

3 Opções Seqüenciais e a Incorporação Imobiliária

Resumo

Investimentos em incorporação imobiliária envolvem baixa liquidez e lento *payback*, levando cerca de cinco anos do lançamento à conclusão da obra. Apresentam diversas incertezas econômicas relacionadas à demanda de mercado, preço por metro quadrado e custo do terreno, o que aumenta significativamente o risco percebido pelos investidores. As perspectivas de elevadas taxas de retorno no longo prazo vêm atraindo cada vez mais o interesse do setor bancário, principalmente após o novo marco regulatório instituído pelo governo federal brasileiro em 2004 para o mercado imobiliário. Este trabalho analisa estratégias de lançamentos simultâneos ou seqüenciais de empreendimentos em incorporação imobiliária; o primeiro envolvendo um menor custo de construção, associado, porém, a uma maior incerteza nos resultados. O lançamento seqüencial apresenta características semelhantes a *opções reais* por embutir uma série de oportunidades quanto à aquisição de informações, adiamento e abandono do projeto. Aplicamos o modelo a uma incorporação imobiliária na cidade do Rio de Janeiro, identificando a estratégia ótima bem como o preço máximo pago pelo terreno. O lançamento seqüencial agrega valor adicional de 10% ao projeto além de diminuir a exposição ao risco do incorporador em mais de metade se comparado à metodologia tradicional de fluxo de caixa descontado. Devido às características desse mercado, que envolve grande aporte de capital afundado e elevada incerteza econômica, variações dessa magnitude não podem ser negligenciadas.

Palavras Chaves: Opções Reais, Incorporação Imobiliária, Gerenciamento de Risco.

JEL: G13, R20, D81.

3.1 Introdução

Em 2004 o governo federal adotou uma série de medidas visando incentivar o financiamento habitacional e a geração de empregos a partir da Lei 10.931 de 02/08/04, novo marco regulatório que amplia garantias a compradores e financiadores de imóveis; e de resoluções do Conselho Monetário Nacional¹ que resultaram na oferta de mais recursos para o financiamento imobiliário, em condições de juros e prazos mais acessíveis.

Dentre as medidas destaca-se ainda o estímulo do governo a induzir o financiamento dos agentes privados, na medida em que passou a remunerar os recursos de poupança, não aplicados em operações de crédito imobiliário e recolhidos ao Banco Central, com apenas 80% da TR sem juros. Essa penalidade fez com que os bancos buscassem um diálogo com o setor produtivo, surgindo acordo inédito entre as entidades que representam os agentes financeiros e a indústria da construção, respectivamente, Abecip e CBIC, devidamente acompanhado pelo Ministério da Fazenda e validado pelo Banco Central.

Mediante o acordo – renovado trimestralmente com aval do Banco Central –, os agentes financeiros ficariam temporariamente livres daquela punição, desde que passassem a cumprir um programa de aplicação de recursos. Em 2005, grosso modo, os bancos privados devem direcionar, ao crédito imobiliário aproximadamente 50% a mais do realizado em 2004 (cerca de R\$ 4,5 bilhões).

Este cenário estimulou também uma saudável concorrência entre os agentes financeiros. Surgem novos produtos imobiliários – para imóveis novos e usados –, incluindo planos com prestações fixas por dez anos ou nos primeiros 36 meses do contrato; linhas de crédito para moradias a partir de R\$ 40 mil (antes, só a Caixa Econômica Federal fazia isso com recursos do FGTS); financiamento de 80% do valor do imóvel (antes, o máximo era de 70%), com prazo de 18 anos (o prazo usual era de 15 anos), juros de 12% ao ano e menor índice de comprometimento de renda.

¹ As resoluções do Conselho Monetário Nacional intensificaram o direcionamento de recursos (devolução de cerca de 30 bilhões de reais no prazo de 50 meses) do chamado FCVS Virtual (ou seja, aplicações em caderneta de poupança que os agentes financeiros privados – que adquiriram bancos insolventes por ocasião do Proer – deixaram de aplicar em financiamento habitacional por conta de dívidas do Fundo de Compensação de Variações Salariais já saldadas).

Devido às diversas medidas adotadas pelo governo a partir de 2004, o segmento imobiliário saiu da estagnação em que se encontrava há mais de 16 anos, chegando a 2006 com o volume recorde de 19 bilhões de reais para o crédito imobiliário².

O novo arcabouço institucional para o setor imobiliário, aliado aos indicadores conjunturais favoráveis da economia brasileira e à crescente melhoria no acesso ao crédito, sinaliza em direção a um substancial incremento da demanda e aquecimento do mercado imobiliário no Brasil (World Bank 2005).

A Tabela 3.1 apresenta a composição dos empréstimos imobiliários do Sistema Financeiro Habitacional em 2004. Observa-se que a dominância do crédito direto e do sistema público de financiamento é clara e cuja proporção dos empréstimos feitos através de instituições públicas equivale a aproximadamente 80% do montante total de crédito.

