = Fluxo de caixa no último período do horizonte estabelecido

WACC = Custo médio ponderado do capital

g = Taxa de crescimento na perpetuidade

No trabalho de Cunha (2011), é proposta uma equação que aborda o Fluxo de Caixa Descontado (FCD) em dois períodos: o período do horizonte definido e a perpetuidade (Equação 8).

$$V = \sum \frac{E(FC)_{projecção}}{(1+K)^n} + \frac{E(FC)_{após\ projecção}}{K-g} \quad (8)$$

Onde:

E(FC) = equivalente certo do fluxo de caixa

K = Custo médio ponderado de capital

G = taxa de crescimento na perpetuidade

Quando o VPL é maior que zero, significa que o investimento é viável e deverá trazer o retorno esperado ao investidor. Dessa forma, a existência de um VPL maior que zero é definida como o principal critério de aceitação de um determinado projeto e, ainda, o maior VPL é considerado o critério de escolha quando se realiza a comparação entre diversas alternativas de investimento (NARDELLI; MACEDO, 2011).

Conforme determinado pelos autores, é possível concluir que o método do Fluxo de Caixa Descontado (FCD) se concentra em um investimento imediato, sem levar em consideração possíveis mudanças de estratégias futuras. Essa abordagem não está alinhada com as variações e incertezas enfrentadas pelas empresas no mundo real, resultando em uma análise estática da empresa que pode comprometer a avaliação de seu valor futuro. Portanto, será visto no próximo item a Teoria de Opções Reais, a qual será considerada para mitigar as incertezas futuras do mercado.

5.3 OPÇÕES REAIS

Conforme Minardi (2000, p. 75) “o método do valor presente líquido precisa ser remodelado para avaliar projetos em que existam flexibilidades gerenciais significativas”. Além do mais, os modelos tradicionais de análise do valor de uma empresa ou de um projeto são fortemente baseados nos fluxos de caixa futuros de um investimento. Entretanto, esses modelos falham ao não considerarem que no decorrer da vida desse investimento existem diversas incertezas associadas e que os gestores têm a capacidade, ou a flexibilidade, de reagir a essas incertezas (PARREIRA FILHO, 2002). Dessa forma, a Teoria das Opções Reais (TOR) surge como uma abordagem que busca fornecer resultados mais precisos na avaliação de uma empresa.

A base fundamental da TOR é derivada da Teoria das Opções Financeiras. No Quadro 1, Minardi (2000, p. 77) estabelece uma analogia entre as Opções Reais e as Opções Financeiras.

Quadro 1 – Analogia entre opções reais e opções financeiras

OPÇÃO REAL	OPÇÃO FINANCEIRA
Postergar	Opção de compra americana do valor presente do projeto (V = preço do ativo-objeto), mediante desembolso do investimento (I = preço de exercício) $VP_{\text{expandido}} = \text{máx}(V-I, 0)$
Cancelar novas etapas do investimento	Opção composta em que cada etapa da construção é encarada como uma opção de compra no valor das etapas subseqüentes, sendo o preço de exercício a prestação do investimento necessária para prosseguir para a próxima etapa
Expandir a escala de produção	Opção de compra de uma parcela de $x\%$ da escala-base do projeto (xV = preço do ativo-objeto), mediante o investimento adicional (Ie = preço de exercício) $VP_{\text{expandido}} = V + \text{máx}(xV-Ie)$
Contrair a escala de produção	Opção de venda de uma parcela de $c\%$ da escala-base do projeto (cV = preço do ativo-objeto), economizando uma parte dos custos (Ic = preço de exercício) $VP_{\text{expandido}} = V + \text{máx}(Ic-cV, 0)$
Fechar temporariamente	A operação de cada ano é vista como uma opção de compra de receita de caixa do ano (R = preço do ativo-objeto), tendo como preço de exercício os custos operacionais variáveis (IV = preço de exercício) $V_{\text{opção}} = \text{máx}(R-IV, 0)$ Podemos também encarar o problema como uma opção entre obter o valor do projeto V (líquido dos custos fixos) menos os custos variáveis IV e fechar e receber o valor do projeto menos a receita de caixa prevista para o ano, R $VP_{\text{expandido}} = \text{máx}(V-IV, V-R)-IF = (V-IF)-\text{mín}(IV, R)$
Abandonar pelo valor	Opção de venda americana do valor do projeto (V = preço residual do ativo-objeto), recebendo-se o valor residual (A = preço de exercício) $V_{\text{opção}} = \text{máx}(A-V, 0)$ $VP_{\text{expandido}} = \text{máx}(A, V)$

O termo “opção” pode ser explicado como um contrato derivativo que fornece ao seu detentor a possibilidade de comprar ou vender determinada quantidade do ativo-base, na data de vencimento do contrato e pelo preço de exercício, que é um preço previamente acordado. Essas operações serão realizadas exclusivamente se for de interesse do detentor da opção. Existem dois tipos de contratos de opção, as opções de compra, também conhecida como Calls, e as opções de venda, ou Puts (PARREIRA FILHO, 2002).

De acordo com Lemgruber (1992), de uma forma geral as opções, Calls e Puts, podem ser classificadas em dois grupos: as opções americanas e as opções europeias. A diferença é que as opções americanas permitem ao portador exercer a opção durante todo o período compreendido entre a data de emissão e a data do vencimento, já para as opções europeias, o exercício só pode ocorrer na data de vencimento.

Por fim, a determinação do prêmio de uma opção depende principalmente das seguintes variáveis:

- preço do ativo-base;
- preço de exercício da opção;
- data de vencimento da opção;

Tendo como base as fundamentações das teorias, a TOR, “quando aplicada, integra estratégia e finanças, pois considera, analiticamente, as flexibilidades gerenciais e as opções de crescimento, que são o cerne da estratégia empresarial”. (SELVA *et al.*, 2020, p. 102114).

Para Minardi (2000, p. 75), “a flexibilidade gerencial ou as formas de adaptação às mudanças do ambiente empresarial nada mais são que uma série de opções reais, algumas inerentes aos projetos e outras construídas mediante um custo maior de investimento”. A autora cita alguns exemplos:

- postergar um projeto;
- expandir ou contrair a escala de produção;
- abandonar temporária ou definitivamente um projeto;
- abandonar o projeto ainda em fase de construção;
- alterar as matérias-primas ou os produtos finais de um projeto;
- realizar outros investimentos dependentes de um projeto inicial (opções de crescimento) (MINARDI, 2000).

Entretanto, Damodaran (2004) apresenta três formatos de opções que estão dentro dos projetos: postergar um projeto, expandir um investimento para aumento de faturamento

e capilaridade e abono do projeto. Além disso, Vanderlei e Carmona (2008) trazem, de forma adicional, a opção de mudança de uso.

Sendo assim, existem duas metodologias utilizadas para análise na aplicação das Opções Reais: o modelo de Black e Scholes, desenvolvido em 1973, para precificação de opções que seguem um comportamento de processo estocástico, e o método da árvore de decisão binomial, proposto por Cox, Ross e Rubinstein, em 1979, que permite o uso de computadores para obter resultados.

O modelo de Black e Scholes (1973) propõe que o VPL estático deve ser calculado através do método do FCD, enquanto o valor da opção deve ser calculado através das Equações 9, 10 e 11:

$$C = S\phi(d_1) - Ke^{-rT}\phi(d_2) \quad (9)$$

$$d_1 = \frac{\ln(S/K) + (r + \sigma^2/2)T}{\sigma\sqrt{T}} \quad (10)$$

$$d_2 = \frac{\ln(S/K) + (r + \sigma^2/2)T}{\sigma\sqrt{T}} = d_1 - \sigma\sqrt{T} \quad (11)$$

Onde:

S = valor presente dos fluxos de caixa futuros esperados.

K = capital inicial.

r = taxa livre de risco (custo de oportunidade).

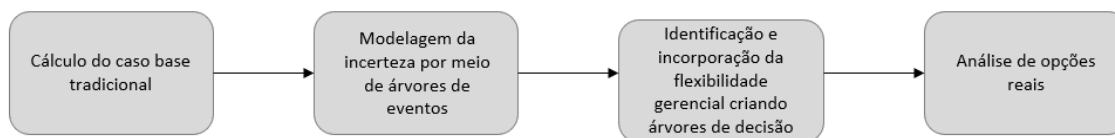
t = prazo direito do projeto.

ϕ = função de distribuição normal cumulativa

σ = volatilidade do projeto.

O outro modelo de análise, proposto por Cox, Ross e Rubinstein (1979), utiliza a árvore de decisão binomial, na qual cada unidade de tempo é considerada. Esse modelo pressupõe que o preço do ativo pode subir ou cair, respeitando o valor da volatilidade definida. Além disso, assume-se que a probabilidade de alta ou baixa no mercado é a mesma. Essa proposta é composta por 4 etapas, apresentadas na Figura 1 (adaptada de ALVES, 2018).

