

XV COBREAP – CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA DE AVALIAÇÕES E PERÍCIAS- IBAPE/SP -2009

NATUREZA DO TRABALHO: AVALIAÇÃO

RESUMO

O setor da construção civil, conseqüentemente o imobiliário vem sofrendo alterações nas perspectivas de negócios em razão da incerteza das políticas econômicas governamentais, créditos imobiliários e mercado de capitais. Seus resultados podem ser medidos pelos indicadores dos fluxos de caixa descontado, tais como do Valor Presente Líquido (VPL) que são limitados e insuficientes como ferramentas na valoração e tomada de decisão nos investimentos dos empreendimentos imobiliários porque não consideram a incerteza e flexibilidade, irreversibilidade e o timing embutido em seus projetos. A opção real, além dessas características, tem o objetivo de maximizar o valor da oportunidade de investimento. Este trabalho apresenta um estudo comparativo dessas duas abordagens nos critérios de decisão e avaliação. Utilizou-se como base de estudo um empreendimento imobiliário de apartamento em São Paulo (SP) onde se verificou as vantagens de avaliá-lo por meio da opção real de adiar o investimento sobre método tradicional VPL.

Palavras-chave: Opções reais, Valor Presente Líquido, Adiamento e Incerteza.

1 INTRODUÇÃO E APRESENTAÇÃO DO PROBLEMA

O setor da construção civil possui um papel fundamental na economia brasileira tendo em vista que é um setor com enorme efeito multiplicativo na cadeia produtiva, contribuindo com o aumento de investimento, emprego e renda. Nos últimos anos, o setor sofreu dificuldades devido à incerteza, variação da taxa real de juros, a falta de investimentos e a redução do poder aquisitivo da população. Os empresários do setor viveram recentemente, incertezas com ingresso e fuga de recurso financeiro, principalmente no mercado de capitais.

Essas empresas estão num ambiente de crescente competitividade que influenciam a seleção criteriosa de seus projetos de investimento a confrontar com os riscos e retorno decorrentes das incertezas dos seus produtos imobiliários (apartamentos, lotes, salas comerciais).

Os profissionais habilitados para atividade de avaliação de empreendimentos desses produtos são registrados no CREA¹ (Engenheiros e Arquitetos), conforme normas da ABNT²-NBR 14653 parte 1 e 4, enquanto que a avaliação de empresa está restrito aos economistas, administradores de empresas e contadores.

Esses investimentos, conforme Barbosa (2005), apresentam pouco giro, baixa liquidez, consomem grande aporte de capital (principalmente no custo da construção), não são incorporados de forma instantânea e têm *payback* lento. Apresenta diversas incertezas econômicas como demanda de oferta de imóveis, preço unitário do imóvel, velocidade de vendas (ocorrendo por vezes vacâncias prolongadas), e ainda com relação à regulação/legislação do poder público (habite-se, etc.) aumentando o risco percebido pelos investidores.

A maioria dos investimentos em capital fixo possui três principais categorias que influenciam o resultado obtido:

(i) a irreversibilidade associada aos gastos necessários para se iniciar o empreendimento;

(ii) a incerteza presente nos fluxos de caixa esperados; e,

(iii) a possibilidade de adiar a implantação do projeto, com o objetivo de adquirir novas informações sobre o mercado de atuação da empresa, proporcionando a escolha do momento ótimo para realizar o investimento.

Essas características, presentes na avaliação dos projetos de investimento³ em empreendimentos da construção civil (ECC), são completamente desconsideradas pela metodologia tradicional baseada nos indicadores de fluxo de caixa descontado (FCD), como o valor presente líquido (VPL). Segundo tal regra, um investimento deve ser avaliado por meio do valor presente na diferença entre os fluxos de caixa esperados e os seus respectivos custos. Se o valor presente das receitas líquidas for positivo, realiza-se o investimento, caso contrário o projeto não será considerado lucrativo.

Tal avaliação ignora o valor associado à flexibilidade de se adiar as decisões sobre a implantação de um projeto. Para se obter uma avaliação apropriada do valor das suas oportunidades de investimento em capital, adota-se a teoria do

¹ Conselho Regional de Engenharia e Arquitetura.

² Associação Brasileira de Normas Técnicas.

³ Compreende-se como avaliação ou tomada de decisão de projetos da mesma forma como de empreendimentos.

investimento sob incerteza, metodologia para avaliação de ativos reais baseada na teoria do apreçamento das opções financeiras denominada análise de opções reais (ROA)⁴.

A intuição básica da ROA, conforme Barbosa (2005), é que os fluxos de caixa do projeto evoluem de forma estocástica ao longo do tempo e os custos de implantação estão associados às características específicas da empresa que realiza o investimento, considerando-os, portanto, irreversíveis. Desta forma, na presença da incerteza de retorno de um valor associado, há a opção de adiar a decisão sobre o investimento em busca de novas informações sobre preços, estrutura de custos e outras características do mercado de atuação da empresa antes de comprometer os recursos.