Tabela 3-1 Composição dos Empréstimos Imobiliários 2004

	# Q ^{ides}	%	Tamanho Médio (R\$)	Total (R\$ Milhões)
Incorporadores	50000	14%	70000	3500
Consórcios e Cooperativas	40000	11%	80000	3200
SBPE ^a (TR + 12%)	54500	15%	56000	3052
FGTS ^b (TR +6% a 10.16%)	155275	43%	15200	2360
FAT ^c (TR + 6%)	2600	1%	22300	58
PSH ^d (TR + 6%)	56000	16%	2400	134
Total	358375	100%		

Fonte: Banco Mundial (2005)

^a SBPE - Sistema Brasileiro de Poupança e Empréstimo: Entidade que congrega as instituições financeiras fontes de captação de recursos para financiar a compra da casa própria. É composto pela Caixa Econômica Federal (CEF), pelas Caixas Econômicas Estaduais, Sociedades de Crédito Imobiliário e Associações de Poupança e Empréstimo.

^b FGTS - Fundo de Garantia por Tempo de Serviço: Conta de poupança aberta pelo empregador em nome do empregado. Todo mês, o empregador deposita nela 8% do salário de seu funcionário. Essa conta rende 3% ao ano, mais a variação mensal da TR. O saldo poderá ser resgatado pelo empregado se for demitido ou quiser financiar a casa própria pelo SFH.

^c Financiamento à pessoa física, vinculado ao Programa de Geração de Emprego e Renda na Indústria da Construção Civil, com recursos do FAT – Fundo de Amparo ao Trabalhador, destinado à construção de imóvel residencial.

^d O Programa de Subsídio à Habitação de Interesse Social - PSH é uma linha de crédito direcionada à produção de empreendimentos habitacionais. Seu objetivo principal é o de subsidiar a produção de empreendimentos habitacionais para populações de baixa renda, nas formas de conjunto ou de unidades isoladas. O valor do financiamento fornecido é creditado em conta da CEF, que o concede sob aporte financeiro do Setor Público, o Estado, Município e órgãos de administração direta ou indireta.

² Mais detalhes em Chap Chap (2006).

A Tabela 3.2 apresenta a percentagem de financiamento imobiliário como proporção do PIB de diversos países e ilustra o grande déficit de crédito imobiliário como proporção do PIB no Brasil.

Tabela 3-2 Financiamento Imobiliário (% PIB)

Países	%Crédito Imobiliário /PIB	Países	%Crédito Imobiliário /PIB
Denmark	89.70%	Estonia	16.60%
UK	72.50%	Chile	15.00%
US	64.50%	Italy	14.50%
Ireland	52.70%	Latvia	11.50%
Sweden	52.70%	Hungary	9.60%
Portugal	52.50%	Czech Republic	7.60%
Germany	52.40%	Lithuania	7.00%
Spain	45.90%	Slovakia	6.10%
Finland	37.80%	Poland	5.50%
France	26.20%	Brazil	3.50%
Greece	20.60%	Slovenia	1.50%
Austria	20.30%		

Fonte: Banco Mundial (2005)

3.2 O Setor de Incorporação Imobiliária

Investimentos em incorporação imobiliária apresentam pouco giro, baixa liquidez e lento *payback*; consumindo grande aporte de capital afundado, não sendo incorporados de forma instantânea, levando cerca de cinco anos do lançamento à conclusão da obra. Associados a uma perspectiva de longo prazo, esses investimentos vêm atraindo cada vez mais o interesse do setor bancário visando à diversificação de seus ativos e a obtenção de taxas de retorno mais atrativas (IGP-M mais 16% ou 25%).

Investimentos nesse mercado envolvem diversas incertezas econômicas relacionadas à demanda, preço e custo por metro quadrado, velocidade de vendas – ocorrendo por vezes vacâncias prolongadas, e ainda incertezas quanto à regulação/legislação e ao poder público (*habite-se*), o que aumenta o risco percebido

pelos investidores³. Exige-se um alto grau de conhecimento específico devido a alterações constantes na legislação que regula aluguéis, impostos e aprovação de projetos, o que aumenta os custos administrativos do empreendimento. Exemplos de obras embargadas, mesmo após a liberação da licença, acontecem com certa frequência.

Estratégias de incorporação imobiliária apresentam *trade-offs* entre lançamentos simultâneos e seqüenciais. Os primeiros usualmente são implementados em momentos de aquecimento de demanda, e incorrem em um menor custo de construção a despeito de uma maior incerteza quanto aos retornos⁴. Já em lançamentos seqüenciais, as incertezas são eliminadas gradativamente após cada etapa da incorporação, porém a um custo de construção relativamente maior.

Muitos investimentos em incorporação imobiliária possuem características comuns a opções, ou seja, correspondem a *direitos* que podem ou não vir a ser exercidos pelo incorporador em um momento futuro. As *Opções Reais*⁵ mais relevantes encontradas em empreendimentos imobiliários são⁶:

- *Opção* de adquirir informações, ou seja, como o sucesso/fracasso do primeiro lançamento influenciará a *performance* e expectativas da próxima fase da incorporação;

³ Esse acréscimo de risco é conhecido como risco regulatório ou de aparato legal, muito presente em economias emergentes. Comparações internacionais estão disponíveis em Kaufmann et al (2005).

⁴ Exemplos de condomínios residenciais lançados simultaneamente e mega complexos de entretenimento onde os retornos se iniciaram somente após cinco ou mais anos da finalização da obra não são casos isolados.

