

Teoria das Opções Reais na análise de investimentos imobiliários

André Da Rocha Trierveiler (UFRGS) - andre.trier@gmail.com

Rogério Feroldi Miorando (UFRGS) - miorando@gmail.com

Francisco José Kliemann Neto (UFRGS) - kliemann@producao.ufrgs.br

Ricardo Gonçalves de Faria Corrêa (UFRGS) - ricardofariacorreia@gmail.com

Juliano Denicol (UFRGS) - juliano_denicol@hotmail.com

Ricardo Augusto Cassel (UFRGS) - cassel@producao.ufrgs.br

Resumo:

Os projetos de investimentos, em sua maioria, não são empreendimentos imutáveis e possuem alternativas de redirecionamento ao longo de sua vida útil. Entretanto os métodos tradicionais de análise de investimentos consideram a análise de uma única decisão tomada no momento inicial do investimento, o que os distancia da realidade. O presente trabalho realiza um estudo de caso sobre a aplicação da Teoria das Opções Reais na análise de empreendimentos imobiliários. Utilizou-se o Modelo Binomial de Opções Reais, visando traduzir monetariamente o valor de cada uma das opções bem como definir as melhores decisões no exercício destas. Como resultado, observou-se a possibilidade de maximização do valor do empreendimento se consideradas as opções e foi definida a árvore de decisões que visa conduzir ao melhor resultado.

Palavras-chave: *Opções reais; Viabilidade econômica; Investimento; Imobiliário*

Área temática: *Custos como ferramenta para o planejamento, controle e apoio a decisões*

Teoria das Opções Reais na análise de investimentos imobiliários

Resumo

Os projetos de investimentos, em sua maioria, não são empreendimentos imutáveis e possuem alternativas de redirecionamento ao longo de sua vida útil. Entretanto os métodos tradicionais de análise de investimentos consideram a análise de uma única decisão tomada no momento inicial do investimento, o que os distancia da realidade. O presente trabalho realiza um estudo de caso sobre a aplicação da Teoria das Opções Reais na análise de empreendimentos imobiliários. Utilizou-se o Modelo Binomial de Opções Reais, visando traduzir monetariamente o valor de cada uma das opções bem como definir as melhores decisões no exercício destas. Como resultado, observou-se a possibilidade de maximização do valor do empreendimento se consideradas as opções e foi definida a árvore de decisões que visa conduzir ao melhor resultado.

Palavras-chave: Opções reais; Viabilidade econômica; Investimento; Imobiliário.

Área Temática: Custos como ferramenta para o planejamento, controle e apoio a decisões.

1 Introdução

O ambiente competitivo no qual as empresas estão inseridas exige cada vez mais flexibilidade e capacidade de rápida adaptação. A observação do cenário atual permite inferir que existe uma grande incerteza em muitos mercados e algumas indústrias estão se transformando drasticamente, com novas formas emergentes de relacionamento entre clientes e fornecedores e a entrada de novos competidores (MINARDI, 2000). Em tal cenário, se faz necessária uma gestão flexível, que realize revisão constante de estratégias, planos e projetos, além da adoção de métodos para tomada de decisão que considerem as incertezas existentes e busquem antecipar-se a elas.

A Teoria das Opções Reais (TOR) permite considerar, além das incertezas, a flexibilidade gerencial, tendo por objetivo maximizar o valor da oportunidade de investimento (LAZO LAZO, 2004). Oriunda do conjunto conceitual do *Option Pricing Model*, esta teoria surge como uma maneira inovadora de pensar a avaliação de ativos reais (TRIGEORGIS, 1996). A metodologia não rejeita o modelo do fluxo de caixa descontado, apenas o complementa, ao somar ao Valor Presente Líquido (VPL) resultante o valor das oportunidades embutidas (BRASIL, 2001). Logo, ao considerar-se tais valores, projetos com VPL negativo podem mostrar-se viáveis, devido a flexibilidade do projeto.

Para Amran e Kulatilaka (1999), a utilização do modelo de opções reais torna-se interessante quando o investimento admite revisões durante sua vida útil; quando as oportunidades estratégicas são mais importantes do que o fluxo de caixa em si; quando existem decisões contingenciais; quando for interessante esperar por mais informações; e quando a flexibilidade gerencial é evidente, numa condição altamente incerta.

De acordo com Santos (2006), a construção civil tem características peculiares que a distinguem de todos os outros setores da indústria, seja no planejamento do produto, na decisão de investir, no prazo de implantação de seus empreendimentos, no relacionamento com seu público-alvo ou nos impactos causados pelas oscilações econômicas. Dentre estas características do setor, tem-se que o bem imobiliário possui elevado valor monetário se comparado a outros bens disponíveis no mercado e os empreendimentos devem ser produzidos dentro de um prazo considerado econômico, já que os seus custos de implantação

estão positivamente relacionados com o seu prazo de construção. Estes fatores, em conjunto, transformam a realização dos empreendimentos no mercado imobiliário possíveis somente com a agregação de recursos provenientes de investimentos de longo prazo (SANTOS, 2006). Barbosa (2005) afirma que investimentos nesse mercado apresentam pouco giro, baixa liquidez e consomem grande aporte de capital. Além disso, apresentam diversas incertezas econômicas como: a demanda, o custo/m² do imóvel, a velocidade das vendas e a influência de regulações/legislação e do poder público, aumentando o risco percebido pelos investidores.