A questão proposta neste trabalho é comparar o valor da opção da flexibilidade de adiar, incorporada na concepção de projetos, com o método tradicional do VPL, com o objetivo contribuir para uma melhor compreensão do uso de opções reais como instrumento de captura do valor da flexibilidade na construção civil.

O trabalho apresenta a seguinte estrutura: na Seção 2, são apresentados e discutidos os principais conceitos e definições do método VPL da mesma forma na Seção 3, sobre opções reais. Na Seção 4, apresenta a metodologia para postergar o investimento. Na Seção 5, apresenta um estudo de caso, cuja base compreende um empreendimento residencial real que na Seção 6, analisa seus resultados. Finaliza na Seção 7, com a conclusão e considerações finais.

2 MÉTODOS TRADICIONAIS DE AVALIAÇÃO DE INVESTIMENTO

Tradicionalmente as empresas usam métodos quantitativos variados para estimar custos e benefícios associados a um determinado projeto. As abordagens típicas para avaliação de investimentos baseiam-se em análises de fluxo de caixa descontado (FCD), as quais fornecem indicadores como o valor presente líquido (VPL), a taxa interna de retorno (TIR), o prazo de recuperação do investimento (*payback*), entre outros.

O VPL, como também outras abordagens baseadas em FCD, pode ser visto como uma estratégia determinista, apoiada em estimativas de parâmetros feitas com antecedência. Ele assume que o projeto poderá ser conduzido e operado durante sua vida útil conforme suas estimativas iniciais, mesmo que o contexto futuro seja de incerteza. Assim, as estratégias com base em FCD não captam o valor referente à flexibilidade gerencial de se alterar o curso normal do investimento conforme informações se tornem disponíveis. Tais intervenções durante a vida do projeto podem reverter em oportunidades de ganhos extras num mercado volátil, ou, contrariamente, em minimização de prejuízos.

Segundo Newnan e Lavelle (2000), pode-se aplicar o VPL para determinar um valor presente de uma propriedade rentável, como um poço de petróleo ou um edifício de apartamentos. Conhecendo os custos e receitas futuros com uma taxa de juro adequada, pode-se calcular o valor presente de uma propriedade, dando por conseguinte uma boa estimativa do preço de compra ou de venda da mesma. Outra

⁴ Será utilizado o acrônimo original em inglês ROA de *real option analysis*, pela falta de uma terminologia já consagrada em português.

aplicação seria a determinação do valor de ações ou títulos com base na antecipação de benefícios futuros deles decorrentes.

O método do VPL tem sua forma básica tradicional sintetizada pela equação 1.

$$VPL = -I + \sum_{t=1}^n \frac{FCE_t}{(1+k)^t}, \quad [01]$$

onde, FCE_t = fluxo de caixa líquido esperado por período de tempo do empreendimento: benefícios menos os custos; k = taxa de desconto, no caso de empreendimentos, comparável a investimentos alternativos tendo riscos similares.

A questão relevante é saber como a incerteza pode agregar valor a um investimento. Métodos baseados em FCD sugerem uma gestão estática, dificultando a resposta às condições de incerteza futura. Reconhecer as diferenças entre os métodos com base em FCD e as abordagens probabilísticas e estocásticas, tais como a análise de opções reais, pode fornecer elementos adicionais para aumentar a qualidade da decisão sobre investir.

3 ABORDAGEM DE OPÇÕES REAIS

3.1 Considerações iniciais

Estes mecanismos de precificações foram desenvolvidos originalmente pelos economistas Robert Merton, Fischer Black e Myron Scholes, que foram laureados com o prêmio Nobel de economia em 1997 (BLACK; SCHOLE, 1973; MERTON, 1973). Essa teoria vale do instrumental analítico das Opções Financeiras, que fornece o conceitual teórico para a avaliação do valor da flexibilidade em ativos reais.

Existem dois tipos básicos de opções (HULL, 1995; MINARDI, 2004; MONTEIRO, 2003):

- CALL OPTION (opção de compra): dá ao seu detentor o direito, mas não a obrigação, de comprar um determinado ativo em uma determinada data, por um preço estabelecido;
- PUT OPTION (opção de venda): dá ao seu detentor o direito, mas não a obrigação, de vender um determinado ativo em uma determinada data, por um preço pré-estabelecido.

A ROA é utilizada para a avaliação de ativos reais, ou seja, aqueles que não são negociados no mercado financeiro. Como exemplos de ativos reais há os empreendimentos de investimento de capital, avaliação de propriedades intelectuais, avaliação de terras, de fontes de recursos naturais (minas, poços de petróleo etc.) e avaliação de empreendimentos de pesquisa e desenvolvimento.

As opções reais se classificam, primeiramente, pelo tipo de flexibilidade que oferecem. Uma opção, por exemplo, é apenas o que parece ser – o direito, mas não a obrigação, de investir em um projeto em data futura.