Figura 1 – Etapas do processo de avaliação de opções reais

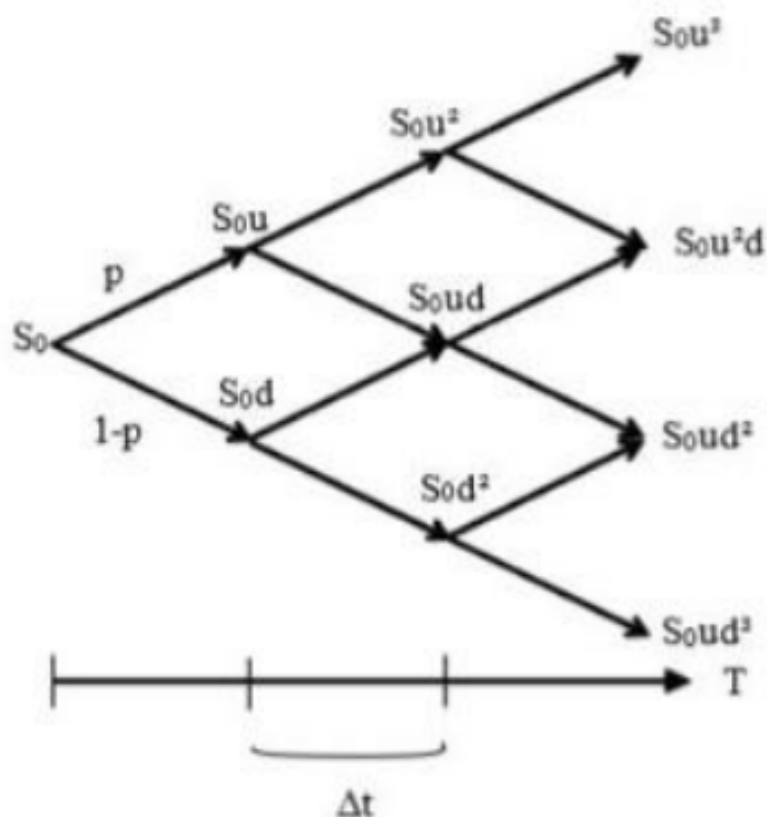


Sendo assim, cada etapa pode ser detalhada com base no estudo de Alves (2018):

1. Análise padrão do valor presente do projeto com o emprego de técnicas tradicionais como o Fluxo de Caixa Descontado;
2. Construção de uma árvore de eventos, baseada em um conjunto de incertezas combinadas que influenciam a volatilidade do projeto.
3. Determinação das decisões gerenciais a serem tomadas nos nós da árvore de eventos, para transformá-la em uma árvore de decisões. As árvores de eventos modelam o conjunto de valores que o ativo subjacente sujeito a risco pode assumir ao longo do tempo. A árvore de decisão mostra os retornos das decisões ótimas, condicionadas às situações que se apresentam;
4. O último passo é a avaliação dos retornos das árvores de decisões obtidas.

Portanto, na árvore binomial, o preço de um ativo inicia com um valor, S_0 , e depois assume dois valores diferentes a partir de um ponto no tempo, quando se move para cima como uS_0 (*up jumps*) com probabilidade p e para baixo como dS_0 (*down jumps*) com probabilidade $1-p$ no tempo $t + 1$, e assim por diante, até que a vida útil seja atingida. Temos $u > 1$ e $d < 1$, e embora não seja rigorosamente necessário, em geral, pressupomos que $u = 1/d$ (YOSHIMURA, 2007). Na Figura 2, Yoshimura (2007) representa as variações.

Figura 2 – Grade binomial com três períodos



Com isso, o processo do método binomial, segundo Copeland e Antikarov (2002), segue um modelo de árvore de decisões (Equação 12):

$$C = \frac{pCu + (1-p)Cd}{1 + rf}$$

Sendo:

$$Cu = \text{Max}(uV - 1, 0)$$

(12)

$$Cd = \text{Max}(dV - 1, 0)$$

Onde:

C = valor da opção de compra

Cu = valor da ação em caso de aumento do valor bruto

C_d = valor da ação em caso de queda do valor bruto

V = valor bruto da ação

p = probabilidade neutra de risco

r_f = taxa livre de risco

$u = 1 + \Delta u$ (mudança percentual no valor bruto da ação entre períodos, no caso de aumento)

$d = 1 + \Delta d$ (mudança percentual no valor bruto da ação entre períodos, no caso de queda)

Após a conclusão dessas quatro etapas, finalmente as partes interessadas terão o valor do VPL expandido: a soma do VPL tradicional e o Valor Presente da opção. A Equação 13 seguir demonstra o cálculo do VPL expandido:

$$VPL_{\text{expandido}} = VPL_{\text{tradicional}} + Valor_{\text{opção}} \quad (13)$$

5.4 TIR

A taxa interna de retorno (TIR) é, por definição, a taxa que zera o valor presente líquido. É uma taxa média de desconto do fluxo de caixa, ou, em outras palavras, é a taxa que torna o valor presente dos fluxos de caixa igual ao investimento inicial (GALESNE; FENSTERSEIFER; LAMB, 1999; KASSAI *et al.*, 1999).

Para a resolução do fluxo de caixa admite-se que o valor presente líquido seja nulo ($VPL=0$) e que os demais parâmetros sejam adotados em função de realidades possíveis. Com essas considerações, o critério de viabilidade é atendido se a taxa interna de retorno calculada for superior à taxa mínima de atratividade adotada pelo empreendedor (HIRSCHFELD, 2000).

Portanto,

a Taxa Interna de Retorno funciona em uma lógica diferente do VPL. Enquanto o VPL define se o projeto é viável ou não, a TIR é somente a taxa de desconto que iguala o valor presente das entradas de caixa ao investimento inicial referente ao projeto. Ao contrário do método do VPL, o resultado da TIR não depende de uma taxa de desconto, pois seu resultado é interno ou intrínseco ao projeto não dependendo de qualquer outra coisa senão dos fluxos de caixa do projeto (ROSS *et al.*, 1995 *apud* DOMIT, 2014, p. 14).

Para fins de cálculo, o TIR é encontrado a partir da Equação 14 (MOTTA; CALÔBA, 2002):

$$TIR = \sum_{j=0}^n \frac{FC_j}{(1+i)^j} = 0 \quad (14)$$

Onde:

I = taxa de juros

FCj = fluxo de caixa qualquer genérico

5.5 PAYBACK

Outro método para análise de viabilidade de um investimento é a estimativa do tempo de retorno do capital investido. Domit (2014, p. 14) traz o conceito de *payback* definido por Ross, Waterfield e Jaffe, em 1995: “uma técnica que indica quantos anos são necessários para recuperar o investimento inicial de caixa, estabelecendo uma relação entre o investimento fixo e as entradas de caixa anuais no prazo de recuperação”.

Como o resultado do Payback indica o número de períodos necessários para a recuperação do investimento, logo, quanto menor o Payback de um projeto, menor o risco do investimento [...] Desta forma, o indicador Payback procura identificar se o período de recuperação dos investimentos iniciais em um empreendimento ocorre dentro do horizonte de planejamento (LIMA *et al.*, 2013).

É mais uma medida de risco do que propriamente de retorno de investimento. Um projeto com *Payback* menor do que outro indica que o mesmo tem grau menor de risco (KASSAI *et al.*, 1999).

Sendo assim, Kliemann Neto (2005) cita que o *payback* é um indicador complementar, sendo útil para situações de instabilidade econômica, de alto risco ou sujeitas a frequentes oscilações. O *Payback*

consiste na análise do período necessário para se obter o retorno do investimento inicial [...] O que é falho neste critério é que ele é utilizado como um critério de rentabilidade de projetos, quando, na verdade, ele se caracteriza mais como uma medida da liquidez do capital investido no projeto (SPERANDIO, 2007, p. 17).

Conforme mencionado, o *Payback* descontado indica o período de tempo (anos ou meses, por exemplo) necessário para a recuperação do investimento inicial. Portanto,

Rasoto *et al.* (2012) citam que para determinar o *Payback* descontado é preciso resolver a Inequação 15.

$$\text{Payback} = \text{mínimo}\{j\}, \text{ tal que: } \sum_{k=1}^j \frac{FC_k}{(1+TMA)^k} \geq |FC_0| \quad (15)$$

Onde:

FC_k = Fluxo de caixa no tempo K

TMA = Taxa mínima de atratividade utilizada para a descapitalização composta

FC_0 = é o módulo do investimento inicial ou fluxo de caixa do período zero

6 APLICAÇÃO

Ao realizar um trabalho, é de suma importância adquirir um entendimento sólido sobre os diversos tipos de pesquisa e suas características distintas. Esse passo é essencial para a definição do modelo de pesquisa mais apropriado a ser utilizado durante o estudo. Como apontado por Medeiros (2006), a pesquisa é uma ciência que emprega técnicas especializadas para interpretar e descrever a realidade. Isso significa que a escolha do método de pesquisa deve ser uma decisão informada, com base em uma compreensão completa das ferramentas disponíveis e das necessidades do estudo em questão.

Silveira e Córdova (2009) identificam diferentes tipos de pesquisa com base em dois principais critérios de classificação: a abordagem (qualitativa ou quantitativa) e a natureza (básica ou aplicada). A abordagem qualitativa se concentra na compreensão aprofundada dos fenômenos, muitas vezes usando métodos descritivos e interpretativos para explorar a complexidade das questões em estudo. Por outro lado, a abordagem quantitativa envolve a coleta e análise de dados numéricos, permitindo identificar tendências, padrões e relações por meio de técnicas estatísticas.

Além disso, a natureza da pesquisa também desempenha um papel crucial na escolha do modelo. As pesquisas básicas buscam ampliar o conhecimento teórico e científico, muitas vezes sem uma aplicação direta imediata. Elas são frequentemente associadas a pesquisas acadêmicas e teóricas. Por outro lado, as pesquisas aplicadas têm um foco prático e visam resolver problemas específicos. Elas aplicam o conhecimento existente para solucionar questões reais e gerar conhecimento prático que pode ser implementado no mundo real.

Assim, este estudo é definido como uma pesquisa quantitativa com natureza aplicada. Isso implica que a pesquisa se baseia na análise de dados numéricos relacionados ao desempenho de um projeto imobiliário em Brasília, DF, com o objetivo de solucionar problemas específicos e gerar conhecimento prático. Essa abordagem é especialmente relevante quando se busca aplicar resultados concretos e relevantes em situações práticas do mundo real, como é o caso do projeto em questão.