⁵ *Opções Reais* é a nomenclatura conhecida para a aplicação da metodologia de opções a ativos reais. Para maiores detalhamento e aplicações recomendamos Trigeorgis (1996) e Nalin e Kulatilaka (1999).

⁶ A escolha de densidade ótima em muitos casos de incorporação não se configura como uma opção, visto que na maioria das regiões economicamente desenvolvidas a legislação existente limita o gabarito máximo permitido. Com relação à cidade do Rio de Janeiro a legislação ainda impõe várias restrições, como distância mínima exigida do prédio vizinho e afastamento em relação à praia evitando área de sombra entre outras. Portanto, na maioria das vezes são utilizados os gabaritos máximos permitidos devido ao alto valor do metro quadrado e a economias de escala. Um ponto interessante a observar é que a legislação influencia muito o valor do terreno, já que o seu potencial está embutido no preço.

- *Opção* de adiamento da segunda fase, caso o mercado não receba bem o lançamento;
- *Opção* de expansão, ou seja, construção da segunda fase caso o mercado se mostre novamente favorável em algum momento futuro dentro do horizonte de tempo disponível;
- *Opção* de abandono da segunda fase, dado o elevado custo-benefício relativo ao valor pago como direito de exclusividade do terreno.

Este trabalho desenvolve um modelo simples de apoio à decisão através da metodologia de opções, de forma a estabelecer a estratégia de lançamento ótima (simultânea vs. seqüencial), identificando o custo por metro quadrado crítico a partir do qual não há mais incentivos na construção por etapas. Caso o lançamento seqüencial seja ótimo, o preço máximo a pagar pelos direitos de exclusividade do terreno é identificado, bem como o momento ótimo de exercício das subseqüentes fases. Ilustramos o modelo na avaliação de uma incorporação imobiliária na cidade do Rio de Janeiro, onde as prévias opções são incorporadas.

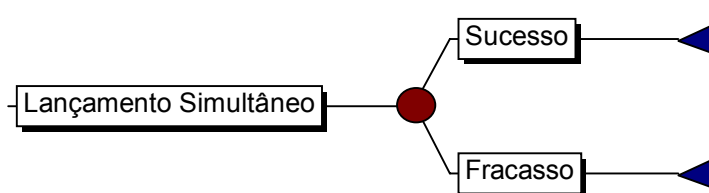
Diversos artigos seminais aplicam a metodologia de opções em investimentos no mercado imobiliário. Titman (1985) emprega a metodologia das opções para explicar a existência de terrenos sub-utilizados, mas de alto preço de venda, na Zona Oeste de Los Angeles concluindo que, em presença de incertezas e possibilidade de adiamento, o potencial futuro do terreno é mais valioso que sua utilização imediata. Williams (1991) discute o momento ótimo de desenvolvimento e abandono de uma propriedade incluindo a escolha da densidade ótima do empreendimento quando existe incerteza futura em ambos: preços e custos por metro quadrado. Quigg (1993) prova empiricamente o valor da opção de espera através de transações no mercado americano. Capozza e Sick (1994) aplicam os princípios de opções para avaliar terrenos agrícolas uma vez que o valor deste tipo de terreno embute a opção de conversão do uso agrícola em urbano, inclusive para investimentos imobiliários. Capozza e Li (1994) focam em como a intensidade de capital e densidade interagem com o momento ótimo e valor de empreendimentos residenciais e comerciais. Grenadier (1995) determina o *mix* intertemporal de lojas em *shopping centers* onde a opção de modificar o *mix* tem um custo identificado como preço de exercício. Finalmente, Grenadier (1996) introduz conceitos de *option games* para explicar o comportamento do mercado imobiliário, relacionando o momento ótimo de desenvolvimento com o crescimento ou estagnação da atividade econômica. Dentre os estudos realizados no mercado brasileiro destacam-se Medeiros (2001), Ribeiro (2004) e Barbosa (2005).

De forma diversa dos estudos anteriores, cujo preço de venda era obtido via função demanda com choques estocásticos, nesse trabalho o efeito demanda é capturado através da *velocidade de vendas*, variável típica no setor que define quão rápido as unidades dos projetos são vendidas. Portanto, a combinação de simulações de velocidades de vendas com a modelagem típica de *opções reais*, permite a introdução de diversas fontes de incerteza sem aumentar a complexidade e o pragmatismo da solução.

3.3 A Viabilidade Econômica da Incorporação e as *Opções Reais*

Uma incorporação de estratégia simultânea corresponde a uma decisão estática onde o processo de decisão é do tipo “agora ou nunca” onde todo o recurso é comprometido de forma irreversível como mostra a Figura 3.1.

Figura 3.1 – Processo de Decisão Estático.