Segundo Copeland e Antikarov (2001), uma opção de diferimento é uma opção de compra americana encontrada na maioria dos projetos em que existe a possibilidade de adiar o seu início. A opção de abandono de um projeto por um preço fixo (mesmo que esse preço decline com o tempo) é formalmente uma opção de venda americana. Também o é a opção contração (reduzir a dimensão) de um projeto, mediante a venda de uma fração do mesmo a um preço fixo. A opção de expansão de um projeto, pagando-se mais para aumentá-la, é uma opção de compra americana, entre outras opções.

Na ausência da flexibilidade, ou do exercício da opção, a probabilidade dos valores do VPL de um projeto segue uma distribuição normal. Neste caso, o VPL esperado sem flexibilidade coincide com a moda; o valor mais provável da distribuição. O exercício de uma opção introduz flexibilidade na análise causando uma assimetria na distribuição (Figura 1). O valor desta distribuição assimétrica excede a moda atribuindo um valor extra ao VPL original, chamado de VPL expandido, segundo Trigeorgis (2000).

Segundo Minardi (2004) e Trigeorgis (2000), a assimetria resultante criada pela adaptabilidade requer uma regra para um “VPL expandido” que reflita os dois valores componentes: o VPL tradicional (estático ou passivo) e o valor da opção de operação e adaptabilidade estratégica. Desta forma, tem-se:

$$VPL_{\text{expandido}} = VPL_{\text{tradicional}} + \text{Valor flexibilidade gerencial} \quad [02]$$

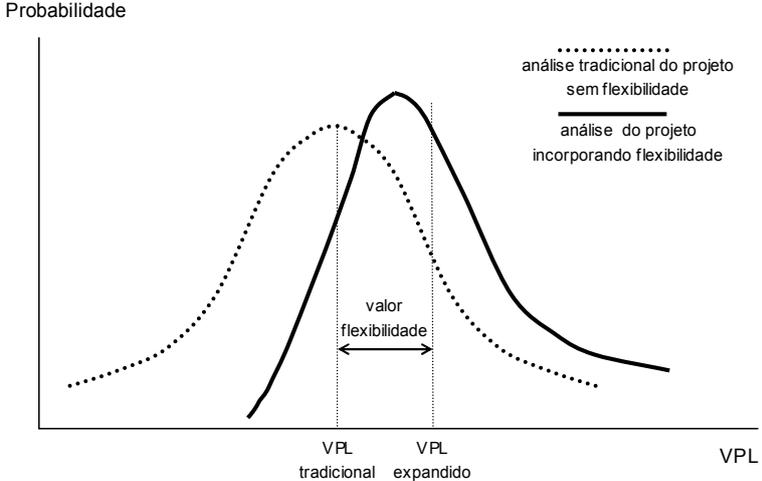


Figura 1: Assimetria na distribuição de probabilidade causada pela flexibilidade. Fonte: Trigeorgis (2000).

A abordagem de opções reais adota uma perspectiva distinta, ao considerar que as decisões possíveis são múltiplas e podem ser tomadas no futuro com base em informações atuais desconhecidas e que serão reveladas com o passar do tempo. Mudanças futuras nos fluxos de caixa esperados e taxas de desconto acarretam também mudanças no VPL (Figura 2).

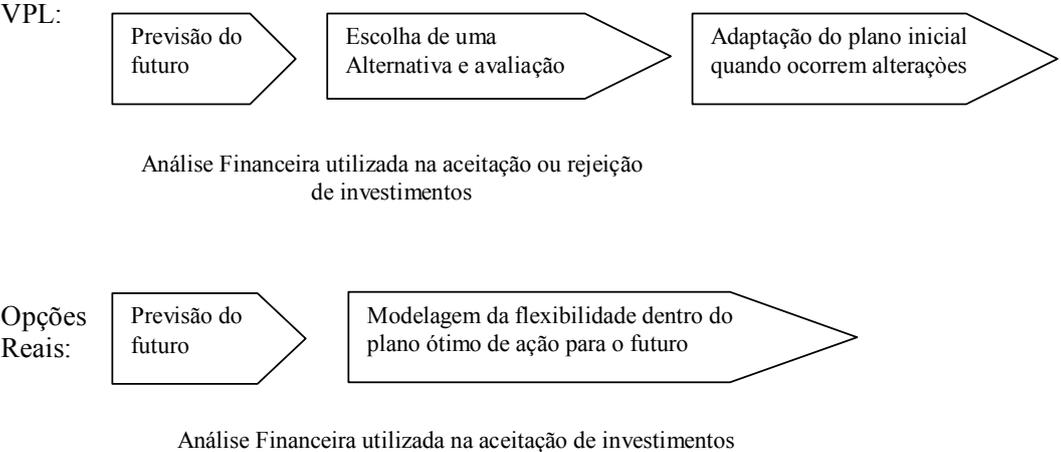


Figura 2: Processo de decisão comparado: VPL x Opções Reais. Fonte: adaptado de Monteiro (2003).

3.2 Opções Reais na construção civil

Conforme Damodaran (1997), os modelos de avaliação desenvolvidos para ativos financeiros – ações e obrigações – são também aplicáveis a ativos reais. Dentre os investimentos em ativos reais temos os investimentos imobiliários.