O presente trabalho tem por objetivo aplicar a Teoria das Opções Reais na análise da viabilidade econômica de um empreendimento imobiliário a ser realizado na cidade de Porto Alegre, buscando determinar o valor da flexibilidade gerencial inerente neste projeto de construção. A aplicação da metodologia buscará fornecer diretrizes para tomada de decisão ao longo do projeto, determinando os momentos ótimos para dar início às etapas da obra bem como os momentos de espera ou abandono da obra.

2 Referencial teórico

A análise e seleção de investimentos é uma questão de grande relevância na gestão de empresas, independente de seu porte. Dentre as muitas metodologias propostas destacam-se métodos determinísticos como VPL, TIR e Payback. A Teoria das Opções Reais busca ir além destes métodos agregando uma série de análises que dão subsídios para uma gestão proativa dos investimentos já em execução.

2.1 Valor Presente Líquido (VPL)

Monteiro (2003), afirma que o VPL é o método mais correto dentre os métodos de fluxo de caixa descontado. O método tem partida no fluxo de caixa projetado para toda a vida útil do empreendimento então, os fluxos são descontados a uma taxa estabelecida, de forma a trazer a soma desses a um valor presente. Yoshimura (2007) constata que, quanto mais distante for o horizonte de tempo, mais imprecisas e incertas serão as previsões de caixa, pois esses fluxos sofrem influência de taxas de juros, políticas governamentais e cambiais, aspectos sócio econômicos, novas tecnologias e assim por diante. Logo, erros nas projeções podem, fatalmente, levar a decisões equivocadas.

Minardi (2000) conclui que o valor presente líquido pode ser aplicado satisfatoriamente quando as flexibilidades gerenciais não são significativas, porém, precisa ser remodelado para capturar o valor dessas flexibilidades. É importante compreender o conceito de VPL, pois este será o ponto de partida para a análise de opções reais (COPELAND e ANTIKAROV, 2001). Para incorporar as devidas flexibilidades ao VPL, Trigeorgis (1996) introduz o conceito de Valor Presente Líquido Expandido, que resulta do VPL tradicional acrescido de um VPL potencial calculado a partir das flexibilidades e oportunidades encontradas ao longo do projeto. Sendo sua fórmula:

$$\text{VPL expandido} = \text{VPL tradicional} + \text{VPL flexibilidade gerencial} \quad \text{Equação 1}$$

2.2 Teoria das Opções Reais (TOR)

A Teoria das Opções Reais originou-se dos métodos de precificação de opções financeiras e tem o propósito de avaliar investimentos em ativos reais como projetos, avaliação de propriedades intelectuais, avaliação de fontes de recursos naturais, de projetos de pesquisa e desenvolvimento, dentre outros (GONÇALVES, 2008). O termo “*real options*” foi desenvolvido por Myers em 1977, após a publicação dos artigos de Black & Scholes (1973) e Merton (1973) sobre valoração de opções financeiras (DIAS, 2005). Baseado no modelo criado para opções financeiras por Black e Scholes, Myers ampliou a análise para ativos reais, caracterizando as oportunidades de investimento das firmas como sendo análogas a opções de

compra sobre esses ativos reais. A TOR complementa a metodologia do valor presente líquido por levar em consideração as alternativas que os gestores possuem (flexibilidade gerencial) e que normalmente já executam, de forma intuitiva, em seus projetos (CHIANG, SO e YEUNG, 2006 *apud* GONÇALVES, 2008), porém não mensuradas de forma adequada.

Ross, Westerfield e Jaffe (2002) definem uma opção financeira como um contrato que dá a seu titular o direito de comprar ou vender um ativo a um preço prefixado em certa data. Analogamente, em um ativo real, o investidor tem opções de exercer, postergar, ampliar ou abandonar o investimento, entre outras. Assim, podemos compará-lo ao titular de uma opção. Dixit e Pindyck (1994) definem uma opção real como sendo a flexibilidade que um gerente tem para tomar decisões a respeito de ativos reais. Com o surgimento de novas informações e definição de alguns fatores, as incertezas a respeito dos fluxos de caixa diminuem e os administradores podem tomar decisões que afetem positivamente o valor final de um projeto (GONÇALVES, 2008). Monteiro (2003) levanta algumas opções tradicionais em projetos de investimento:

- Opção de adiamento: é uma opção de compra americana encontrada na maioria dos projetos nos quais é possível postergar o início do investimento
- Opção de abandono: é uma opção de venda americana, na qual pode-se abandonar o projeto completamente e liquidar os ativos investidos
- Opção de retração: É uma opção de vende americana de parte do projeto por um determinado valor ou mesmo uma redução de custos.
- Opção de expansão: Opção de compra americana que permite o aumento do investimento no projeto.
- Opção de prorrogação: é uma opção americana de compra que permite a prorrogação ou extensão do tempo de vida do projeto.
- Opção de crescimento: é uma opção americana de compra de varias outras opções. O investimento inicial é o elo de ligação para diversos novos investimentos.
- Opção de alternância: empreendimentos que permitam a alternância entre diversos modos de operação, como alterações no *mix* de produtos.

2.3 Modelo Binomial

O modelo de avaliação de opções Binomial foi proposto por Cox, Ross e Rubinstein (1979). Gonçalves (2008) explica que, em cada período, o ativo só poderá assumir uma de duas alternativas de valor. Sendo V o valor inicial, no período seguinte ele poderá valer V_u no caso de aumento (com a probabilidade q) e V_d no caso de diminuição (com a probabilidade $1 - q$), onde u é o multiplicador de crescimento e d de decréscimo. As Figuras 1 e 2 representam, respectivamente o modelo binomial e suas metodologias de cálculo.