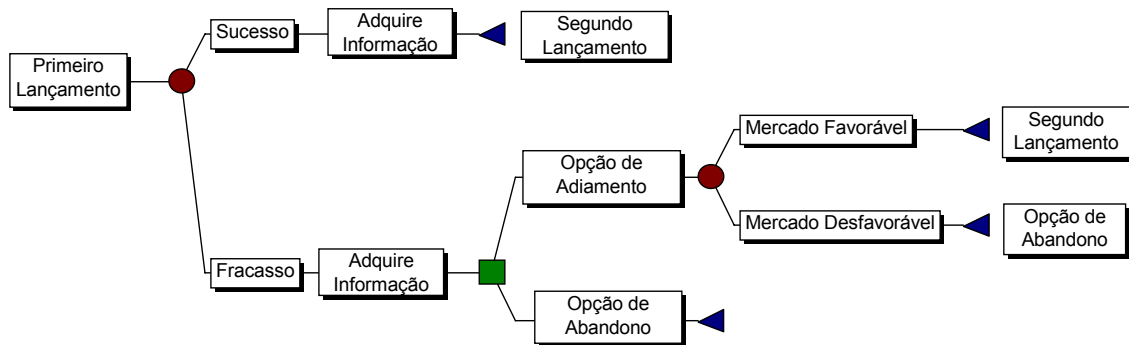


Entretanto, a incorporação de um condomínio residencial não é realizada em uma única fase, mas sim na forma de decisões seqüenciais. Isto é uma forma de diversificação de risco uma vez que a incerteza no primeiro lançamento é maior que nas etapas posteriores e, justamente por isso, seu respectivo preço de mercado é consideravelmente menor que o das etapas posteriores. Antes do primeiro lançamento, o incorporador analisa diversos estudos⁷ de forma a maximizar o valor esperado do empreendimento. Ainda assim, somente *após* o primeiro lançamento o incorporador adquire *informações* relevantes quanto ao empreendimento, seja para os futuros lançamentos ou para o desenvolvimento do mercado potencial da região. Entre as informações mais relevantes destaca-se a velocidade de vendas, conjunto de parâmetros que estabelecem em última instância o sucesso de um empreendimento.

⁷ Referentes ao mercado potencial, público alvo, renda per-capita, preços praticados, vacância, disponibilidade de unidades e condições dos imóveis.

A Figura 3.2 ilustra o empreendimento incorporando as opções disponíveis em cada etapa do processo de decisão seqüencial.

Figura 3.2 – Processo de Decisão Seqüencial.



Caso o primeiro lançamento seja bem recebido pelo mercado, as próximas etapas serão mais valorizadas, gerando um acréscimo na receita bem como um maior interesse na região. Caso contrário, o incorporador reverá suas expectativas e poderá esperar por um melhor momento antes de passar para as próximas etapas ou ainda abandonar o projeto. Desta forma, o primeiro lançamento fornece uma valiosa *opção* de aquisição de informações de mercado sobre o futuro do empreendimento⁸. O custo de se obter essas informações equivale ao custo e risco efetivo do primeiro lançamento. Caso o investimento não seja bem recebido pelo mercado, existe uma *opção* de adiamento das etapas seguintes. Essa opção somente é lucrativa caso seu valor supere o custo contratual referente ao direito de exclusividade do terreno pelo tempo de adiamento, existindo sempre a *opção* de abandono do empreendimento.

A receita do empreendimento é fortemente influenciada pela *velocidade de vendas*, variável usual no setor que define a forma e a rapidez que será vendido o projeto. Usualmente, o analista considera cenários de velocidade de vendas " y^w " para cada estágio do empreendimento:

- "no lançamento" (y_1^w): $y_1^w \sim \text{Triang} [0; \bar{y}_1; 100]\%$;
- "entre o lançamento e o término da construção" (y_2^w): $y_2^w \sim \text{Triang} [0; (100 -$

⁸ Outro ponto importante é que, lançando o condomínio em etapas, o montante de investimento inicial é menor e o próprio empreendimento poderá pagar as próximas etapas de construção.

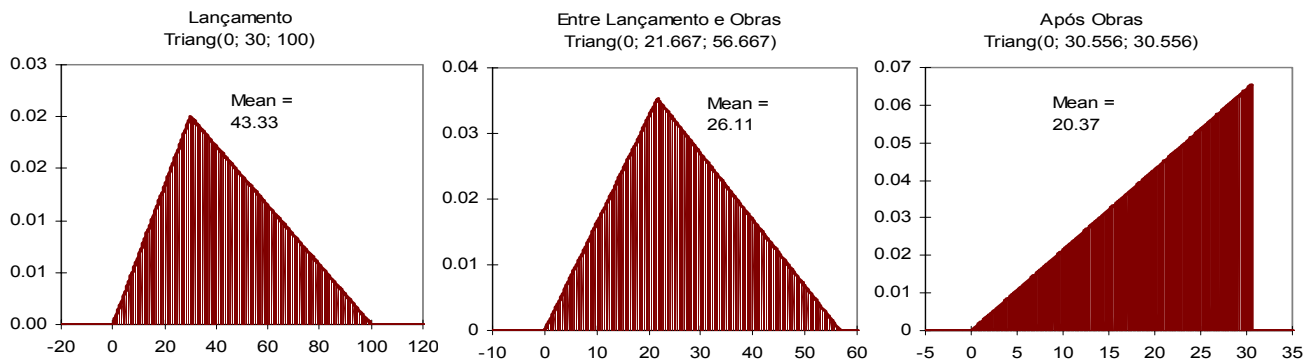
$y_1)/2; (100 - y_1)] \%$;

- “após a obra” (y_3^w): $y_3^w \sim \text{Triang}[0, (100 - y_1 - v_2); (100 - y_1 - v_2)]$.

Neste trabalho consideramos a hipótese gerencial, onde a velocidade de vendas nos respectivos estágios é aproximada por distribuições de probabilidade triangular de tal forma que totalizem no máximo 100% de venda ao final da obra.