Os investimentos na área imobiliária da Construção Civil merecem atenção, pois esta é uma área onde a opção real tem potencial para fazer uma diferença significativa, conforme tabela 1.

Tabela 1 - Analogia entre uma opção sobre uma ação e uma opção real sobre um empreendimento imobiliário (fonte: Adaptado de Trigeorgis, 1996)

Grandezas	Opção de Compra de Ação	Opção Real de um Projeto Imobiliário
Custo	Preço de exercício	Orçamento da construção
Ativo Subjacente	Valor atual da ação	Valor Presente esperado do fluxo de caixa
Maturidade	Tempo até expiração	Tempo da construção
Incerteza	Volatilidade do preço da ação	Incerteza do valor do empreendimento
Taxas	Taxa de juros sem risco	Taxa de juros sem riscos
Ganhos do Capital (ativo)	Varição do prêmio da ação	Varição do valor do projeto

4 METODOLOGIA

4.1 Oportunidade de investimentos

Questiona-se que as aplicações das regras tradicionais de investimentos podem levar a decisões equivocadas, porque não consideram duas características importantes verificadas na prática, segundo Dixit e Pindyck (1994): i) a irreversibilidade, ou seja, o fato de que o investimento é um custo irreversível ou irrecuperável (*sunk cost*⁵), de modo que o investidor não consegue recuperá-lo totalmente (ou parcialmente) em caso de arrependimento; ii) a possibilidade de adiamento da decisão de investir, a oportunidade de investimento é inadiável (agora ou nunca).

Essas características, juntamente com a incerteza sobre o futuro, fazem com que a oportunidade de investimento seja análoga a uma opção financeira. Na presença de incerteza, uma empresa com uma oportunidade de investimento carrega uma opção: ela tem o direito – mas não a obrigação – de comprar um ativo (o projeto) no futuro, a um preço de exercício. Quando a empresa investe, ela exerce ou “extermina” a opção de investir. Essa opção tem que ser contabilizada como um custo de oportunidade no momento em que a empresa investe.

4.2 Opção de adiar um investimento

Para Dixit e Pindyck (1994) nos processos estocásticos uma variável desenvolve-se no tempo de um modo que é pelo menos em parte aleatório. Para Hull (1995) qualquer variável cujo valor mude ao longo do tempo de maneira incerta segue um processo estocástico.

Adiar o investimento – o *timing* do investimento – possibilita aguardar novas informações e, desta forma, revolver algumas incertezas ou melhorar os investimentos. Permite aos tomadores de decisão examinar o desenrolar dos futuros acontecimentos, evitando erros de custo elevados, caso ocorram cenários desfavoráveis. Por outro lado, caso os eventos caminhem para cenários favoráveis, a espera permitirá realizar projetos em condições mais vantajosas, com maior rentabilidade (DIAS, 1996).

⁵ São características dos investimentos em ativos que não podem ser reconvertidos ou utilizados em outros empreendimentos que não aqueles nos quais estão empregados.

O investimento, raramente, é do tipo agora ou nunca, contudo, considerações estratégicas podem antecipá-lo, visando, por exemplo, inibir a entrada de competidores, efetivos ou potenciais, no negócio.

Conforme destaca Dixit e Pindyck (1994), a opção de adiar o investimento para um momento t+1 pode ser vista como o custo de oportunidade do investimento. Investir no momento t significa “matar” essa opção e a empresa pagar por esse custo, juntamente com o investimento inicial. Assim, para que o projeto seja aceito no momento t, não basta que o valor presente dos fluxos de caixa do projeto seja positivo, como estabelece a regra tradicional do VPL, ela deve ser suficientemente positiva, de maneira que exceda o investimento inicial em um montante igual ao custo de oportunidade.

4.3 Regra de decisão do investimento ótimo

O primeiro passo para maximizar o valor da opção de investir da ROA é a modelagem da dinâmica do preço futuro do ativo. Seguindo Black e Scholes (1994), assume-se que a mudança no fluxo de caixa do valor presente é desenvolvida como um movimento geométrico Browniano (MGB):

$$dV/V = \alpha dt + \sigma dz \quad [03],$$

onde V é o valor presente do fluxo de caixa do projeto, α é a taxa de crescimento instantânea esperada para o retorno do projeto, σ é a volatilidade do projeto e dz é a componente incerta do processo de Wiener.