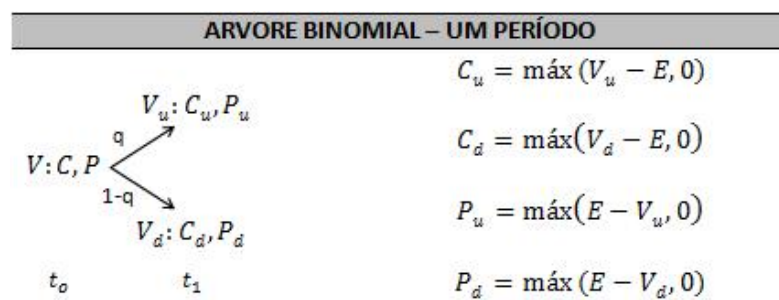


Figura 1 – Distribuição Binomial para um período.

Fonte: Cox, Ross E Rubinstein - 1979, adaptado por Santos – 2001.

MODELO BINOMIAL PARA PRECIFICAÇÃO DE OPÇÃO DE COMPRA PARA UM PROJETO – UM PERÍODO		
Fórmulas	Notação	Descrição
$VPL_e = \frac{qVPL_{e_u} + (1 - q)VPL_{e_d}}{(1 + r)}$	VPL_e	Fluxo de Caixa Descontado Expandido – Incluindo Flexibilidade
	VPL_{e_u}	Valor do projeto se o valor bruto aumento
	VPL_{e_d}	Valor do projeto se o valor bruto diminui
$VPL_{e_u} = \max(uV - I, 0)$	V	Valor bruto do projeto
$VPL_{e_d} = \max(dV - I, 0)$	q	Probabilidade neutra ao risco
$q = \frac{(1 + r) - d}{u - d}$	I	Investimento
$u = e^{\sigma\sqrt{t/n}}$	r	Taxa de desconto livre de risco
$d = e^{-\sigma\sqrt{t/n}}$	u	Multiplicador em caso de alta
	d	Multiplicador em caso de baixa

Figura 2 - Modelo de precificação de opção binomial para um período.
Fonte: adaptado de Kallberg e Laurin – 1997.

Onde, σ é desvio padrão do logaritmo natural do retorno de fluxo de caixa livre subjacente, em porcentagens, t é o tempo até o vencimento e n o número de períodos em que se deseja dividir este tempo, calculando os valores para cada período.

A vantagem do modelo binomial em relação a outros modelos é o fato de que a árvore binomial pode ser dividida em quantos períodos se deseja, uma vez que os preços dos ativos poderiam tomar um número ilimitado de valores, o método binomial provavelmente irá fornecer resultados mais realísticos além de, dessa forma, poder ser utilizado para avaliação de opções americanas, onde é possível exercer a opção a qualquer momento (KALLBERG e LAURIN, 1997).

2.4 Teoria das opções reais no mercado imobiliário

Titman publicou, em 1985, um dos primeiros trabalhos a introduzir a TOR no setor de construção civil e imobiliário. Ele avaliou, através das opções reais, o valor da possibilidade de postergar investimentos em terrenos urbanos na cidade de Los Angeles (EUA), desenvolvendo um modelo (equação matemática) de avaliação sobre a premissa de que o valor do terreno desocupado não depende apenas de sua melhor utilização imediata, mas também do valor da opção de postergar o investimento e converter o terreno em sua melhor alternativa de uso futuro. O trabalho analisa o terreno como uma opção de comprar um tipo de empreendimento dentre as opções que se tem. Titman ainda calcula qual o tamanho e o momento ideais para a construção (GONÇALVES, 2008).

Os estudos de Majd e Pindyck (1987) são importantes pelo fato de incorporar o tempo de construção. Além disso, a análise considera opções compostas, onde cada unidade construída compra a opção de construção das próximas etapas. Já estudos como o de Yavas e Sirmans (2005) ressaltam sobre a dificuldade da obtenção de dados de campo confiáveis aos diversos componentes da avaliação e utilizam uma metodologia experimental para geração de dados. Os resultados do experimento indicam que a teoria das opções reais não é aplicável a um investidor individual. Entretanto, frente à presença de uma concorrência pelo direito de investir, as ofertas refletiram, geralmente, o valor das opções embutidas, como predito pela TOR (GONÇALVES, 2008).

Para Yoshimura (2007), embora a literatura sobre mercado imobiliário no Brasil seja extensa, a ideia de que investimentos imobiliários possam ser modelados como um problema de opções reais ainda é incipiente. Ele resalta os trabalhos de Medeiros (2001) e Rocha (2005), ambos da Universidade Católica do Rio de Janeiro (PUC-RJ). Medeiros foca seu

trabalho na análise do impacto do tempo de construção, incluindo desconto no fluxo de caixa em função do tempo de construção, e dos impostos diferenciados que incidem sobre a propriedade antes e após a construção. Já Rocha aborda a estratégia de lançamento de um empreendimento, analisando opções sequenciais que incluem oportunidades como aquisição de informação, adiamento e o abandono do projeto.

3 Metodologia

A motivação do presente trabalho está em aplicar a Teoria das Opções Reais em um empreendimento de construção civil residencial na área urbana da cidade de Porto Alegre e fazer uma análise comparativa com os resultados obtidos através do método do Valor Presente Líquido. Portanto, caracteriza-se um estudo de caso.