A Figura 3.3 apresenta as distribuições de velocidade de vendas para ambas as fases, correspondendo a valores médios usuais no setor de 43% “no lançamento”, 26% “entre lançamento e término das obras” e 20% “após as obras”, restando praticamente 11% de vacância.

Figura 3.3 – Velocidade de Vendas (%).



Seja $S_1(P, \theta, y_1^w, y_2^w, y_3^w)$ e $S_2(P, \theta, y_1^w, y_2^w, y_3^w)$ o valor presente das receitas do primeiro e segundo lançamento, funções do preço por metro quadrado P , das realizações de velocidades de vendas y^w , e de características θ do empreendimento (grau de financiamento próprio, tabela de vendas e tempo de obras). Sejam X_1 e X_2 , o valor presente dos respectivos custos de construção.

O valor presente líquido da estratégia de lançamento *simultâneo* VPL_1 é dado pela soma do valor esperado do primeiro e segundo lançamento conforme apresentado na Eq.(1), observando-se o mesmo custo de construção em ambas as fases:

$$VPL_1 = \mathbb{E} [S_1(P_0, y^w) - X_1] + \mathbb{E} [S_2(P_0, y^w) - X_1] \quad (1)$$

O valor presente líquido da estratégia de lançamento *seqüencial*, VPL_2 , é apresentado na Eq.(2), com a diferença que o último termo corresponde à oportunidade de investimento no segundo lançamento (prêmio da opção) que incorpora as opções de informação, adiamento e abandono discutidas anteriormente.

Note que o valor dessa opção é obtido numericamente como a média de N realizações de velocidade de vendas.

$$VPL_2 = \mathbb{E}[S_1(P_0, y^w) - X_1] + \frac{I}{N} \sum_{w=1}^N F(S_2(P_0, y^w), X_2, T) \quad (2)$$

A diferença entre ambas estratégias de lançamento corresponde ao valor agregado pela opção de investimento seqüencial (prêmio da opção). O investimento seqüencial torna-se a estratégia ótima do incorporador se $VPL_2 > VPL_1$, ou seja, caso a seguinte desigualdade seja satisfeita⁹:

$$VPL_2 > VPL_1 \Leftrightarrow \frac{I}{N} \sum_{w=1}^N F(S_2(P_0, y^w), X_2, T) > \mathbb{E}[S_2(P_0, y^w) - X_1] \quad (3)$$

O custo de construção crítico X_2^* ($> X_1$) e, por conseguinte, o respectivo custo por metro quadrado que iguala ambas estratégias, pode ser obtido resolvendo-se numericamente a Eq.(3).

A função $F(\cdot)$ equivale ao prêmio de uma opção americana de compra de expiração T , cujo ativo subjacente equivale a $S_2(\cdot)$ e o preço de exercício é X_2 . A partir da hipótese usual na literatura de opções, assumimos que o preço/m² de venda do imóvel evolui segundo o processo geométrico Browniano apresentado na Eq.(4), onde dz é o incremento de Wiener, σ a volatilidade, e μ a tendência do processo.

$$\frac{dP}{P} = \mu dt + \sigma dz \quad (4)$$

Devido à proporcionalidade entre a receita e o preço/m², é fácil provar pelo Lema de Itô que a receita $S_2(\cdot)$ também segue o mesmo processo. Nesse caso o prêmio da opção pode ser obtido pela aproximação analítica de Barone-Adesi e Whaley (1987), detalhada no Apêndice A.

A aproximação analítica de Barone-Adesi e Whaley fornece adicionalmente a informação da curva de gatilho ótima $s^*(t)$, ou seja, a receita crítica a partir da qual é ótimo o investimento imediato. A curva de gatilho é obtida como solução numérica da Eq.(5), onde $c(\cdot)$ é a fórmula de Black-Scholes, $N(\cdot)$ é normal cumulativa padronizada, e os restantes dos termos são parâmetros do processo estocástico e da opção, definidos no Apêndice A.

⁹ Caso o custo de construção seja o mesmo para ambas estratégias, o lançamento seqüencial teria sempre valor superior ou igual ao lançamento simultâneo (pela própria definição de opção).

$$s_t^* - X_2 = c(s_t^*, t) + \left\{ 1 - e^{-\delta \cdot (T-t)} \cdot N \left[d_1(s_t^*) \right] \right\} \frac{s_t^*}{\gamma} \quad (5)$$