Conforme Costa Lima e Suslick (2005,2008), o valor corrente do projeto no cenário atual é conhecido, enquanto seus valores futuros são desconhecidos e incertos. Então, o problema consiste em determinar: i) o valor máximo do projeto; ii) o momento ótimo em que o valor do projeto seja máximo. Seja $F(V)$ ⁶ o valor da opção de investir, I, o valor do investimento e ρ , a taxa de desconto, o objetivo é maximizar o valor da opção de investir:

$$F(V) = \text{máx}E[V(t) - I]e^{-\rho t} \quad [04]$$

Maiores detalhes dos modelos estocásticos e análise de investimentos, podem ser obtidos em Dixit e Pindyck (1994) e McDonald e Siegel (1986). A solução para essa equação diferencial é do tipo: $F(V) = AV^\beta$, onde A e β são constantes determinadas conforme as equações 5 e 6.

$$\beta = \frac{1}{2} - \frac{(\rho - \delta)}{\sigma^2} + \sqrt{\left[\frac{(\rho - \delta)}{\sigma^2} - \frac{1}{2}\right]^2 + \frac{2\rho}{\sigma^2}} \quad [05]$$

$$A = \frac{V^* - I}{(V^*)^\beta} \quad [06]$$

$$V^* = \frac{\beta}{(\beta - 1)} I \quad [07]$$

Pela equação 7, verifica-se que a regra tradicional de investir sempre que o VPL for positivo é bastante limitada, pois o valor do projeto depende de suas volatilidades. Como $\beta > 1$, V^* deverá ser sempre maior que I. A solução geral será dada por:

$$F(V) = \begin{cases} AV^\beta, & \text{para } V \leq V^* \\ V - I, & \text{para } V > V^* \end{cases} \quad [08]$$

6 Entendido como o VPL máximo ou ideal para o projeto.

5 ESTUDO DE CASO

Para exemplificar o cálculo da opção de adiar o investimento será utilizado como base um projeto real de construção de um prédio de apartamentos em lançamento na cidade de São Paulo (SP), conforme tabela 02.

O fluxo de caixa simplificado de projetos de ECC é composto essencialmente por valores monetários de entradas e saída de caixas, provenientes de receitas pela venda dos bens e despesas da atividade do empreendimento. A fatia governamental compreende tributos e Imposto de Renda, a Contribuição Social sobre Lucro Líquido, o COFINS e o PIS. O fluxo de caixa considera o fluxo operacional e de investimento (terreno). Apresenta a receita com a venda dos bens (apartamentos), comissão com corretagem e publicidade, custo das obras, tributação e resultado. Procurou-se obter uma previsão real e factível deste resultado para nortear a projeção financeira do empreendimento.

Tabela 2: Dados do empreendimento

Empreendimento:	Apartamentos
Cidade:	São Paulo (SP)
Áreas (m ²):	
Terreno:	1.849,25
Construção:	11.667,51
Privativa:	7.778,34
Estilo:	moderno
Padrão:	médio
Número de torres:	1
Dormitórios:	2
Número de apartamentos/andar:	7
Número de pavimentos:	24
Número total de unidades:	130
Número de vagas por unidade:	1 ou 2

O próximo passo é o cálculo do fluxo de caixa descontado (FCD) do empreendimento por meio da projeção do fluxo simplificado financeiro e o VPL para o empreendimento, contemplando, assim, os resultados financeiros.

O método para obtenção da taxa de retorno (ou desconto, CAPM⁷) utilizada neste fluxo estimou-se em 18,01% a.a..

Tabela 3: Fluxo de caixa simplificado do estudo de caso (R\$ mil).

Ano	0	1	2	3	4	5
Preço unitário - R\$ mil/m ²		4,25	4,25	4,25	4,25	4,25
Receita		16.918	16.918	16.918	16.918	16.918
Custo da obra		17.419	17.419			
despesas c/ITBI, publ. e vendas		1.353	1.353	1.353	1.353	1.353
COFINS e PIS		110	110	110	110	110
Resultado oper. bruto		-1.964	-1.964	15.455	15.455	15.455
custos para CS/IR		9.133	9.133	9.133	9.133	9.133
resultado líquido antes de IR/CS		7.785	7.785	7.785	7.785	7.785
CS sobre o lucro		701	701	701	701	701
resultado antes do IR		7.085	7.085	7.085	7.085	7.085
IR		1.168	1.168	1.168	1.168	1.168
Fluxo de caixa livre		-3.832	-3.832	13.586	13.586	13.586
CAPM		0,180	0,180	0,180	0,180	0,180
Fator de desconto		0,847	0,718	0,609	0,516	0,437
VP do fluxo de caixa livre		-3.248	-2.752	8.269	7.008	5.939
VP do projeto	15.215					
Investimento	15.715					
VPL do projeto	-500					

⁷ Capital Asset Pricing Model

Em que pese o VPL ser negativo, a margem sobre o investimento inicial é irrelevante e baixa. Caso este investimento estivesse competindo por fundos com outros empreendimentos, ele teria chances reduzidas de aceitação. Contrariando os resultados da avaliação tradicional pelo VPL, o empreendimento possui valor considerável, pois o investimento inicial de compra do terreno de R\$ 15.715 mil possibilita a opção futura de postergar.

Efetua-se, inicialmente, uma análise de sensibilidade da avaliação do projeto, considerando uma faixa de preços unitários baseados no preço atual do apartamento de R\$ 4, 252 mil/m². Utilizou-se como uma única fonte de incerteza para receita correspondente à venda de apartamentos para o fluxo de caixa do projeto.