A empresa responsável pelo empreendimento é uma empreiteira de médio porte com um histórico significativo de construções dessa natureza e que, atualmente, realiza obras para uma grande incorporadora nacional. O empreendimento em questão é um condomínio fechado, situado na zona norte de Porto Alegre, composto de cinco edifícios que somam 238 apartamentos, sendo: 4 apartamentos de 1 dormitório (41m²); 78 apartamentos de 2 dormitórios (45m²) e 156 apartamentos de 2 dormitórios com suíte (49m²). A área total do condomínio será de 10978,4 m².

Para o estudo de caso, delimitou-se a análise de algumas opções bastante comuns em projetos de construção civil que serão avaliadas através do modelo binomial, com um horizonte de análise de seis anos. Visto que o método utiliza intervalos discretos de tempo, serão considerados períodos anuais, momentos onde o investidor poderá tomar a decisão sobre exercer ou não as opções disponíveis. As opções serão tratadas de forma sequencial, onde a tomada de decisão em um dos períodos afeta as opções do próximo. A Figura 3 representa a metodologia utilizada, suas etapas e pontos principais.

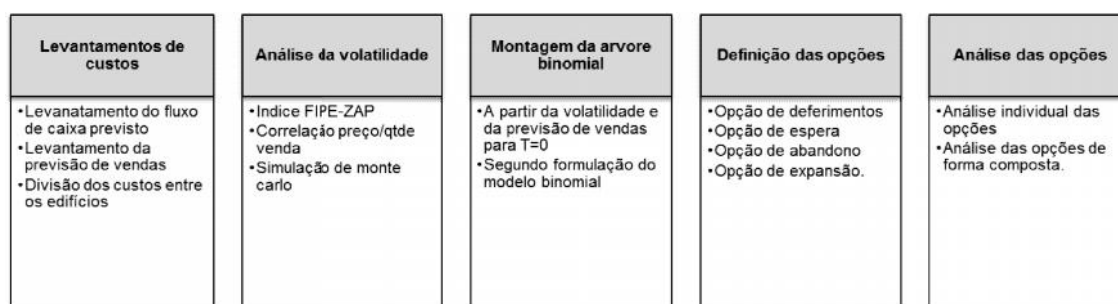


Figura 3 – Metodologia

Fonte: Elaboração própria.

Inicialmente, propõe-se a montagem da árvore de eventos para o período em questão. Apoiando-se no modelo binomial, através da volatilidade inferida para a quantidade anual de vendas de imóveis, estima-se a evolução desses números ao longo dos períodos, sempre analisando a possibilidade de aumento ou queda nas vendas. A partir da árvore, são incorporadas as opções definidas para os períodos respectivos. Em um primeiro momento as opções e seu valor serão analisados separadamente e, ao final, incorporando o valor de todas as opções e chegando, então, ao VPL expandido.

Devido à falta de dados históricos com os quais se possa calcular a volatilidade de um empreendimento semelhante ao em estudo, o valor dessa variável será obtido através do método de simulação de Monte Carlo. Neste aspecto, Bordieri (2004, *apud* YOSHIMURA, 2007) ressalva que uma maior precisão na avaliação da volatilidade implica diretamente na qualidade da decisão através da TOR, sendo a volatilidade do empreendimento um parâmetro de entrada essencial, que exerce influência predominante nos resultados obtidos.

4 Resultados

Nesta seção serão apresentados os resultados obtidos na análise da viabilidade econômica do empreendimento pelo método das Opções Reais e feitas as considerações sobre os resultados.

4.1 Análise pela Teoria das Opções Reais

Aplicando o modelo binomial de opções reais e considerando opções compostas, onde a tomada de decisão tem influência nas opções do próximo período, será desenvolvido um diagrama de estados para o projeto ao longo de sua vida útil. Para cada estado serão analisadas as opções disponíveis e inferida qual delas maximiza o VPL final. Assim, além da análise de viabilidade, a aplicação das opções reais contribuirá para o desenvolvimento de diretrizes para tomada de decisão ao longo do empreendimento.

O fluxo de caixa utilizado para o cálculo de VPL Expandido foi composto da estimativa de despesas previamente (Tabela 1) preparada pela empresa acrescida da receita com vendas de apartamentos. Enquanto as despesas serão determinísticas as receitas serão variáveis, resultando nos diversos cenários objetos de análise por opções reais.

Como principal variável do projeto, apresentando maior impacto e imprevisibilidade, definiu-se a quantidade média de apartamentos vendida anualmente. A dificuldade de encontrar séries históricas que representem a volatilidade das vendas de imóveis, com características específicas semelhantes às do empreendimento, levou à utilização do índice FIPE-ZAP como base para simulação dessa variável. Calculado pela Fundação Instituto de Pesquisas Econômicas (FIPE), o índice traduz o preço do metro quadrado em diferentes bairros de diversas cidades através de anúncios em site de vendas e segmenta os imóveis pelo número de dormitórios.

Tabela 1 – Custos anuais da obra. Fonte: Elaboração própria.