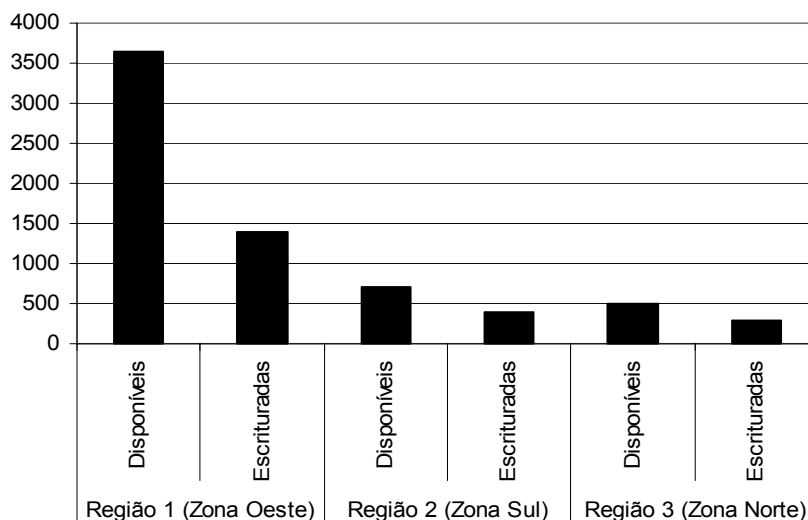
A partir da curva de gatilho e de como o mercado tenha recebido a primeira fase do empreendimento, pode-se calcular a probabilidade de investimento na segunda fase, ou seja, a probabilidade de exercício da opção americana. Essa expressão, discutida no Apêndice B, equivale ao valor esperado da função de distribuição da primeira passagem de tempo (*first-hitting time*) para os diversos sorteios da velocidade de vendas, isto é, o valor médio da probabilidade do processo estocástico dado por $S_2(.)$ atingir a barreira (curva de gatilho) até a expiração da opção.

$$\frac{1}{N} \sum_{w=1}^N \int_{t=0}^T \left[\frac{|\ln(S_2(.)/s_t^*)|}{\sigma \sqrt{2\pi t^3}} \exp \left[-\frac{\left(|\ln(S_2(.)/s_t^*)| + (\mu - 0.5 \cdot \sigma^2) \cdot t \right)^2}{2\sigma^2 t} \right] \right] dt \quad (6)$$

3.4 Estudo de Caso: Incorporação na Cidade do Rio de Janeiro

Incorporações imobiliárias na cidade do Rio de Janeiro estão cada vez mais concentradas na Zona Oeste da cidade devido ao alto custo e escassez de terrenos na Zona Sul. A Figura 3.4 apresenta as unidades disponíveis e escrituradas em 2004 por regiões.

Figura 3.4 – Unidades Disponíveis e Escrituradas 2004.



Fonte: ADEMI-RJ

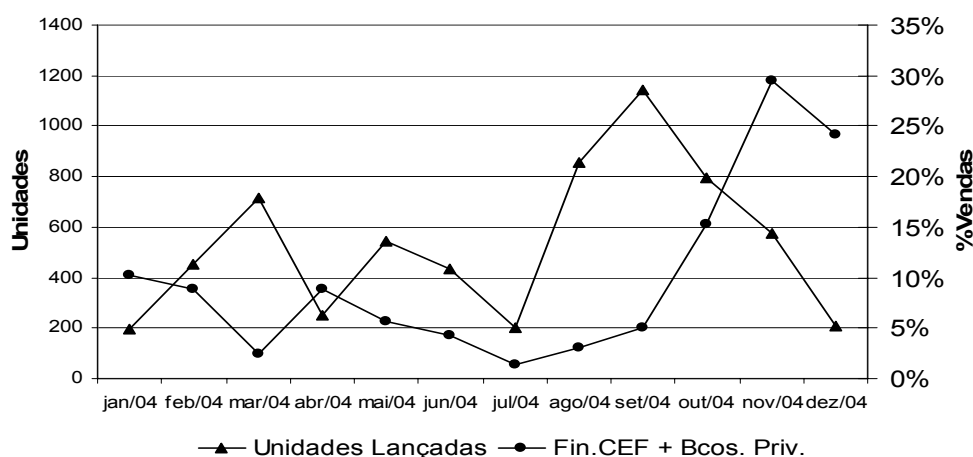
- Região 1 (Zona Oeste): Barra da Tijuca, Jacarepaguá, Recreio dos Bandeirantes, Vargem Grande, Vargem Pequena, Campo Grande.

- Região 2 (Zona Sul): Botafogo, Catete, Copacabana, Flamengo, Gávea, Humaitá, Ipanema, Jardim Botânico, Lagoa, Laranjeiras, Leblon e São Conrado.
- Região 3 (Zona Norte): Água Santa, Cachambi, Colégio, Jardim América, Méier, Tijuca e Vila da Penha.

A Figura 3.5 apresenta a participação percentual das vendas com financiamentos bancários (caixa econômica federal e bancos privados) e o comportamento dos lançamentos imobiliários no ano de 2004 para o Rio de Janeiro.

A margem da incorporadora, que na década de setenta correspondia a 50%, encontra-se atualmente em 20% sendo, portanto, necessário uma administração que acompanhe de forma sistemática e consistente a performance e risco dos empreendimentos.

Figura 3.5 – Financiamento Bancário e Lançamentos Imobiliários 2004



Fonte: ADEMI-RJ

Analizamos o caso de um condomínio residencial de duas fases (primeiro e segundo lançamento) na Zona Oeste do Rio de Janeiro, que pode ser incorporado simultaneamente ou sequencialmente. Ambas as fases possuem uma área equivalente de 20.736 m² e área privativa de 16.173 m². O preço/m² cobrado é de R\$ 2.500 e o custo/m² estimado em R\$ 800. As despesas operacionais são estimadas em 15% da receita e o custo do terreno é acordado como permuta de 30% da receita, valores considerados usuais no setor.