Tabela 4: Dados e análise do valor do projeto.

Dados:				
	I=		15.715	
	r=		0,068	
	δ =		0,140	
	σ =		0,211	
Pu-R\$/m ²	V -R\$ mil	VPL - R\$ mil	V* - R\$ mil	
3,87	11.838	-3.877	19.790	
4,25	15.215	-500	19.790	
4,64	18.593	2.878	19.790	
5,02	21.922	6.207	19.790	
5,36	24.903	9.188	19.790	

Onde na tabela temos o investimento (I), taxa livre de risco (r), taxa de conveniência (δ), desvio-padrão instantâneo dos retornos do projeto-volatilidade (σ) e o valor crítico para investimento (V*).

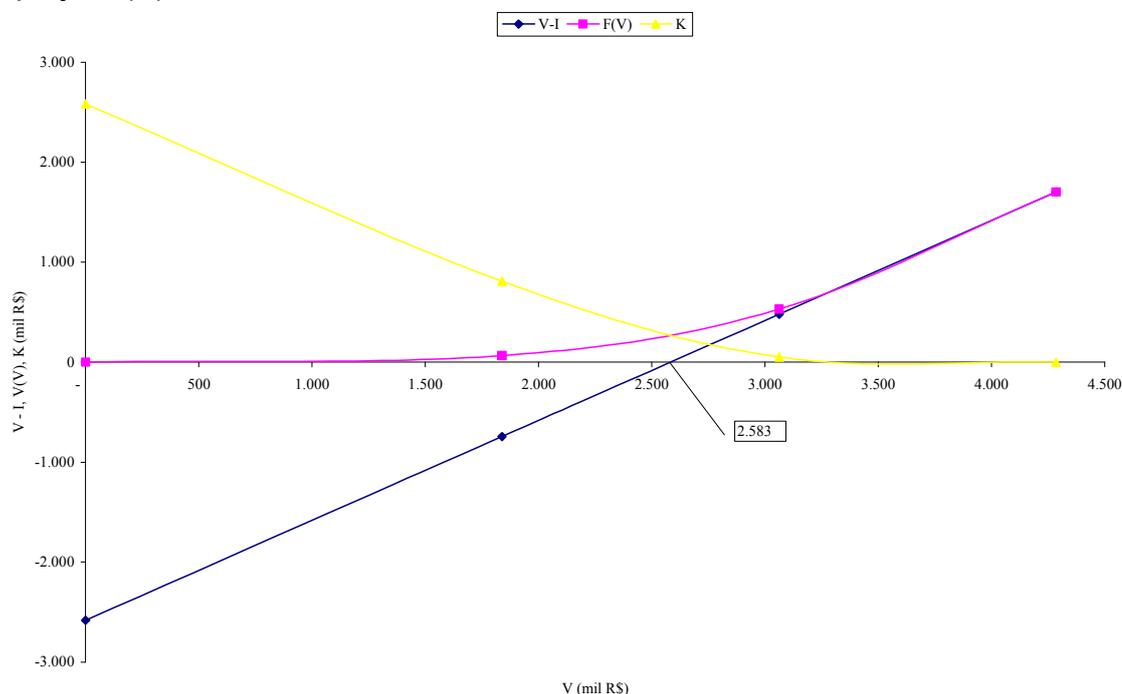
Verifica-se, pela tabela, que o preço unitário de R\$ 4,25 mil/m² inviabilizará o projeto pela metodologia tradicional do VPL, porque o valor presente de R\$ 15.215 mil não cobre o investimento (valor do terreno). Por outro lado, se não houver necessidade de investir imediatamente e aguardar uma evolução dos preços, poderá obter um VPL maior.

Observa-se pelo FCD que o preço unitário (R\$/m²) para compensar o investimento será de 4,31 mil (VPL=0), mas o preço considerado no projeto é de 4,25 mil. No entanto, pela ROA, para investir nesse projeto, o seu valor deve ser de R\$ 19.790 mil (preço de 4,77), pois as irreversibilidades e incertezas sobre o futuro alteraram as regras de alocação de capital. O projeto vale R\$ 15.215 mil, correspondendo a 77% do seu valor ótimo para investir (V*), mas no futuro poderá atingir 100% (R\$ 19.790 mil). Portanto o valor da opção de postergar o investimento vale R\$ 4.575, ou seja, 23% do valor total ótimo do projeto.

Para determinar o momento que o valor do projeto atingirá seu valor crítico V*=R\$ 19.790 (dependendo dos parâmetros utilizados pode ocorrer que o período de espera seja longo) utiliza-se a simulação de cenários futuros. Adota-se uma taxa livre de risco r=6,78%, taxa de dividendos δ = 14 % e uma volatilidade média de σ = 21,14%. Com esses parâmetros, simula-se a evolução do valor do projeto originado da equação 1, conforme equação 9 (MCDONALD e SIEGEL, 1986).

$$V_{(t+1)} = V_{(t)} \left(1 + \alpha \Delta t + \sigma \varepsilon \sqrt{\Delta t} \right) \quad [09]$$

Figura 3: Momento do valor da opção de investir $F(V)$, investimento (I) e o valor do projeto (V).