Portanto, a escolha do modelo de pesquisa, baseada nas orientações de Silveira e Córdova (2009), é crucial para assegurar que o estudo seja conduzido de maneira eficaz e atinja seus objetivos de forma satisfatória, proporcionando soluções práticas e valiosas para os problemas identificados.

6.1 CONTEXTUALIZAÇÃO DO PROJETO

O condomínio horizontal residencial fica localizado em uma das regiões mais nobres e valorizadas de Brasília, DF, a poucos minutos da Ponte JK, com acesso pela DF-140, na região do Tororó e sob o regime da administração do Jardim Botânico. O terreno possui cerca de 40 ha e, para a aprovação, foi desmembrado em 371 lotes privativos, com média de 480,00 m² cada. O empreendimento é caracterizado por possuir cercamento com segurança 24h, áreas de lazer, alto padrão de construção e infraestrutura desenvolvida a partir de estudos urbanísticos, arquitetônicos, paisagísticos, de pavimentação, de rede, de iluminação entre outros.

O projeto tem como objetivo a criação de vias de circulação e unidades imobiliárias destinadas a uso comercial, equipamentos públicos comunitários e urbanos, bem como para condomínio urbanístico, na modalidade de Projeto Urbanístico com Diretrizes Especiais para Unidades Autônomas (PDEU). O empreendimento pretende atender demandas da região com habitação unifamiliar, comércio de bens e serviços, ofertando também áreas para o desenvolvimento de atividades institucionais (públicas e privadas), assim como áreas verdes e espaços livres de uso público (ELUP).

A metodologia de construção está alinhada ao que há de mais moderno quando se trata de gestão responsável seguindo as melhores práticas de ESG (*Environmental, Social and Corporate Governance*) – em português Ambiental, Social e Governança Corporativa (ASG). Na área ambiental, a construtora se dedica a manter e preservar as condições naturais de antes da obra. Conduz a gestão correta dos resíduos, à implantação de sistemas de energia fotovoltaica, bem como ao uso racional da água, buscando beneficiar o meio ambiente e proporcionar economia aos moradores. No campo social, toma todos os cuidados com a saúde e a segurança de suas equipes, e promove qualificação profissional. Na governança, além do rigor no respeito à legislação e na transparência em todos os relacionamentos, a empresa mantém uma estrutura que assegura ética nos negócios e protocolos detalhados para a prestação de contas.

Tendo isso em vista, para o cálculo de viabilidade econômica, será considerada uma área privativa total de 177.842,06 m². Além disso, foram calculados custos com o financiamento de produção, gastos com a compra do terreno, projetos, emolumentos, publicidade, corretagem, impostos, bem como o custo de construção da infraestrutura.

Com o intuito de fornecer mais detalhes sobre o projeto, é importante destacar que a escolha do mês de março de 2024 para o lançamento está estrategicamente alinhada com

o término da temporada de chuvas, o que é crucial para viabilizar a fase inicial da obra. Essa janela de tempo oferece condições climáticas mais favoráveis, permitindo a realização eficiente da supressão vegetal e a preparação do terreno, otimizando assim o início das atividades construtivas.

O período total estabelecido para a execução da obra, ao longo de 20 meses, reflete uma programação planejada. Esse cronograma, que será detalhado posteriormente, levará em consideração as etapas de desenvolvimento físico e a coordenação de recursos para assegurar o cumprimento do prazo final de entrega, agendado para dezembro de 2025. Essa abordagem estruturada é fundamental para o sucesso do projeto, permitindo que a empresa alcance seus objetivos e entregue o empreendimento aos clientes dentro dos prazos estipulados.

Quadro 2 – Cronograma de etapas de planejamento e execução do empreendimento

Etapas	Datas
Lançamento	mar.-24
Término de Vendas	mar.-26
Início de Obra	mar.-24
Término de Obra	jul.-25
Entrega ao Cliente	dez.-25

6.2 ANÁLISE DO CONTEXTO

A análise utiliza a teoria das opções reais (TOR) como metodologia de avaliação de investimentos. A seleção das opções reais se baseou na necessidade de proporcionar aos gestores a versatilidade necessária para a implementação de estratégias e determinação de medidas de investimento. A implementação da TOR requer uma seleção cuidadosa do tipo de opções que melhor se adaptam à situação em questão.

Tendo em vista o contexto do Artigo 33, da Lei das Incorporações (4.591/64), o registro da incorporação será válido pelo prazo de 180 dias; findo esse prazo, se ela ainda não houver se concretizado, o incorporador só poderá negociar unidades depois de atualizar a documentação a que se refere o artigo anterior, revalidando o registro por igual prazo.

Passado este prazo, sem a prova da concretização ou a averbação da revalidação da incorporação, não poderá ser registrado na matrícula do empreendimento qualquer ato de

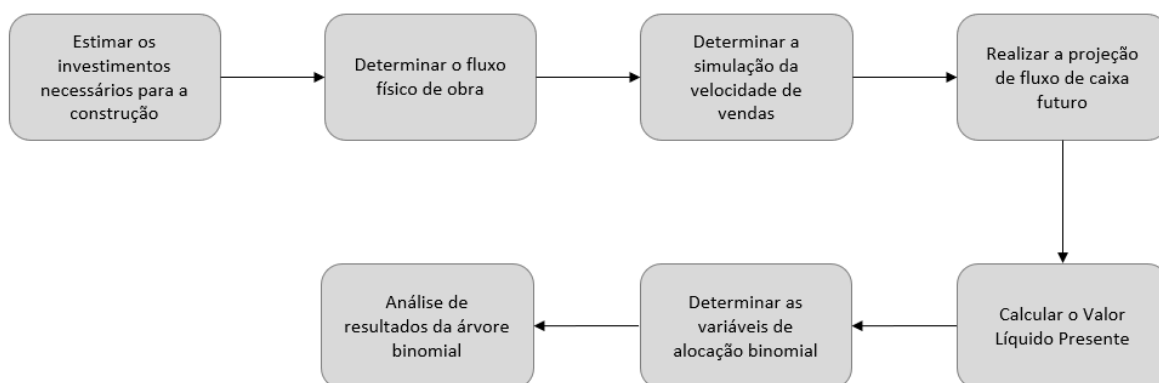
alienação ou oneração de unidades autônomas. Portanto, após o registro da incorporação, o incorporador terá um prazo para dar continuidade ou abandonar o investimento.

Sendo assim, em nossa análise, é prudente considerar as opções de postergar ou abandonar o projeto. No entanto, é fundamental compreender os custos financeiros associados a cada opção e o seu impacto na avaliação do negócio. Então, em acordo com os sócios da construtora, a opção de abandonar o projeto foi a escolhida, pois têm a possibilidade de vender o terreno em questão e, assim, obter o resultado financeiro na valorização do terreno em vez de dar continuidade à incorporação.

Em resumo, este estudo tem como objetivo examinar o valor presente líquido do projeto através da opção de abandonar o projeto no período de seis meses utilizando o método de análise binomial proposto por Cox, Ross e Rubinstein (1979). Essa opção é paralela à opção de compra norte-americana com preço de exercício igual ao valor do terreno a mercado.

Os procedimentos metodológicos incluem estimar o investimento necessário para a construção do projeto, determinar o fluxo físico de obra, realizar a simulação da velocidade de vendas, prever fluxos de caixa futuros e calcular o valor presente líquido usando fluxos de caixa descontados. E, após, determinar as variáveis de alocação binomial e examinar os resultados derivados da árvore binomial.

Figura 3 – Etapas do estudo



6.2.1 Custos do empreendimento

A realização de uma incorporação imobiliária é composta por custos de diferentes naturezas. Segundo Gorski (2019), esses custos são divididos em cinco grupos: (i) custos

de incorporação; (ii) custos de obra; (iii) despesas comerciais e marketing; (iv) despesas administrativas; (v) impostos e despesas financeiras.

Inicialmente, junto à empresa, foi realizado o levantamento dos investimentos já realizados para a aprovação do projeto. Dessa forma, foi preciso verificar na escritura o valor de compra do terreno. Além disso, foi retirado do sistema de gestão, utilizado pela empresa, o extrato do quanto já foi gasto com projetos de arquitetura e infraestrutura, para desenvolver o empreendimento. Ademais, foram levantados os valores investidos em estudos e compensações para conseguir a aprovação do empreendimento junto aos órgãos públicos. Nessa etapa foi possível identificar que se trata de um investimento inicial alto, colocando um capital expressivo desde antes do lançamento do projeto.

Antes de iniciar o desenvolvimento dos fluxos de obra, era necessário determinar os parâmetros básicos do projeto. Sendo assim, foi utilizado o memorial descritivo aprovado pela Secretaria de Estado de Desenvolvimento Urbano e Habitação (SEDUH) do Distrito Federal. Esse documento é fundamental em projetos de construção e obras civis, pois fornece detalhes específicos sobre diversos aspectos do projeto, garantindo uma compreensão clara e completa das especificações e requisitos envolvidos. Dessa forma, foi possível determinar os índices do projeto e os custos estimados por m² (Tabela 1). O custo por m² de construção da infraestrutura de toda a gleba foi determinado por um orçamentista contratado pela empresa. Portanto, os parâmetros apresentados servirão como base para o desenvolvimento dos fluxos financeiros.