<i>t</i> (anos)	Custos
0	\$1.281.326,00
1	\$1.590.000,00
2	\$1.731.521,00
3	\$1.315.956,00
4	\$1.004.282,00
5	\$0

Foi escolhida a série histórica do índice para a cidade de Porto Alegre, apartamentos de um dormitório e médio padrão de acabamento, contemplando o período de fevereiro de 2008 a fevereiro de 2013. Com base na distribuição de probidades do índice e nas expectativas de vendas média, mínima e máxima definidas pela gerência, foi utilizado o *software Crystal Ball* para realizar a simulação dos valores através do método Monte Carlo. A distribuição utilizada foi a distribuição *beta*, a qual apresentou a maior aderência ao FIPE-ZAP, segundo teste de *Anderson-Darling* realizado pelo *software*. Os parâmetros da distribuição foram: $\beta = 5,167$ e $\alpha = 3,536$. Foram realizadas 10.000 iterações para cada período de análise, para um intervalo de confiança de 95%. A partir dos dados gerados, a volatilidade foi calculada como definida no modelo de Black & Scholes, dada como o desvio padrão da taxa de variação logarítmica da série.

Sabendo a volatilidade esperada nas vendas de imóveis ao longo do período deve-se, então, calcular os fatores de subida e descidas que irão definir o diagrama de estados do empreendimento bem como os demais parâmetros da análise pelo modelo binomial de opções reais, definidos na Figura 2. Os resultados são apresentados na Figura 4.

Parâmetro	Descrição	Valor
σ	Volatilidade das vendas	18,02% a.a
r	Taxa livre de risco	7,4% a.a
TMA	Taxa mínima de atratividade	16,5% a.a
u	Multiplicador de alta de mercado	1,197
d	Multiplicador de queda de mercado	0,835
q	Probabilidade neutra ao risco	84,5% a.a

Figura 4 – Parâmetros utilizados na análise
 Fonte: Elaboração própria.

A Figura 5 representa a árvore binomial do volume anual das vendas evoluindo conforme os movimentos de alta e baixa do mercado definidos pelos multiplicadores. É a partir dos cenários projetados pela árvore que se passa à análise das opções encontradas ao longo do projeto e ao cálculo do VPL_e (Valor Presente Líquido expandido).

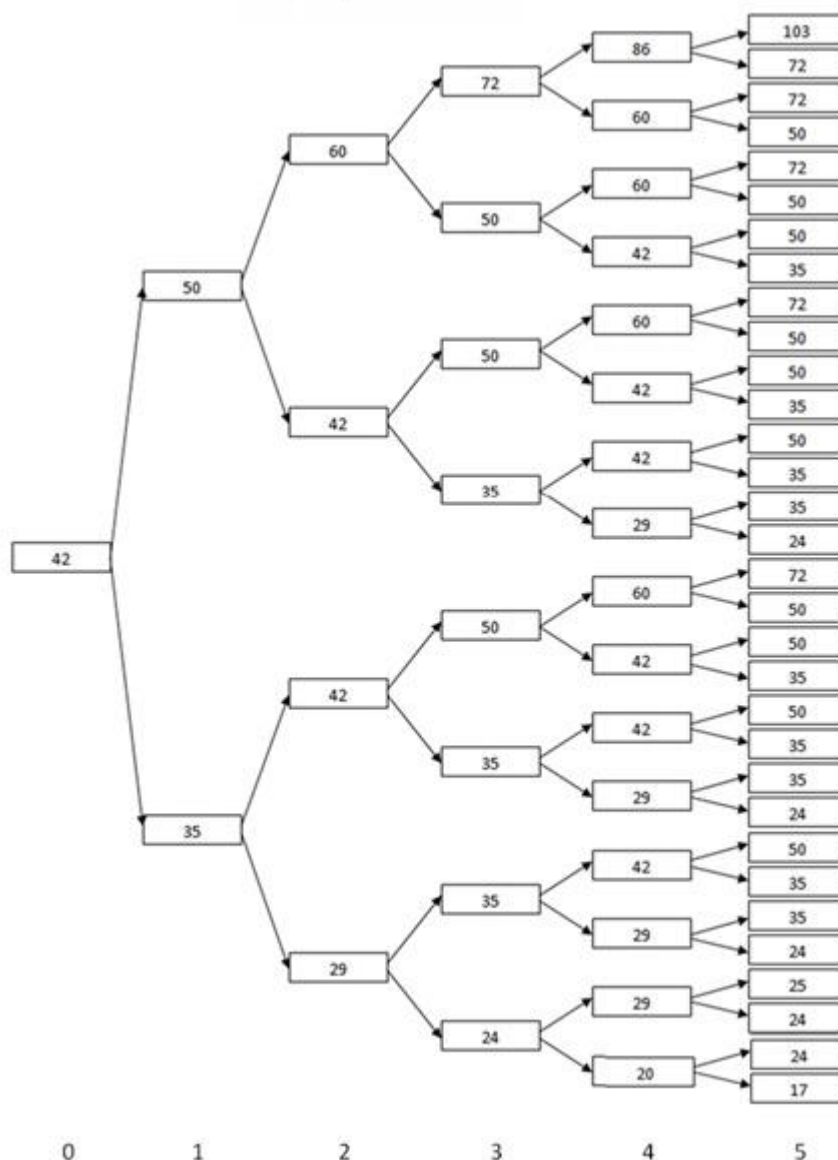


Figura 5 – Árvore binomial do volume médio anual de vendas, em unidade de aptos.
 Fonte: Elaboração própria.