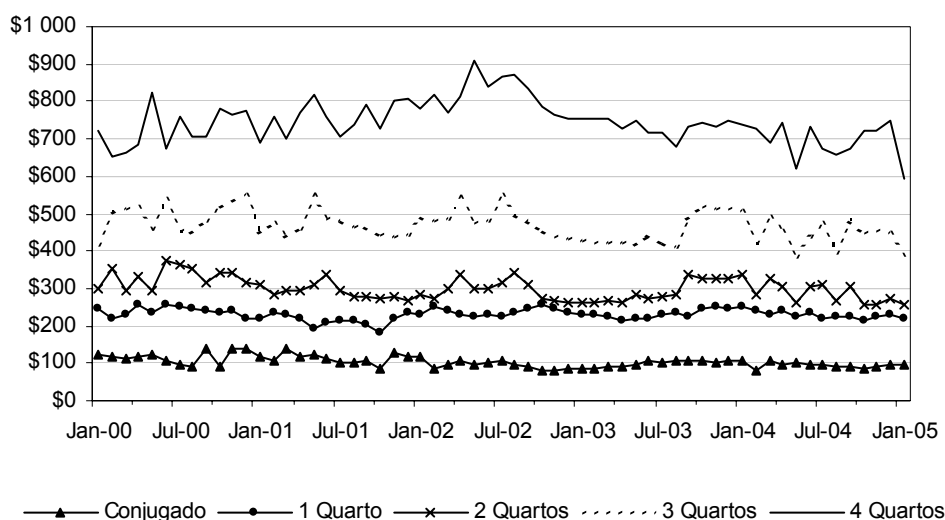
A receita do empreendimento depende de diversos parâmetros típicos do setor e característicos do projeto, em função dos quais o lançamento é considerado sucesso ou fracasso (ver Apêndice C). Consideramos neste estudo 100% financiamento próprio, 6/24/1 meses para lançamento/obras/entrega de chaves respectivamente, 224

unidades (apartamentos) e financiamento do imóvel adquirido nas distintas fases da construção (lançamento/intermediárias/chaves): sinal (10/15/20%); mensais durante obra (30/25/0%); mensais após chaves (60/60/80%).

Caso o primeiro lançamento seja sucesso, a segunda fase é construída imediatamente com um ágio de 10% tanto no preço de venda por metro quadrado como no custo de construção. Caso contrário, a segunda fase pode ser adiada por um período de cinco anos, o que equivale a uma *opção americana* que o incorporador pode exercer a qualquer momento mediante o pagamento do preço de exercício, i.e., do custo total de construção da segunda fase, estimado em R\$ 14,2 milhões¹⁰.

A Figura 3.6 apresenta a série de preço médio residencial de vendas na Zona Oeste (Barra da Tijuca e Recreio) do Rio de Janeiro entre 2000-2005 (preços constantes de Janeiro de 2005).

Figura 3.6 – Preços de Vendas em mil Reais.



Fonte: SECOVI – RJ.

Os parâmetros relativos à média e volatilidade dos retornos anuais são estimados através de mínimos quadráticos ordinários e são apresentados na Tabela 3.3 Utilizamos a volatilidade de 15% a.a. referente à média para o caso base.

¹⁰ Valor presente dos fluxos referentes ao custo de construção.

Tabela 3-3 Retornos Anuais – Estimação (2000-2005)

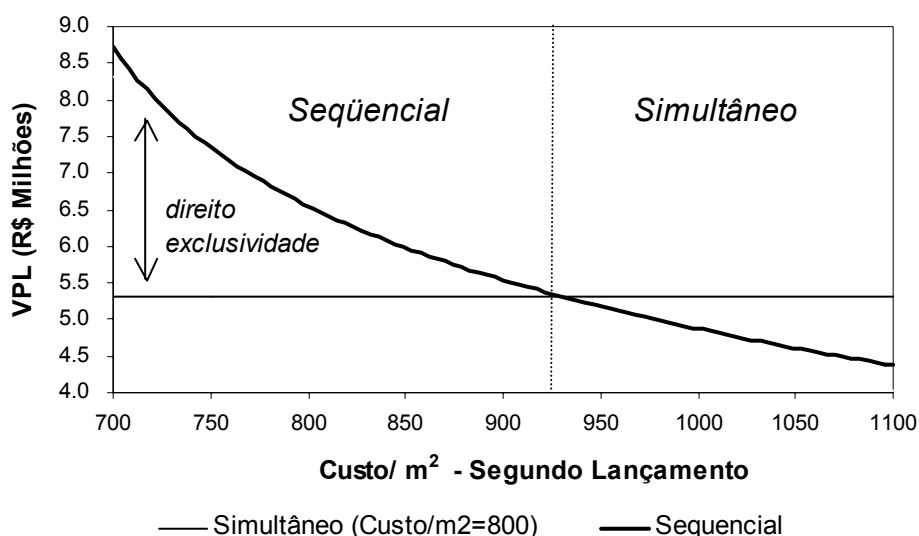
	Conjugado	1 Quarto	2 Quartos	3 Quartos	4 Quartos	Média
Média	-5,05%	-2,56%	-3,40%	-1,69%	-3,79%	-3,30%
Volatilidade	14,62%	13,05%	17,50%	16,39%	13,39%	15,00%

O custo de carregamento da opção corresponde aos fluxos de caixa potenciais que seriam gerados pelo investimento caso implementado, mas perdidos pelo detentor da opção. Esse custo de oportunidade equivale ao aluguel do imóvel medido como percentagem de seu preço, e que usualmente encontra-se na faixa entre 4% e 12% ao ano. Utilizamos como estimativa para o caso base a taxa de 10% aa. O custo médio ponderado capital do incorporador é de 15% a.a. e a taxa livre de risco estimada para os próximos 5 anos de 10% a.a.