Tabela 1 – Quadro de Áreas e Custo/m²

Valor do Terreno	R\$ 20.000.000
Área Real de Construção - AR	177.842,06
Área Privativa de Construção - AP	177.842,06
AR/AP (total)	1,00
Custo/m ² AR (Infraestrutura) - R\$/m ²	284,04
Custo/m ² AP Líquida - R\$/m ²	284,04

Em seguida, em contato com o departamento de engenharia da empresa foi apresentada a projeção de evolução física da obra. Essa projeção servirá de base para o desenvolvimento do desembolso físico-financeiro do custo de construção do projeto. Através dessa projeção, é possível visualizar percentualmente como o projeto tomará forma ao longo do tempo, desde o estágio inicial até a conclusão (Tabela 2).

Além disso, foram destrinchadas quais seriam as despesas comerciais e de marketing para o projeto (Tabela 3). Esses custos englobam todos os gastos associados à promoção, publicidade e comercialização de produtos ou serviços, incluindo custos relacionados à construção do stand de vendas e sua manutenção mensal, campanhas publicitárias, feiras e eventos e, também, a corretagem da equipe de vendas, que nesse segmento é 5% do valor da venda. Esses investimentos são essenciais para atrair e manter clientes e significam 14% do custo comparado às receitas brutas do empreendimento.

Tabela 2 – Projeção de evolução física da obra

%	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
	mar./24	abr./24	Mai o/24	jun./24	jul./24	ago./24	set./24	out./24	nov./24	dez./24	jan./25	fev./25	mar./25	abr./25	mai./25	jun./25	jul./25
Mensal	3	1	2	3	3	4	4	11	11	12	11	4	4	6	7	7	7
Acumulado	3	4	6	8	12	16	20	30	41	53	64	69	73	79	86	93	100

Tabela 3 – Despesas comerciais e de marketing

Despesas de Comercialização	R\$ 15.801
Stand + manutenção	R\$ 240
Publicidade (2%)	R\$ 4.446
Corretagem (5%)	R\$ 11.115

As despesas administrativas referem-se a todos os custos necessários para a gestão e operação diária de uma empresa, chamados de *overhead*, os quais englobam aluguel de escritórios, salários de pessoal administrativo, serviços públicos, suprimentos de escritório e outros gastos que não estão diretamente ligados às atividades de marketing ou produção. Esse fator é destrinchado no orçamento como “Taxa de Administração” e é calculado com a soma de 9% do custo de construção e 1% sobre a receita bruta.

Por fim, impostos e despesas financeiras englobam os tributos que a empresa deve pagar, bem como os juros e encargos financeiros associados a empréstimos ou financiamentos. Essas despesas são fundamentais para o cumprimento das obrigações fiscais e financeiras da empresa. Juntas, essas categorias foram incluídas no orçamento e compõem uma parte significativa do custo operacional, cruciais para a gestão financeira e o cumprimento do planejamento estratégico.

Em relação à tributação, as incorporações imobiliárias obedecem a um regime específico conhecido como Regime Especial de Tributação (RET). A adesão ao RET é

geralmente aplicada quando a incorporação imobiliária adota o chamado “Patrimônio de Afetação”, um mecanismo legal que separa o patrimônio da incorporação em relação a outros ativos da empresa. Essa separação visa garantir a proteção dos compradores de unidades imobiliárias em caso de problemas financeiros da incorporadora, pois os recursos destinados à construção do empreendimento ficam separados e, portanto, mais seguros.

Para aderir ao RET, a empresa deve atender a critérios específicos estabelecidos pelas autoridades fiscais. Uma das principais vantagens desse regime é a simplificação tributária. Sob o RET, a tributação é calculada de maneira mais direta, o que implica que a empresa deve pagar um valor fixo de 4% sobre a receita bruta da Sociedade de Propósito Específico (SPE), uma entidade frequentemente criada para gerenciar empreendimentos imobiliários. Essa simplificação é benéfica para as empresas do setor imobiliário, pois elimina a complexidade de cálculos fiscais em relação aos ganhos de capital, contribuição social, entre outros.

Além disso, o empreendedor tem a intenção de buscar financiamento de produção junto a uma instituição financeira a fim de cobrir os custos de construção de seu projeto. A obtenção de empréstimos para fins de produção é uma prática comum no setor imobiliário e na indústria da construção. A aprovação desse tipo de empréstimo pode depender de diversos fatores, incluindo a viabilidade do projeto, a capacidade do empreendedor de pagar o empréstimo e as garantias oferecidas. Esses empréstimos são normalmente garantidos pelo próprio projeto imobiliário em desenvolvimento, o que significa que, em caso de inadimplência, o imóvel ou a obra em construção pode ser usado como garantia para o pagamento do empréstimo.

Considerando todos os critérios demonstrados neste tópico, foi calculado o desembolso total do empreendimento. No quadro resumo (Tabela 4), é possível perceber que os custos operacionais, que são relacionados ao desenvolvimento do empreendimento, representam 72% do Desembolso Total.

Tabela 4 – Desembolso total do empreendimento em reais

Desembolso Total	110.183
Custos Operacionais	79.454
Terreno	20.000
Projetos	8.941
Custo de Construção	50.513
Despesa de Incorporação e Taxas	330
Despesas de Comercialização	15.801
Stand + manutenção	240

Publicidade (2%)	4.446
Corretagem (5%)	11.115
Pós-obra - Manutenção	253
Pagamento da Dívida	8.343
Taxa de Gestão Empreendimento	6.002
Impostos (RET)	8.556

Assim, o acompanhamento rigoroso do desembolso total é essencial para garantir que o projeto se mantenha dentro do orçamento planejado e para avaliar sua viabilidade financeira. Além disso, fornece informações cruciais para a gestão financeira e tomada de decisões estratégicas ao longo do ciclo de vida do empreendimento. Portanto, entender e controlar o desembolso total é fundamental para o sucesso e a rentabilidade de qualquer projeto ou negócio.

6.2.2 Definição dos fluxos de receita

Na etapa de definição dos fluxos de entrada de um empreendimento, é fundamental abordar várias variáveis que influenciarão diretamente no planejamento e na gestão do projeto. Uma das variáveis-chave a ser considerada é o preço das unidades que serão comercializadas no empreendimento.

Para estabelecer o preço das unidades de forma precisa e competitiva, é necessário conduzir uma pesquisa de mercado. Essa pesquisa envolve a coleta de informações relevantes sobre o mercado imobiliário, como a demanda atual por esse tipo de propriedade, as características específicas do empreendimento em relação à concorrência, as tendências de preços na região e outros fatores que impactam diretamente o valor das unidades.

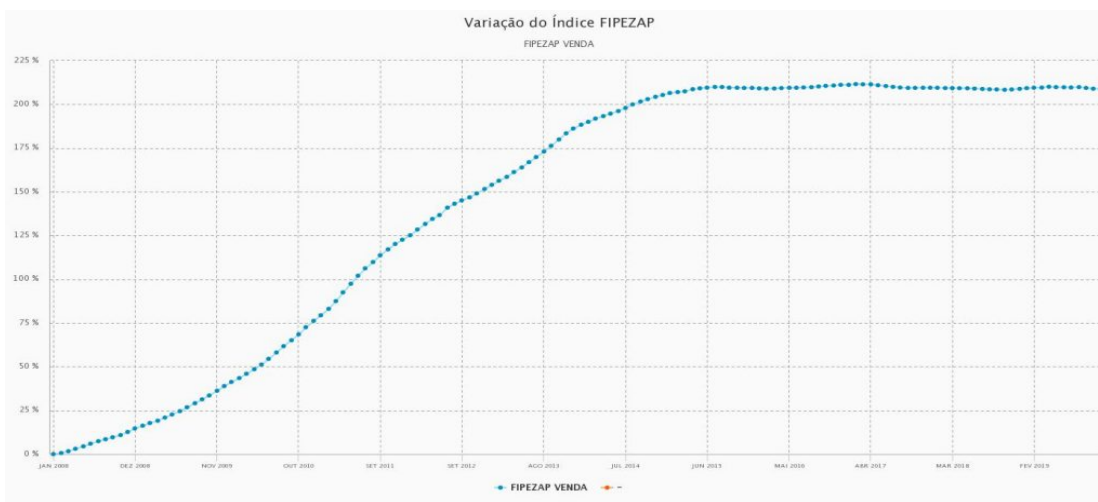
Portanto, para este trabalho, foi disponibilizada uma avaliação, contratada pela empresa, feita por uma imobiliária da região e assinada por um avaliador com o selo do Cadastro Nacional de Avaliadores de Imóveis (CNAI). A metodologia avaliatória utilizada foi o Método Involutivo da Norma Avaliatória da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) (NBR 14.653-2 – Avaliação de Bens – Parte 2 – Imóveis Urbanos). Por meio desse método, determina-se o valor de mercado alienado no seu aproveitamento eficiente, baseado em modelo de estudo de viabilidade técnico-econômica, mediante hipotético empreendimento compatível com as características do bem e com as condições

do mercado no qual está inserido, considerando-se cenários viáveis para execução e comercialização do produto (ABNT, 2011).

Além disso, fatores macroeconômicos desempenham um papel significativo no mercado imobiliário. A tendência de queda nas taxas de juros é um desses fatores que merece atenção especial. A redução das taxas de juros tende a tornar o financiamento imobiliário mais acessível e atrativo para potenciais compradores, incentivando o investimento em propriedades. Isso pode resultar em um aumento na demanda por residências e terrenos, impulsionando o mercado imobiliário e tornando a aquisição de imóveis mais viável financeiramente para um maior número de pessoas.

Outro fator a se observar é que a procura tem se direcionado para casas e lotes unifamiliares, conforme o Gráfico 1, disponibilizado pelo FIPEZAP. Esse índice é calculado pela Fipe com base em informações de anúncios de imóveis para venda e locação veiculados nos portais ZAP (VivaReal e Zap Imóveis).