Essa análise é feita no sentido contrário ao da árvore de eventos, iniciando pelos cenários em $t = 5$ e avançando até $t = 0$, onde teremos o VPL_e resultante do empreendimento. Em cada nó são analisadas todas as opções disponíveis, inferindo resultados financeiros para cada uma delas. Então, opta-se pela opção que maximiza o VPL do período e esse valor é carregado na análise do nó seguinte. Anteriormente à análise faz-se necessário a identificação de limitação das opções presentes, conforme segue:

- Opção de deferimento: a empresa executa a etapa seguinte do projeto, seguindo o planejamento prévio. Seu valor é dado pela receita de vendas do período menos o investimento necessário e acrescido dos valores das etapas seguintes devidamente descontados pela TMA definida.
- Opção de encerramento: caso a implementação das obras seja encerrada na etapa em que se encontra, o valor dessa opção é dado pela receita das vendas do período. Caso a demanda seja menor que os apartamentos já construídos, considerou-se a venda do excedente a preço de custo, como valor residual do empreendimento. Ainda, essa opção só é válida caso o número de apartamentos vendidos nos períodos anteriores não ultrapasse a quantidade de apartamentos construídos até o período. Devido às obrigações de entrega, as vendas do período são limitadas pelos apartamentos construídos ainda não vendidos.
- Opção de espera: caso o VPL_e calculado para as etapas seguintes possa assumir tanto valores satisfatórios como não satisfatórios, existe a opção de esperar a resolução de algumas incertezas até que se consiga identificar um movimento de alta ou baixa do mercado, tomando a decisão em um período posterior. Assumindo essa opção, o VPL do período será dado pela receita das vendas acrescido dos fluxos gerados pelas etapas posteriores. Mais uma vez as vendas do período são limitadas pelo total de apartamentos construídos disponíveis à venda, evitando assim que em caso de abandono posterior tenha-se mais imóveis vendidos que construídos.
- Opção de expansão: essa opção não trata da ampliação física do empreendimento mas sim da expansão de seu valor através de um aumento dos preços. Foi desenhada uma opção onde poderá se aumentar em 20% o valor do imóvel e esperar uma queda de apenas 10% na demanda. Os valores foram estimados em consenso com a equipe, para fins acadêmicos, apenas. Essa opção foi considerada disponível apenas para os cenários onde existe a possibilidade de uma demanda maior que a oferta. O VPL_{te} é calculado da mesma forma, com a única diferença no preço do imóvel e no número de apartamentos vendidos por período. Está é uma opção que não exclui as demais, logo é possível expandir e esperar ou expandir e abandonar.

Definidas as opções e utilizando do formulário apresentado na Figura 4 podemos definir o VPL_e para cada período t como:

$$VPL_{e_t} = \text{Máx}\left\{VA_{pt}P + \frac{(qVPL_{e_{t+1u}} + (1-q)VPL_{e_{t+1d}})}{TMA} - I_t; VA_{pt}P + \frac{(qVPL_{e_{t+1u}} + (1-q)VPL_{e_{t+1d}})}{TMA}; VA_{pt}P; 0\right\}; \quad \text{Equação 2}$$

1

Onde:

VPL_{e_t} = VPL expandido em t .

VA_{pt} = Número de apartamentos vendido em t .

P = Preço médio ponderado dos apartamentos.

q = Probabilidade neutra ao risco, de acordo com o modelo binomial.

$VPL_{e_{t+1u}}$ = VPL estendido no período subsequente, em caso de alta no mercado.

$VPL_{e_{t+1d}}$ = VPL estendido no período subsequente, em caso de queda no mercado.

I_t = Investimento a ser realizado em t para continuidade do empreendimento.

Inicialmente, foi considerado que, em todas as etapas, será escolhida a opção de deferimento, executando-se o projeto conforme planejado inicialmente. Esse VPL representa o valor do empreendimento sem a flexibilidade das opções, simulando a situação onde, independente do cenário, o gestor não revise o planejamento. Para analisar o valor da opção de espera e encerramento antecipado do empreendimento foi feita análise onde o gestor tem a opção de deferir, esperar ou encerrar. As opções de espera e encerramento foram em conjunto pois não faz sentido esperar em um período se no período seguinte existisse a necessidade de deferir, as duas opções estão fortemente vinculadas. Um terceiro VPL_e simula o cenário onde o gestor pode apenas deferir ou expandir, traduzindo o valor dessa opção. Finalmente, foi calculado o VPL_e final do empreendimento, considerando todas as opções definidas. Os resultados são apresentados na Figura 6.

Opção de deferimento	Opção de espera e encerramento	Opção de expansão	Total as opções
Opção de deferimento $VPL_e = \$132,42$	Opção de espera e encerramento $VPL_e = \$156,14$	Opção de expansão $VPL_e = \$144,36$	Total as opções $VPL_e = \$168,08$
Valor da opção \$0	Valor da opção \$23,72	Valor da opção \$11,94	Valor da opção 35,66

Figura 6 – Valor Presente Líquido Expandido por cada opção.

Fonte: Elaboração própria.

As decisões ótimas para o gerenciamento do empreendimento são representadas na Figura 7. Na árvore, é possível identificar quais foram consideradas as melhores opções para cada etapa/cenário da obra. Cada Bi corresponde a um dos 5 blocos originalmente planejados e são especificada cada uma das decisões possíveis para cada cenário encontrado, o que a torna uma ferramenta importante para futuras tomadas de decisão.

Os resultados obtidos comprovam o significativo valor das opções existentes ao longo da vida útil do projeto, que agregam aproximadamente 27% ao valor total esperado do

empreendimento. A grande diferença entre os valores ainda salienta a importância de se tomar decisões corretas, pois só assim as opções irão maximizar de fato o retorno obtido.