Temos na figura que o valor da opção de esperar é $F(V) - (V - I)$. Observa-se que quando os preços são baixos, o valor presente do projeto (V) é pequeno e não cobre o investimento. Por isso, a ROA cria uma cunha entre o $V - I$ e $F(V)$, que vai reduzindo quando cresce o valor do projeto, sendo, portanto, ótimo para investir quando a espessura dessa cunha torna-se zero. Neste ponto o custo de espera supera o seu valor e a decisão deve ser investir.

6 RESULTADOS

Comparando três regiões da figura 3, temos diferenças significativas que mostra como o valor atual do projeto aumenta com um aumento do VPL ($V-I$), F e uma diminuição em K .

i) $0 \leq V \leq \text{R\$ } 2.583$ mil. O valor intrínseco da opção (VPL) é negativo e a empresa não pode investir. Entretanto, F é positivo. Por quê? Uma vez que o futuro é incerto – volatilidade do projeto é incerto – 23,55%, há um potencial que o valor do projeto aumente para R\$ 3.409 mil ou mais. Então, a opção de investimento é mais alto que o valor intrínseco.

ii) $\text{R\$ } 2.583 \text{ mil} < V \leq \text{R\$ } 3.409$ mil. O valor de VPL é positivo, mas não é suficientemente alto. Mais uma vez, o efeito da irreversibilidade e incerteza implica na política ótima para maximizar o valor da opção para esperar até que o valor do projeto atinja R\$ 3.409 mil. O valor da opção é elevado, mas a opção deve, por conseguinte, ser exercida no futuro.

iii) $V > \text{R\$ } 3.409$ mil. A opção de investimento deve ser exercida imediatamente. Observe a figura 3 para confirmar que o valor da opção de esperar (K) não tem mais valor se V é superior a R\$ 3.409 mil.

Dessas regiões segmentadas da figura 3, pode-se abordar ROA como uma ferramenta importante nas avaliações e tomada de decisão de empreendimentos em geral, inclusive na imobiliária.

Tabela 5: Processo de avaliação e tomada de decisão entre as metodologias tradicional e das opções reais. Fonte: Costa Lima (2004).

Metodologia tradicional	Metodologia das opções reais
$\frac{VP}{I} \geq 1$ – investir já.	$\frac{VP}{I} \geq 1$ – esperar, pois embora a opção de investidor esteja dentro do dinheiro, o seu exercício agora pode não ser ótimo.
$\frac{VP}{I} < 1$ – nunca investir.	$\frac{VP}{I} < 1$ – esperar, pois a opção de investir se encontra fora do dinheiro.
	$\frac{VP}{I} \gg 1$ – investir já, pois a opção de investir está dentro do dinheiro.

A ROA, conforme Lima e Suslick (2006), mostra ser superior ao tradicional VPL, desde que sejam consideradas as seguintes características comuns em muitos empreendimentos:

- Que muitos investimentos são no mínimo em parte irreversíveis, significando, no caso de insucesso nos empreendimentos, que a corporação não possa recuperar seu investimento por meio da venda dos ativos físicos e intangíveis.
- Que a incerteza nos valores futuros dos componentes do fluxo de caixa pode agregar valor ao empreendimento em contraponto à visão tradicional na qual o futuro incerto reduz o VPL, pois atribui um prêmio de risco alto para a taxa de desconto.

O resultado deste estudo não deve ser extrapolado para a avaliação de investimentos em geral, pelo fato de ser restrito a um único caso. De qualquer forma, o estudo apresentado é um primeiro passo na direção da utilização do modelo de opções reais em um espectro mais amplo, de forma a auxiliar os tomadores de decisões de investimentos na seleção de empreendimentos na construção civil.

7 CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS

A abordagem de opções pode ser entendida como uma extensão da regra do VPL que continua válida. É importante salientar que o valor da opção de investir deve ser contabilizado como um custo de oportunidade.

Um desafio para auxílio às tomadas de decisões estratégicas na construção civil é conceber modelos refinados de fluxos de caixa e incertezas futuras. A incorporação de uma visão de opções reais ofereceu informações adicionais sobre o empreendimento em análise em relação aos resultados obtidos pelo VPL tradicional e sem flexibilidade. Portanto, combinar os métodos para que o gestor adquira uma perspectiva mais abrangente sobre o valor do projeto é um caminho promissor.

Mesmo simplificado, o modelo utilizado nesta pesquisa de opções de compra financeira em um empreendimento análogo na construção civil possibilitou assimilar informações complementares e estratégicas em relação ao valor do projeto. A teoria das opções reais mostra que a incorporação de opções de flexibilidade nos estágios iniciais, e não finais, do projeto pode se transformar em importante fator estratégico, valendo-se de uma visão proativa de oportunidades a serem exploradas. A aplicação

da teoria das opções reais ainda é incipiente na construção civil, havendo necessidade da concepção de um referencial mais robusto e abrangente para aplicações no setor.