Gráfico 1 – Vendas 2008 a 2023 conforme FIPEZAP



O fato de esse ser exatamente o tipo de propriedade a ser lançado é altamente relevante, pois indica que o empreendimento está alinhado com a demanda do mercado. Isso pode potencialmente levar a uma comercialização mais bem-sucedida e a um retorno financeiro favorável para o projeto. Portanto, foi determinado um preço médio de R\$1.250,00 por m² (Tabela 5).

Tabela 5 – Preço médio por unidade

Preço de Venda	
Preço/m ² - R\$/m ²	1.250

Após a determinação desses valores, é necessário entender qual será a velocidade com que o dinheiro entrará no caixa da empresa. Essa velocidade é resultante de dois fatores: a velocidade de venda das unidades e as condições de pagamento, cuja definição é feita através da tabela de vendas da incorporação. Portanto, foi desenvolvida a condição de pagamento e os percentuais de cada parcela (Tabela 6).

Posteriormente, foi elaborada a projeção de vendas (Tabela 7) para o empreendimento em questão. Nessa etapa, adotou-se o Índice de Velocidade de Vendas (IVV) com base em dados provenientes do fluxo de vendas de um projeto similar que a construtora executou alguns anos atrás. Essa abordagem baseada em experiências passadas forneceu uma base sólida para estimar e planejar as vendas do empreendimento atual.

Tabela 6 – Condição de pagamento e percentuais de cada parcela

Perfil da Tabela	% das Parcelas
Sinal	15%
Poupança em 84 meses	40%
Anuais (7 parcelas com a primeira em Dez/24)	30%
Chaves ou Financiamento	15%

Tabela 7 – Velocidade de vendas

1	mar.-24	56	16%
2	abr.-24	30	9%
3	mai.-24	30	9%
4	jun.-24	19	5%
5	jul.-24	19	5%
6	ago.-24	19	5%
7	set.-24	9	3%
8	out.-24	9	3%
9	nov.-24	9	3%
10	dez.-24	9	3%
11	jan.-25	9	3%
12	fev.-25	9	3%
13	mar.-25	9	3%
14	abr.-25	9	3%
15	mai.-25	9	3%
16	jun.-25	9	3%
17	jul.-25	9	3%
18	ago.-25	9	3%
19	set.-25	9	3%
20	out.-25	9	3%
21	nov.-25	9	3%
22	dez.-25	9	3%
23	jan.-26	9	3%
24	fev.-26	9	3%
25	mar.-26	9	3%
26	abr.-26	9	3%
27	mai.-26	15	4%
Total lotes		347	100%

O uso de um projeto anterior como referência é particularmente valioso, uma vez que fornece uma visão prática de como as vendas evoluíram em circunstâncias semelhantes. No entanto, também reconhecemos a importância de fazer ajustes e considerar as particularidades do empreendimento atual para garantir que a projeção seja precisa e adaptada às condições atuais do mercado.

Segundo Minardi (2000), é possível identificar a volatilidade de um projeto por meio de sua série histórica, assumindo que a volatilidade futura será igual à volatilidade passada. Com base nessa afirmação, foram utilizadas variações nas valorizações dos preços de vendas de empreendimentos semelhantes na mesma região como referência (Tabela 8). Isso ajuda a estabelecer preços e volatilidades realistas, considerando as flutuações do mercado e mudanças econômicas.

Tabela 8 – Variação na valorização de preços de empreendimentos semelhantes

	jul/03	jul/23
	R\$ / m ²	R\$ / m ²
Reserva By Santa monica	R\$ 45,00	R\$ 550,00
	abr/21	jul/23
	R\$ / m ²	R\$ / m ²
Boulevard	R\$ 800,00	R\$ 1.080,00
	jul/21	jul/23
	R\$ / m ²	R\$ / m ²
Parque Vivá Jardim Botânico	R\$ 700,00	R\$ 1.000,00
	fev/22	jul/23
	R\$ / m ²	R\$ / m ²
Lê Premier	R\$ 800,00	R\$ 1.080,00
	jul/21	jul/23
	R\$ / m ²	R\$ / m ²
Lê Jardim	R\$ 800,00	R\$ 1.100,00

Após estabelecidos os parâmetros essenciais, procedeu-se com os cálculos da árvore binomial para um período de seis meses. Foi utilizado o software Excel, parte do pacote Microsoft Office 365, para avaliar o fluxo de caixa projetado descontado e o método *backward*, incorporando o valor de volatilidade identificado e as probabilidades calculadas para as fases de crescimento (*up*) e decréscimo (*down*) na análise.

7 ANÁLISE E RESULTADOS

7.1 RESULTADOS ECONÔMICOS

Conforme Gorski (2019), a análise do fluxo de caixa projetado desempenha um papel fundamental na avaliação e tomada de decisões em projetos de investimento e empreendimentos. Essa abordagem permite que os gestores e investidores obtenham uma compreensão mais clara do desempenho financeiro esperado de um projeto ao longo do tempo.

Nesse contexto, a utilização dos parâmetros detalhados na seção 6.2 deste estudo foi de extrema relevância, uma vez que esses elementos fundamentam a projeção do fluxo de caixa futuro do projeto. Tais parâmetros incluíam informações essenciais que se revelaram cruciais para uma análise financeira minuciosa e precisa da trajetória do empreendimento. Ao considerar fatores como receitas esperadas, custos, investimentos iniciais e variações ao longo do tempo, a projeção do fluxo de caixa fornece uma representação quantitativa do desempenho financeiro esperado do projeto.

O uso dos parâmetros da seção 6.2 não apenas ofereceu uma base sólida para essa projeção, mas também permitiu uma análise mais aprofundada das variáveis e premissas subjacentes ao projeto. Essa análise detalhada é fundamental para a formulação de estratégias sólidas e para a avaliação da viabilidade do empreendimento, uma vez que possibilita a identificação de riscos e oportunidades e a otimização do uso de recursos financeiros.

Entretanto, Brealey e Myers (2000) destacam a importância de descontar o fluxo de caixa simples devido à variação do valor do dinheiro ao longo do tempo, enfatizando que a moeda disponível hoje possui um valor maior do que a moeda a ser recebida no futuro. A taxa de desconto utilizada para o estudo foi o Custo Médio Ponderado de Capital (*Weighted Average Cost of Capital*), e os parâmetros adotados demonstrados na Tabela 9.

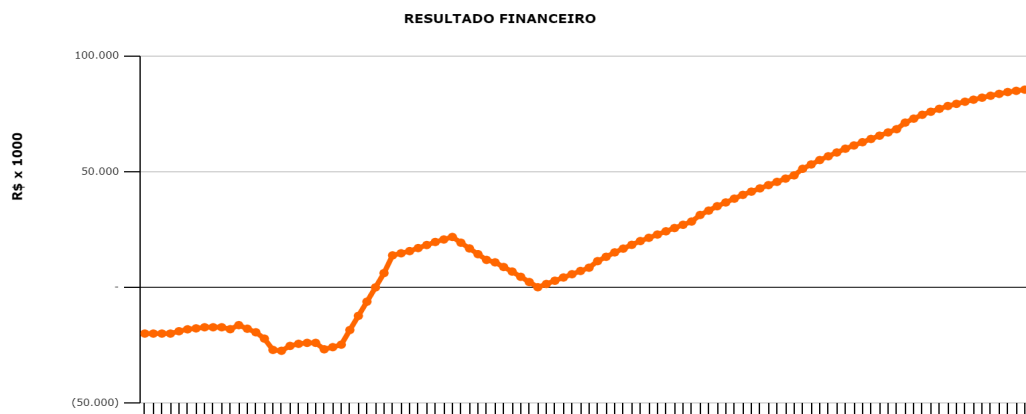
Tabela 9 – Parâmetros Adotados

Taxa de Desconto (SELIC)	0,70% a.m
Financiamento (70% do C.C)	R\$ 37.219.969,48
Juros nominal (prest.)	10,0000 a.a
Juros efetivos (prest.)	9,5690 a.a
Mensal	0,797% a.m

Dessa forma, a elaboração do cálculo do fluxo de caixa descontado revelou-se uma etapa fundamental na análise financeira do projeto. Através desse processo, foi possível não apenas quantificar, mas também compreender a exposição de caixa associada ao empreendimento. É importante ressaltar que a natureza do projeto, que se caracteriza como sendo de alta intensidade de capital, implica desafios significativos em termos de gestão de recursos financeiros.

Nesse contexto, é notável a concentração de desembolsos financeiros no início do projeto, especialmente devido à necessidade de investimentos substanciais nas obras e infraestrutura. Por outro lado, as receitas provenientes das vendas tendem a ocorrer de forma parcelada ao longo do tempo, o que cria um descasamento entre os investimentos e os retornos financeiros, conforme o Gráfico 2. Esse desalinhamento entre saídas e entradas de caixa resulta em um horizonte de retorno do empreendimento de longo prazo.

Gráfico 2 – Exposição de caixa do projeto



Em uma etapa subsequente, procedeu-se ao cálculo dos indicadores financeiros de viabilidade. Esses indicadores desempenham um papel crucial na análise financeira, fornecendo uma avaliação inicial da capacidade do projeto em gerar retorno financeiro. Através dessas métricas, é possível avaliar se o investimento se alinha com os objetivos financeiros e estratégicos do empreendimento. Essa análise preliminar é fundamental para a tomada de decisões informadas por evidências e pode orientar ações futuras, como ajustes no planejamento ou estratégias para otimização da rentabilidade do projeto, conforme Tabela 10.