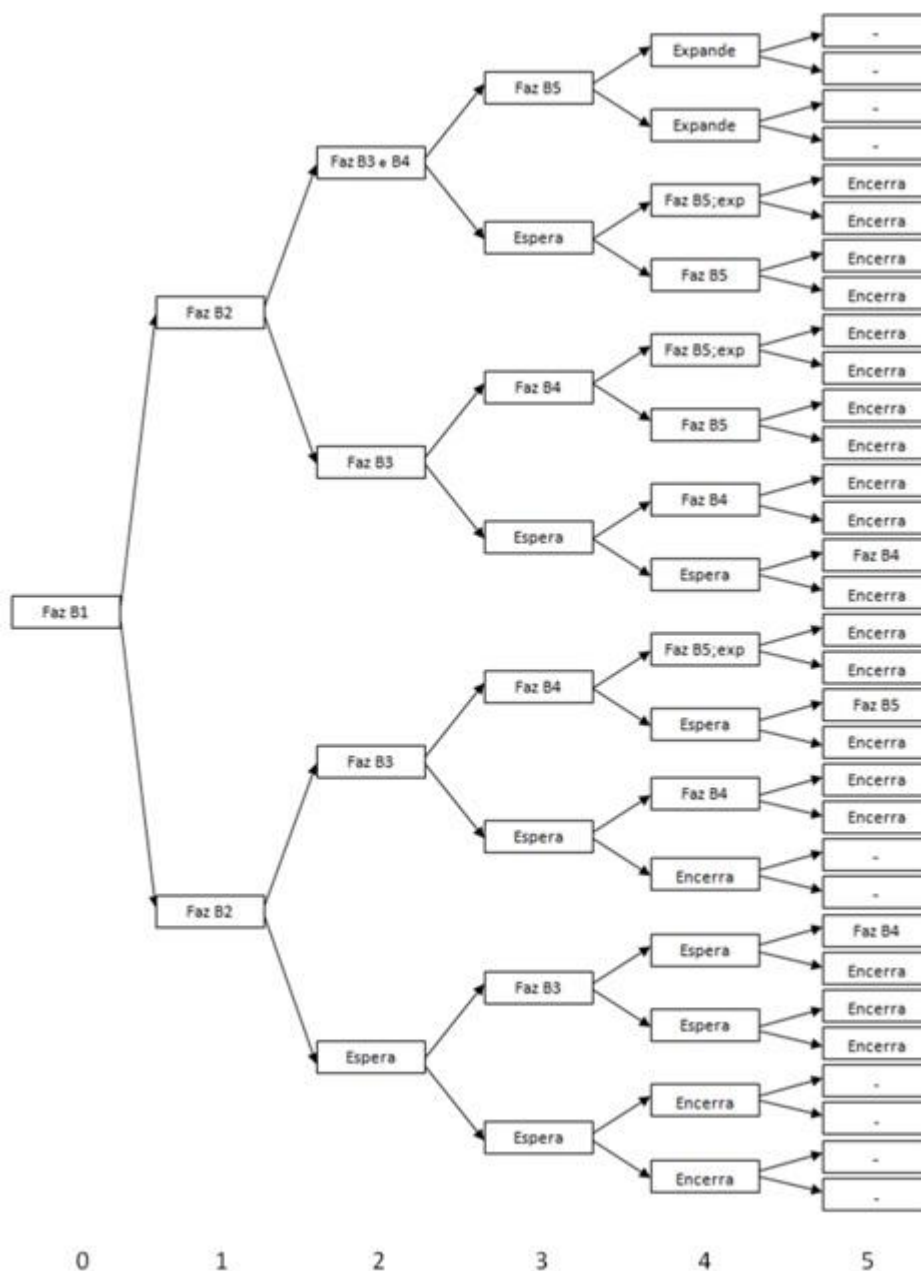


Figura 7 – Definição das opções ótimas.
Fonte: Elaboração própria.

5 Conclusões

A análise do empreendimento imobiliário através da Teoria das Opções Reais evidenciou os valores das opções identificadas no empreendimento, traduzindo em valores financeiros o que antes era bastante subjetivo. Mesmo que o método aplicado não seja isento de falhas e ainda existam muitos fatores relevantes a se considerar nesse tipo de empreendimento, a TOR se mostrou uma nova e importante ferramenta para análise e tomada de decisão.

O estudo trouxe uma maneira mais estratégica e proativa de se pensar a análise, condução dos investimentos e tomada de decisão, trazendo aos gestores uma grande vantagem

em relação aos métodos tradicionais como TIR ou VPL, pois introduz uma visão de diferentes cenários de mercado e possibilidade de redirecionamento dos investimentos. Com isso, fica evidente a validade da aplicação desta metodologia em empreendimentos imobiliários, principalmente os de grande porte onde as opções existentes são mais amplas e o impacto de cada uma delas potencialmente maior.

Uma das principais deficiências do método se encontra no fato de os cenários terem sido desenhados em função da venda média anual de apartamentos. Nesse tipo de empreendimento as vendas tem uma forte ligação com a fase em que se encontram as obras, essa tendência inerente de aumento ou diminuição nas vendas ano a ano não é capturada pelos multiplicadores de subida e descida utilizados para a projeção de cenários. Uma das possibilidades para contornar o problema é um estudo dessa tendência e sua incorporação ao fator de subida ou descida de cada um dos períodos.