A compreensão plena dos atributos de flexibilidade em um projeto ou sistema de engenharia representa um desafio de pesquisa. Explorar plenamente o valor da flexibilidade requer novas técnicas, novo processo e novo referencial conceitual no desenvolvimento de sistemas de engenharia (DE NEUFVILLE, 2002). Particularmente, a incorporação e valoração da flexibilidade em produtos da construção civil necessitam de análise específica.

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABNT – **Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 14653-1 – Avaliação de bens. Parte 1: Procedimentos Gerais.** Rio de Janeiro:ABNT, 2001.
- ABNT – **Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 14653-4 – Avaliação de bens. Parte 4: Empreendimentos.** Rio de Janeiro:ABNT, 2002.
- BARBOSA, L.S. **Viabilidade econômica em investimento no mercado imobiliário: gerenciamento de risco e Opções Reais.** Rio de Janeiro, 2005. Dissertação - Engenharia Industrial, PUC Rio.
- BLACK, F.; SCHOLES, M. The pricing of options and corporate liabilities. **The Journal of Political Economy**, v. 81, n. 3, p. 637-654, 1973.
- COPELAND, T.; ANTIKAROV, V. **Opções reais: um novo paradigma para reinventar a avaliação de investimentos.** Rio de Janeiro: Campus, 2002. 368 p.
- COSTA LIMA, G.A. **Uma Proposta de Uso da Teoria da Preferência e das Opções Reais em Projetos de Exploração e Produção de Petróleo.** Campinas, 2004. 228 f. Tese de Doutorado - Instituto de Geociência, UNICAMP.
- COSTA LIMA, G A.; SUSLICK, S.B. An integration of Real Options and Utility Theory for Evaluation and Strategic Decision-Making in Oil Development and Production Projects *In: SPE HYDROCARBON ECONOMICS AND EVALUATION SYMPOSIUM*, 2005, Dallas, Tx USA.
- COSTA LIMA, G.A.; SUSLICK, S.B. Estimating the volatility of selected oil projects. **Journal of Petroleum Science & Engineering**, v. 54, p. 129-139, 2006.
- COSTA LIMA, G.A.; SUSLICK, S.B. Estimating the volatility of mining projects considering price and operating cost uncertainties. **Resources Policy**, v. 31, p. 86-94, 2006.
- COSTA LIMA, G.A.; SUSLICK, S.B. Estimativa da volatilidade de projetos de bens minerais **Revista da Escola de Minas**, Ouro Preto, v. 59, p. 37-46, 2006.
- COSTA LIMA, A.G.; SUSLICK, S.B. investment decision in oil and gas projects using real option and risk tolerance models. **Int.J., Gas and Coal Technology**, v. 1, n. 1/2, p. 3-23, 2008.
- DAMODARAN, A. **Avaliação de investimentos: Ferramentas e Técnicas para a Determinação do Valor de Qualquer Ativo.** Rio de Janeiro: Qualitymark Editora Ltda., 1997. 648 p.
- DE NEUFVILLE, R. **Architecting/designing engineering systems using real options.** Engineering Systems Division: Massachusetts Institute of Technology, 2002. 11 p. WP-2003-01.09.
- DIAS, M.A.G. **Investimento sob incerteza em exploração e produção do petróleo.** Rio de Janeiro, 1996. 470 f. Dissertação de Mestrado - Departamento de Engenharia Industrial, PUC Rio.
- DIXIT, A.K.; PINDYCK, R.S. **Investment under uncertainty.** Princeton: Princeton University Press, 1994. 468 p.
- HULL, J.V. **Introduction to Futures & Option Markets.** 2 ed. Upper Saddle River, New Jersey: Prentice Hall, Inc., 1995. 262 p.
- MCDONALD, R.; SIEGEL, D. The value of waiting to invest. **The Quarterly Journal of Economics**, p. 707-727, november 1986.
- MERTON, R. The theory of rational option pricing. **Bell Journal of Economics and Management Science**, v. 4, p. 141-183, Spring 1973.

MINARDI, A.M.A.F. **Teoria de opções aplicada a projetos de investimento.** São Paulo: Atlas, 2004. 135 p.

MONTEIRO, R.G. **Contribuição da abordagem de avaliação de opções reais em ambientes econômicos de grande volatilidade - Uma ênfase no cenário latino-americano** São Paulo, 2003. 193 f. Dissertação de Mestrado - FEA, USP.

NEWNAN, D.G.; LAVELLE, J.P. **Fundamentos de Engenharia Econômica.** Rio de Janeiro: LTC Livros Técnicos e Científicos Editora S.A., 2000. 359 p.

TRIGEORGIS, L. **Real Options: Managerial Flexibility and Strategy in Resource Allocation** Cambridge, MA: MIT Press, 1996. (Capítulo 9.)

TRIGEORGIS, L. **Real options: managerial flexibility and strategy in resource allocation.** Cambridge, Massachusetts: The MIT Press, 2000. 427 p.