Nesse contexto, nossa análise revelou informações cruciais sobre a natureza do projeto e sua viabilidade financeira. Inicialmente, destacou-se que o empreendimento é caracterizado pela exigência de um investimento considerável em capital, conforme

evidenciado pelo período de *payback*, que indica que a recuperação do investimento inicial ocorrerá apenas em fevereiro de 2026, ou seja, 25 meses após o início do projeto. Esse desembolso inicial é um fator de consideração crítica na gestão financeira do projeto, uma vez que possui o descasamento do fluxo financeiro, com desembolso de obra realizado no início do projeto e as receitas de vendas de forma parcelada.

Tabela 10 – Indicadores financeiros

EVE - INDICADORES PARA ANÁLISE DO FLUXO		
Exposição Máxima	R\$ (27.436)	fev.-25
Pay Back	fev.-26	
Valor Presente Líquido	R\$ 50.558	
Taxa Interna de Retorno a.m./a.a.	3,3%	47,4%
Rentabilidade sobre Investimento	60,5%	
Lucratividade sobre Recebimento	R\$ 89.114	42,9%

No entanto, merece destaque a notável métrica de rentabilidade do projeto. A Taxa Interna de Retorno (TIR), tanto em termos mensais quanto anuais, apresenta valores impressionantes de 3,3% ao mês e 47,7% ao ano. Essas taxas superam consideravelmente as taxas de retorno oferecidas por investimentos financeiros convencionais, como aplicações de renda fixa. Isso implica que o projeto possui um potencial de retorno financeiro significativamente mais atrativo, tornando-se uma opção vantajosa para potenciais investidores.

Adicionalmente, o Valor Presente Líquido (VPL) positivo, na ordem de R\$50.558.000,00, confirma a viabilidade financeira do projeto. Tal resultado indica que, ao descontar os fluxos de caixa futuros para o presente, o projeto possui um valor líquido positivo, o que sinaliza sua promissora capacidade de gerar lucratividade ao longo do tempo.

Em síntese, embora o projeto apresente um período de recuperação de investimento mais alongado e demande um investimento inicial substancial, sua rentabilidade, como evidenciado pela TIR e pelo VPL, é notável. Isso o posiciona como uma opção de investimento atraente, proporcionando um retorno substancialmente superior em comparação com alternativas de investimento mais tradicionais. Portanto, a análise financeira respalda a viabilidade do projeto e oferece uma base sólida para a tomada de decisões, considerando seu promissor potencial lucrativo a longo prazo.

Após a conclusão da projeção de fluxo de caixa descontado e a análise de seus indicadores financeiros, foi construída uma árvore binomial para aprimorar a análise, levando em consideração os potenciais riscos de volatilidade associados ao projeto.

7.2 ÁRVORE BINOMIAL

Minardi (2000, p. 75) cita que “o método do valor presente líquido precisa ser remodelado para avaliar projetos em que existam flexibilidades gerenciais significativas”. Dessa forma, neste trabalho, está sendo analisada a opção de abandono da incorporação imobiliária após seis meses. A tomada de tal decisão pode resultar em implicações significativas para a empresa, justificando, assim, uma investigação mais profunda das possíveis ramificações associadas a essa alternativa.

Com o propósito de alcançar esse objetivo, adotou-se o método de análise da árvore binomial, uma abordagem estruturada de avaliação de opções concebida por Cox, Ross e Rubinstein (1979) que tem se mostrado extremamente útil em contextos de decisões financeiras complexas. Foram calculadas, assim, as probabilidades de crescimento e declínio no Valor Presente Líquido (VPL) do projeto, dependendo da escolha de abandonar ou não o investimento no loteamento de acordo com o valor da opção. Para aplicação da árvore, foram definidos os parâmetros apresentados na Tabela 11.

Tabela 11 – Variáveis para árvore binomial

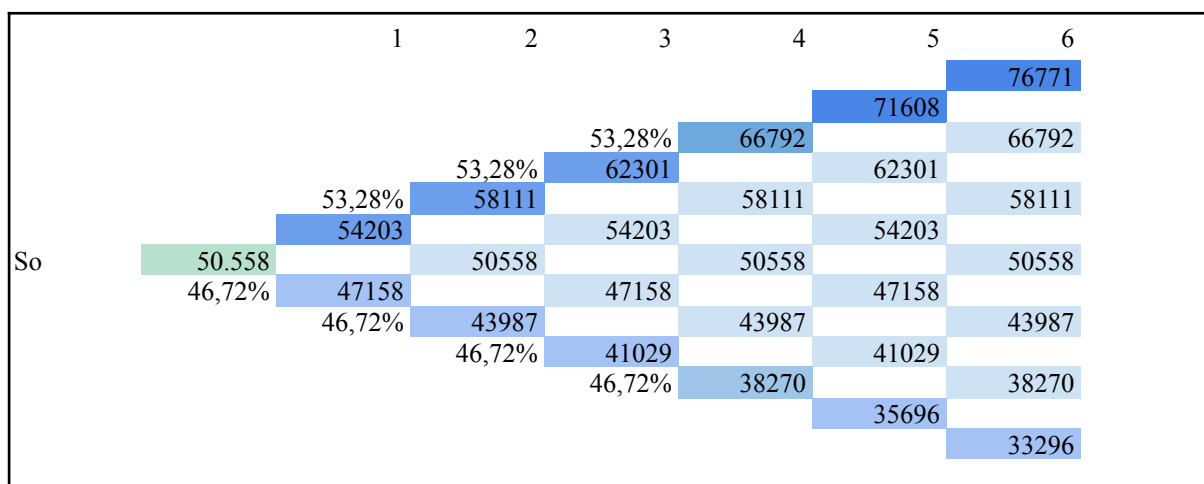
Valor da Opção de Abandono	R\$ 40.000
So (VPL)	R\$ 50.558
Rf (SELIC)	0,70% a.m
Volatilidade	6,96% a.m
T (prazo de vencimento)	6 meses
n (nº períodos)	6 meses
e	2,718
$u = e^{(desv \cdot \det T)}$	1,072096223
$d = 1/u$	0,9327520971
p	53,28%
1-p	46,72%

Com base nesses parâmetros, foi elaborada a árvore binomial (Figura 4) para o fluxo de caixa descontado atual. Essa árvore foi construída com base nas probabilidades de

movimento ascendente (*up*) e descendente (*down*), a fim de modelar as possíveis trajetórias do projeto ao longo do tempo.

Posteriormente, realizou-se a etapa de análise “*backward*”, um processo que consiste em avaliar a árvore binomial de forma retroativa. O início se deu pelo exame dos nós no período $t = 6$ e, trabalhando de trás para a frente, identificou-se qual seria a decisão ótima em relação aos resultados gerados em cada nó. Essa análise retroativa permite determinar a melhor estratégia a ser adotada, levando em consideração os dados obtidos ao longo do tempo e, em particular, a opção de abandono do projeto no sexto mês, caso seja vantajosa do ponto de vista financeiro. Esse processo auxilia na tomada de decisões informadas e estratégicas em projetos sujeitos a variações e incertezas.

Figura 4 – Árvore binomial gerada pelo fluxo de caixa



7.3 ANÁLISE DO VPL PELA OPÇÃO DE ABANDONO

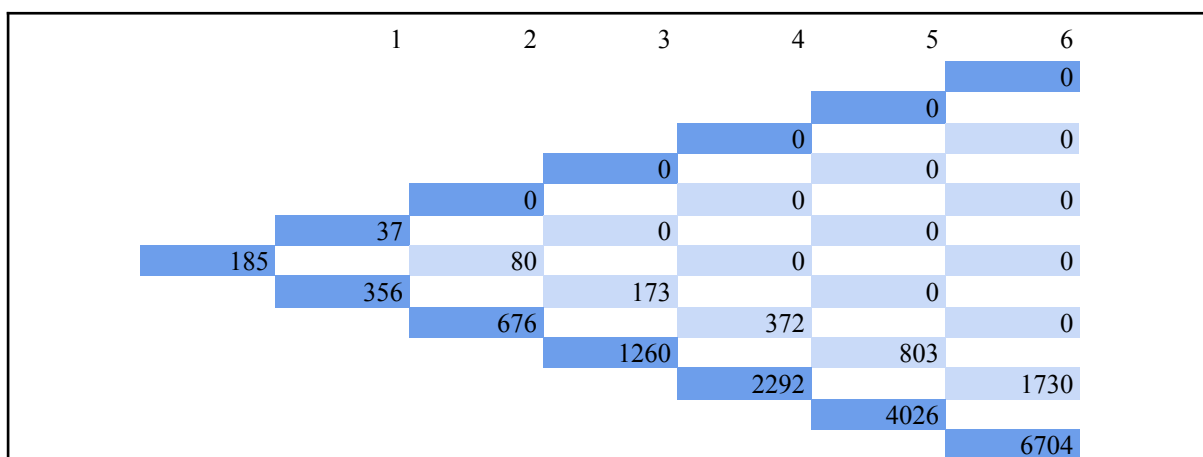
Considerando as múltiplas variáveis que exercem influência sobre um projeto de incorporação, notadamente caracterizado por seu caráter de longo prazo e exigência de expressivo aporte de capital, surge a necessidade de mitigar as flutuações e prover suporte à alta administração na tomada de decisões estratégicas. Nesse contexto, a empresa detém a prerrogativa de avaliar a possibilidade de abandonar o empreendimento de loteamento após transcorridos seis meses, por meio da venda do terreno.

Por meio de uma análise de mercado, realizada pela construtora, a área em questão recebeu avaliação correspondente a R\$ 40.000.000,00. Consequentemente, esse valor foi estabelecido como o montante representativo da opção de abandono do projeto. Tal medida visa proporcionar à empresa uma alternativa estratégica para otimizar sua posição

financeira, mitigando riscos e aproveitando as oportunidades emergentes no ambiente de negócios. Dessa forma, procedeu-se à análise detalhada da opção de abandono, com o intuito de compreender as possíveis implicações financeiras para a empresa decorrentes dessa escolha.