Ao longo do trabalho a metodologia foi se mostrando cada vez mais flexível e ampla, identificando-se uma série de outros fatores que poderiam ser incorporados às análises, deixando o modelo mais ou menos complexo, bem como possibilidade de diferentes aplicações e adaptações. Dentre eles, alguns se mostraram mais relevantes como a análise da opção de retração do investimento em um cenário de demanda a baixo da oferta, no qual exista a possibilidade de redução de preços visando aumento das vendas e maximização do resultado. Ainda em relação as opções de retração e expansão, poderia ser aplicado um estudo detalhado sobre a elasticidade de preço-demanda no mercado imobiliário, permitindo que o gestor, ao considerar uma dessas opções, possa inferir qual o aumento ou redução ótimo dos preços e trabalhar em cima destes valores.

Outra abordagem que vem sendo utilizada por diversos autores é a inclusão da teoria dos jogos na análise das opções. A teoria dos jogos permite um estudo do comportamento dos competidores em um determinado cenário, acrescentando as iterações e estratégias existentes no mercado. Supondo que em um cenário competitivo as decisões de uma empresa afetem a ação dos demais *players* e vice e versa, a combinação das duas teorias permite uma análise bastante complexa das opções existentes e seus impactos.

Por fim, reconhecido que muitos projetos de investimento carregam consigo opções que tem valor significativo, é importante a busca por uma cultura administrativa que vise quantificar esses valores através de metodologias mais objetivas, como a das opções reais. Assim, identificando e prevendo as incertezas de maior relevância e utilizando essas informações a favor de um gerenciamento dos riscos mais proativo e planejado. Dessa forma, o gestor poderá estruturar o projeto de investimento como uma sequência de decisões ao longo do tempo e maximizar o lucro potencial.

Referências

AMRAM, M.; KULATILAKA, N. **Real Options: Managing strategic investment in an uncertain world**. Harvard Business School Press, Boston, 1999.

ARAÚJO, R. O.; BAIDYA T. K. N. **Avaliação de opções reais através do método dos mínimos quadrados de Monte Carlo**. XXIV Encontro Nacional de Engenharia de Produção, Florianópolis, Santa Catarina, 2004.

BARBOSA, L. S. **Viabilidade econômica em investimentos no mercado imobiliário: gerenciamento de risco e Opções Reais**. Dissertação de Mestrado, Pontifícia Universidade Católica, Rio de Janeiro, 2005.

BODIE, Z; MORTON, R. C. **Finanças**. Bookman, Porto Alegre, 1999.

BRASIL, H. G. **Avaliação de um negócio do setor de energia elétrica: uma aplicação do modelo de opções reais**. Encontro da Sociedade Brasileira de Finanças, São Paulo, 2001.

COPELAND, T.; ANTIKAROV, V. **Opções Reais - Um novo paradigma para reinventar a avaliação de investimentos**. Editora Campus, Rio de Janeiro, 2001.

DIAS, M. A. G. **Opções reais híbridas com aplicações em petróleo**. Tese de Doutorado, Pontifícia Universidade Católica, Rio de Janeiro, 2005.

DIXIT, A.K.; PINDYCK, R.S. **Investment under uncertainty**. Princeton University Press, Princeton, New Jersey, 1994

GONÇALVES, C. **Gestão de investimentos em projetos de construção civil considerando opções reais: um estudo de caso**. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Itajubá, 2008.

HULL, J. C. **Options, futures, and other derivative securities**. Prentice Hall, Englewood Cliffs, New Jersey, 2002.

KALLBERG, G.; LAURIN, P. **Real options in R&D capital budgeting- A case study at pharmacia&Upjohn**. Master Thesis, Gothenburg School of Economics and Commercial Law, Gothenburg, 1997.

LAZO LAZO, J. G. **Determinação do valor de opções reais por simulação monte carlo com aproximação por números fuzzy e algoritmos genéticos**. Tese Doutorado, Pontifícia Universidade Católica, Rio de Janeiro, 2004.

MEDEIROS, P.Y. **Aplicação de opções reais no mercado imobiliário residencial com enfoque na cidade do rio de janeiro**. Dissertação de Mestrado Pontifícia Universidade Católica, Rio de Janeiro, 2001

MINARDI, A. M. A. F. **Teoria de opções aplicada a projetos de investimento**. *RAE – Revista de Administração de Empresa*, v. 40, n. 2 • Abr./Jun. 2000.

MONTEIRO, R.G. **Contribuição da abordagem de avaliação de opções reais em ambientes econômicos de grande volatilidade - Uma ênfase no cenário latino-americano**. Dissertação de Mestrado, Universidade de São Paulo, 2003

ROSS, S.; WESTERFIELD, R. W. e JAFFE, J. F. **Administração Financeira – Corporate Finance**. Editora Atlas, São Paulo, 2002.

SANTOS, A. R. **O desenvolvimento do mercado de edifícios de escritórios para locação na cidade de São Paulo impulsionado pela securitização**. Dissertação de Mestrado, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2006.

SANTOS, E. M.; PAMPLONA, E. O. **Teoria das Opções Reais: uma atraente opção no processo de análise de investimentos**. *Revista de Administração da USP*, v. 40, n. 3, Jul./Set. 2005

TRIGEORGIS, L. **Real options: managerial flexibility and strategy in resource allocation.** The MIT Press, Cambridge, Massachusetts, 1996.

YOSHIMURA, E. K. **Opções reais aplicadas à análise da qualidade de investimento na construção civil.** Dissertação de Mestrado, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2007.