Conforme explanado na seção anterior, foi construída uma árvore binomial a partir de um ponto de partida de R\$ 50.558.000,00, que representa o valor presente líquido do projeto no ano em questão, conforme apontado na análise apresentada. Utilizando essa árvore binomial como base e considerando o valor da opção de abandono, conduziu-se o processo de análise “backward” (Figura 5).

Figura 5 – Backward da árvore binomial



Após realizar a análise retroativa e descontar o valor da opção, chegou-se a uma comparação de vital importância, que nos permite avaliar de maneira abrangente as implicações dessa decisão, conforme comparação apresentada na Tabela 12.

Tabela 12 – VPL expandido

VPL tradicional	R\$ 50.558.319,89
VOR	R\$ 184.854,07
VPL expandido	R\$ 50.743.173,96

A partir dessa análise, é evidente que ao considerar a flexibilidade inerente a um projeto, conforme representada pela teoria das opções reais, obtém-se uma avaliação mais precisa do seu valor. A presença da opção de abandono no sexto mês confere à empresa uma maior previsibilidade estratégica. Ao se aproximar do sexto período, a empresa estará

apta a tomar a decisão de prosseguir com a incorporação ou exercer a opção de venda pelo valor residual, com base em informações concretas.

O valor da opção no sexto período, ao ser retrocedido no tempo até o presente (realizando o processo “*backward*”), resultaria em um retorno positivo para a empresa de R\$ 184.854,07. Essa possibilidade enriquece o valor do projeto, denominado VPL Expandido, que demonstra um acréscimo de 0,036% em comparação com o VPL tradicional.

Porém, devido à pequena discrepância entre o VPL Tradicional e o VPL Expandido, torna-se viável esperar até o limite de tempo para a execução da opção de abandono antes de tomar a decisão final de prosseguir com a incorporação ou não. Isso possibilita uma análise mais fundamentada e estratégica, considerando o valor real acrescentado à empresa ao exercer essa opção de abandono em um ponto ótimo do projeto.

8 CONCLUSÃO

Este estudo desempenha um papel de suporte na tomada de decisão da construtora, pois o desenvolvimento do novo loteamento é de grande magnitude e risco. A análise tradicional de investimentos, como o Valor Presente Líquido (VPL) e os indicadores financeiros convencionais, embora útil, muitas vezes não leva em consideração a complexidade do mercado imobiliário, que envolve uma série de variáveis e incertezas.

A necessidade de alocar uma parcela substancial de capital desde a aquisição do terreno até a conclusão do projeto, que muitas vezes se estende por anos, exige uma abordagem mais abrangente. Além disso, o mercado imobiliário pode ser afetado por flutuações econômicas e variações nas preferências dos compradores, tornando o planejamento de empreendimentos imobiliários ainda mais desafiador.

Portanto, este trabalho teve como principal objetivo proporcionar uma análise mais alinhada à situação do projeto, utilizando a teoria de opções reais como abordagem central. Dessa forma, este estudo concentrou-se em oferecer uma perspectiva mais holística da situação.

Ao projetar os fluxos de caixa do empreendimento e considerar não apenas o curto prazo, mas também o longo prazo, a construtora pode entender melhor os desafios e as oportunidades envolvidas. O investimento inicial substancial pode parecer uma barreira significativa, mas a análise aprofundada revela que, ao longo do tempo, o projeto é altamente viável, com indicadores econômicos que justificam o comprometimento de recursos.

A introdução da árvore binomial, que permite modelar diferentes cenários e decisões ao longo do tempo, contribui para uma previsibilidade mais sólida e ajuda a entender como a volatilidade do projeto pode afetar os resultados. Isso ocorre porque, após seis meses, a construtora terá a flexibilidade de decidir entre abandonar o projeto ou prosseguir com ele. A inclusão da opção de reação, ao calcular o VPL Expandido, reflete uma abordagem mais dinâmica, levando em conta a capacidade da construtora de ajustar sua estratégia com base nas condições de mercado em evolução.

Além disso, a análise da opção de abandonar o projeto mostrou que o valor de compra do terreno pela construtora, foi um excelente negócio, permitindo viabilizar um investimento de sucesso, pois a continuação do projeto se mostrou rentável, mesmo considerando a opção de venda do terreno em caso de abandono, que geraria um valor

relativamente baixo, dada a possibilidade de um retorno significativo a longo prazo por meio da incorporação.

Por fim, a empresa está empenhada em aprimorar a eficiência de suas operações, sempre visando a melhoria constante de suas projeções financeiras. Isso abrange a elaboração de orçamentos precisos e a criação de um planejamento financeiro estratégico. Através dessa análise aprofundada, a empresa pretende integrar a teoria de opções reais em seus empreendimentos, garantindo flexibilidade e adaptabilidade diante de diferentes cenários e oportunidades que possam surgir ao longo do tempo. Essa melhoria visa não apenas a maximização dos resultados financeiros, mas também a sustentabilidade e a excelência operacional.

REFERÊNCIAS

ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 14.653-2 – Avaliação de Bens – Parte 2 – Imóveis Urbanos**. Rio de Janeiro: ABNT, 2011.

ALMEIDA, G. L. Um modelo de opções reais com jogos aplicado ao mercado imobiliário residencial do Rio de Janeiro. **Revista Brasileira de Gestão de Negócios**, v. 21, n. 1, p. 118-135, jan./mar. 2019.

ALVES, L. de A. **Análise de decisão de investimento através da aplicação de opções reais na avaliação de startups**. 2018. 95p. Monografia (Graduação em Engenharia de Produção) – Universidade de Brasília, Brasília, DF, 2018.

ASSAF NETO, A. **Finanças corporativas e valor**. 3 ed. Atlas, São Paulo, 2007.

AZEVEDO, G. C. de. **Governança corporativa: uma análise do ROE, ROIC e WACC de empresas integrantes do “novo mercado” da BM&FBOVESPA**. 2018. Monografia (Graduação em Ciências Contábeis) – Faculdade de Tecnologia e Ciências Sociais Aplicadas, Centro Universitário de Brasília, Brasília, DF, 2018.

BARBOSA, L. S. **Viabilidade econômica em investimentos no mercado imobiliário: gerenciamento de risco e Opções Reais**. 2005. 93 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Industrial) – Pontifícia Universidade Católica-Rio, Rio de Janeiro, 2005.

BARROS, J. G. M. de. **Análise do efeito da guerra Rússia-Ucrânia no preço das ações de petrolíferas: um estudo de eventos**. 2023. 51 p. Monografia (Graduação em Engenharia de Produção) – Universidade de Brasília, Brasília, DF, 2023.

BLACK, F.; SCHOLES, M. The pricing of options and corporate liabilities. **Journal of Political Economy**, v. 81, n. 3, p. 637-654, jun. 1973.

BLANK, F.F; Samanez, C.P; Baidya, T.K.N; Dias, M.A.G; **Economic valuation of a toll road concession with traffic guarantees and the abandonment option**. 2014. Production: <http://dx.doi.org/10.1590/0103-6513.168713>

BRANDÃO, A. S. P.; ALVES, E. Elementos de uma estratégia para o desenvolvimento da agricultura brasileira. **Ensaio Econômico EPGE**, n. 209, fev. 1993.

BREALEY, R.; MYERS, S. **Principles of corporate finance**. 6. ed. Irwin, Boston: McGraw- Hill, 2000.

CARDIM, N. Construção civil emprega 5,8% da força de trabalho no Distrito Federal. **Metrópoles**, Brasília, DF, 25 out. 2022. Disponível em: <https://www.metropoles.com/distrito-federal/construcao-civil-emprega-58-da-forca-de-trabalho-no-distrito-federal>. Acesso em: 5 maio 2023.

CARVALHO, E. B. **Proposta alternativa de avaliação econômica aplicada a investimentos em infraestrutura hidroviária brasileira utilizando opções reais**. 2015. 139 p. Tese (Doutorado em Transporte) – Universidade de Brasília, Brasília, DF, 2015.

CBIC. Construção Civil gerou mais de 190 mil postos de trabalho formais em 2022. **Agência CBIC**, Brasília, DF, 1 jan. 2023. Disponível em: [https://cbic.org.br/construcao-civil-gerou-mais-de-190-mil-postos-de-trabalho-formais-em-2022/#:~:text=Em%202022%2C%20o%20n%C3%BAmero%20de,no%20ano%20\(2%2C038%20milh%C3%B5es\)](https://cbic.org.br/construcao-civil-gerou-mais-de-190-mil-postos-de-trabalho-formais-em-2022/#:~:text=Em%202022%2C%20o%20n%C3%BAmero%20de,no%20ano%20(2%2C038%20milh%C3%B5es).). Acesso em: 5 maio 2023.

CERÁVOLO, E. F.; HOCHHEIM, N. Simulação de Monte Carlo considerando dependência entre variáveis em análise de investimentos imobiliários. *In: SIMPÓSIO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ENGENHARIA DE AVALIAÇÕES*, 7., 2016, Teresina. **Anais [...]** Porto Alegre: SOBREA, 2016. v. 1. p. 1-20.

CHAVES, R. R. **Aplicação de análise estatística e opções reais na avaliação de investimento em empreendimento imobiliário**: estudo de caso. 2018. 63 p. Dissertação (Mestrado em Administração de Empresas) – Fundação Getúlio Vargas, São Paulo, 2018.

COPELAND, T. E.; ANTIKAROV, V. **Opções reais**: um novo paradigma para reinventar a avaliação de investimentos. Rio de Janeiro: Campus, 2002.

COX, J. C.; ROSS, S. A.; RUBINSTEIN, M. Option pricing: a simplified approach. **Journal of Financial Economics**, v. 7, n. 3, p. 229-263, 1979.

CUNHA, M. F. da. **Avaliação de empresas no Brasil pelo fluxo de caixa descontado**: evidências empíricas sob o ponto de vista econômico-financeiro. 2011. 170 p. Tese (Doutorado em Ciências Contábeis) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2011.

DACIÊ, F. do P.; SANCHES, S. L. R.; GARCIA, E. L. M. Vale a pena investir? Um estudo à luz das Opções Reais. **Capital Científico**, v. 4, n. 1, jan./mar. 2016.

DAMODARAN, A. **Finanças Corporativas: teoria e prática**. 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 2004.

DAMODARAN, A. Valuation approaches and metrics: a survey of the theory and evidence. **Foundations and Trends® in Finance**, v. 1, n. 8, p. 693-784, 2005.

DAMODARAN, A.; SERRA, A. C. da C. **Valuation**: como avaliar empresas e escolher as melhores ações. Barueri, Grupo Gen-LTC, 2000.

DAMODARAN, Aswath. **Valuation**: como avaliar empresas e escolher as melhores ações. Rio de Janeiro: LTC, 2012.

DOMIT, Alexandre Luis Dal Molin. **Análise de viabilidade de um empreendimento imobiliário em Porto Alegre**. 2014. 52p. Monografia (Graduação em Administração) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2014.

ENDLER, L. Avaliação de empresas pelo método de fluxo de caixa descontado e os desvios causados pela utilização de taxas de desconto inadequadas. **ConTexto: Contabilidade em Texto**, Porto Alegre, v. 4, n. 6, 1. sem., 2004.

FEICON. Entendendo a participação da construção civil no PIB brasileiro ao longo dos anos. **Blog da FEICON**, 28 jul. 2022. Disponível em: <https://www.feicon.com.br/pt-br/blog/search-result.html?searchDefault=entendendo%20a%20participa%C3%A7%C3%A3o>. Acesso em: 5 maio 2023.

GALESNE, A.; FENSTERSEIFER, J.; LAMB, R. **Decisões de investimentos da empresa**. São Paulo: Atlas, 1999.

GITMAN, J. L. **Princípios de Administração Financeira**. 7. ed. São Paulo: Harbra, 2004.

GONÇALVES, C. **Gestão de investimentos em projetos de construção civil considerando opções reais: um estudo de caso**. 2008. 100 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal de Itajubá, Itajubá, 2008.

GONZÁLEZ, M. A. S.; FORMOSO, C. T. Análise de Viabilidade Econômico-Financeira de Construções Residenciais. *Revista Tecnologia e Humanismo*, v. 15, n. 20, p. 28-37, 2001.

GORSKI, P. D. R. **Estudo de viabilidade econômica em uma incorporação imobiliária de alto padrão**. 2019. 39 p. Monografia (Graduação em Engenharia Civil) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto alegre, 2019.

HARTMANN, M.; HASSAN, A. Application of real options analysis for Pharmaceutical R&D project valuation: empirical results from a survey. **Research Policy**, v. 35, n. 3, p. 343-354, 2006.

HIRSCHFELD, H. **Engenharia econômica e análise de custos: aplicações práticas para economistas, engenheiros, analistas de investimentos e administradores**. 7. ed. São Paulo: Atlas, 2000.

IBGE. PIB cresce 2,9% em 2022 e fecha o ano em R\$ 9,9 trilhões. **Agência IBGE**, Rio de Janeiro, 2 mar. 2023. Disponível em: <https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-sala-de-imprensa/2013-agencia-de-noticias/releases/36371-pib-cresce-2-9-em-2022-e-fecha-o-ano-em-r-9-9-trilhoes>. Acesso em: 5 maio 2023.

KASSAI, J. R. **Retorno de investimento: abordagem matemática e contábil do lucro empresarial**. São Paulo: Atlas, 1999.

KLIEMANN NETO, F. J. **Apostila de Engenharia Econômica e Decisão Multicritério**. Porto Alegre, RS: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Departamento de Engenharia de Produção e Transporte, 2005.

KLIEMANN NETO, F. J. A gestão de riscos como ferramenta para aumento da competitividade das empresas. *In*: OLIVEIRA, V. F.; CAVENAGHI, V.; MÁSCULO, F. S. (Org.). **Tópicos emergentes e desafios metodológicos em engenharia de produção: casos, experiências e proposições**. Rio de Janeiro: ABEPRO, 2011.

LEMGRUBER, E. F. **Avaliação de contratos de opções**. São Paulo: BM&F, 1992.

LIMA, J. D. Propostas de ajuste no cálculo do payback de projetos de investimentos financiados. **Custos e agronegócio**, v. 9, n. 4, p. 162-180, out./dez. 2013.

MEDEIROS, M. **Metodologia científica na iniciação científica: aspectos teóricos e práticos**, Goiânia: Vieira, 2006.

MINARDI, A. M. A. F. Teoria de opções aplicada a projetos de investimento. **Revista de Administração de Empresas**, São Paulo, v. 40, n. 2, p. 74-79, 2000.

MOTTA, R. da R.; CALÔBA, G. M. **Análise de investimentos: tomada de decisão em projetos industriais**. 1. ed. São Paulo: Atlas, 2002.

MYERS, S. Determinants of corporate borrowing. **Journal of Financial Economics**, v. 5, n. 2, p. 147-175, 1977.

NARDELLI, P. M.; MACEDO, M. Á. da S. Análise de um projeto agroindustrial utilizando a Teoria de Opções Reais: a opção de adiamento. **Revista de Economia e Sociologia Rural, Piracicaba**, SP, v. 49, n. 4, p. 941-966, out./dez. 2011.

NISHIWAKI, F. **Avaliação do valor intrínseco por fluxo de caixa: estudo de caso da empresa JHSF**. 2023. 71 p. Monografia (Graduação em Engenharia Mecânica) – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Guaratinguetá, SP, 2023.

PARREIRA FILHO, R. de M. A utilização da teoria de opções reais na determinação do valor econômico de investimentos em empresas e projetos. 2002. 127 p. Dissertação (Mestrado em Gestão Empresarial) – Fundação Getúlio Vargas, Rio de Janeiro, 2002.

PÓVOA, Alexandre. **Valuation: como precificar ações**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2021.

RASOTO, A. **Gestão financeira: enfoque em inovação**. 1. ed. Curitiba: Aymar, 2012. v. 6. (Série UTFInova).

REIS, S. M. dos. Real Options: application on a viability study of a new project in the real estate sector. *In*: REAL OPTIONS CONFERENCE, 2008, Rio de Janeiro. **Anais [...]**. Rio de Janeiro: Real Options Group, 2008.

ROCHA, Eduardo Mirandola da. **Sistemática para análise de viabilidade econômica de empreendimentos imobiliários**. 2019. 121 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia da Produção) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2019.

ROSS, S. A.; WESTERFIELD, R. W.; JORDAN, B. D. **Princípios de administração financeira**. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2000.

SANTOS, A. R. dos. **O desenvolvimento do mercado de edifícios de escritórios para locação na cidade de São Paulo impulsionado pela securitização**. 2006. 147 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2006.

SHARPE, W. F. A simplified model for portofolio analysis. *Management Science*, v. 9, n. 2, p. 277-293, jan. 1963.

SILVEIRA, D. T.; CÓRDOVA, F. P. **A pesquisa científica: métodos de pesquisa**. Porto Alegre: UFRGS, 2009.

SOUSA, J. P. de A. **Avaliação de empresas pelo método do fluxo de caixa descontado para a firma**: Grupo Ultrapar Participações S.A. 2015. 71 p. Monografia (MBA em Finanças Empresariais) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2015.

SOUZA, J.C.F; ROCHA, C.H; SOUZA, J.G.M. **Modelo de opções reais para avaliação de investimentos em novos portos e terminais portuários brasileiros**. 2018. *Revista Transportes*

SOUZA, J.C.F; SELVA, C.R.G; MARIANO, A.M; CHAIM, R.M; SOUZA, J.G.M; GOMES, A.T **Opções Reais como ferramenta de inovação para os Trabalhos de Auditoria Interna de TI**. 2020. *Brazilian Journal of Development*.

SOUZA, J.C.F; SELVA; SOUZA, J.G.M; **Abordagem de Opções Reais em Investimentos no Armazém do Porto de Santarém (PA) – Brasil**. 2020. *Brazilian Journal of Development*.

SOUZA, J.C.F; ROCHA, C.H; SOUZA, J.G.M, YAOHAO,P; **Real Options theory and strategy investments decisions: A case study in the Brazilian waterway sector**. 2020. *International Journal of Development Research*

SPERANDIO, D. R. **Análise de viabilidade de um empreendimento imobiliário**. 2007. 37p. Monografia (Graduação em Engenharia Civil) – Universidade São Francisco, Itatiba, 2007.

TOGNETTI, G.C; LIMA, G.A.C; GRANJA, A.D; **A Opção de Abandono na Avaliação de Empreendimentos de Base Imobiliária do Setor Industrial e Logístico**. 2017. 16ª conferência Internacional da Latin America Real Estate Society.

VANDERLEI, L. O. de O.; CARMONA, C. U. de M. A teoria das opções reais como ferramental para avaliação de projetos de investimentos sob incertezas. **Ciências Administrativas**, Fortaleza, v. 14, n. 1, p. 122-139, ago. 2008.

YOSHIMURA, E. K. **Opções reais aplicadas à análise da qualidade de investimento na construção civil**. 2007. 167p. Dissertação (Mestre em Engenharia Civil) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2007.