3.4.1 Resultados

Nesta seção apresentamos as estratégias de incorporação ótima gerados pelo modelo. A Figura 3.7 apresenta o valor do empreendimento para ambas estratégias considerando diversos ágios no custo de construção da segunda fase (X_2). Observe que até um custo por metro quadrado igual a R\$ 925 a estratégia de investimento seqüencial é superior à simultânea. Observe ainda que o prêmio da opção é o montante máximo a pagar pelos direitos de exclusividade, e que considerando o custo de R\$880/m² (10% ágio) equivale a R\$446 mil.

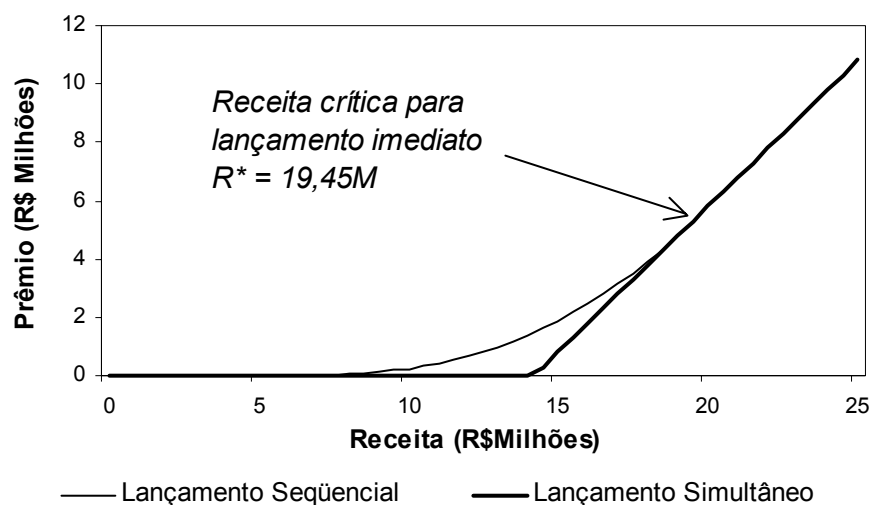
Figura 3.7 – Lançamento Simultâneo vs. Seqüencial (R\$ Milhões).



A Figura 3.8 mostra o valor do segundo lançamento (prêmio da opção pelo

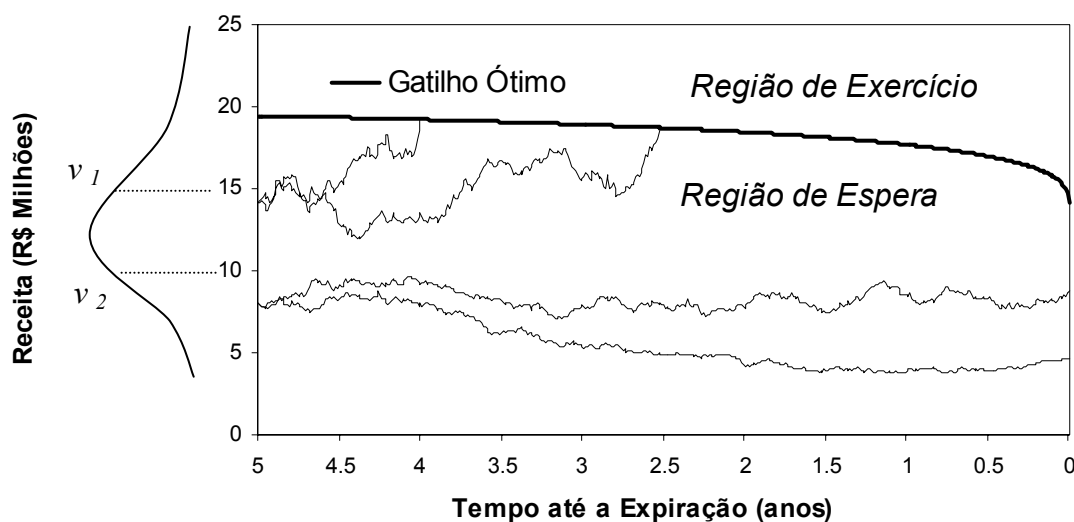
adiamento) no instante inicial da incorporação. O valor do prêmio é sempre igual ou superior ao valor do investimento imediato, resultado clássico da teoria das opções. Considerando o caso base onde o preço de exercício da opção é igual a R\$14,2 Milhões, o segundo lançamento somente deve ser implementado imediatamente caso a receita seja superior a R\$ 19,45 Milhões, ponto onde as condições de *smooth-pasting* e *value-matching condition* igualam suavemente o valor da opção ao de exercício imediato, proporcionando um VPL de R\$ 5,25 Milhões. Caso contrário, a estratégia ótima seria manter “viva” a opção de espera e não investir.

Figura 3.8 – Prêmio da Opção – Segundo Lançamento (R\$ Milhões).



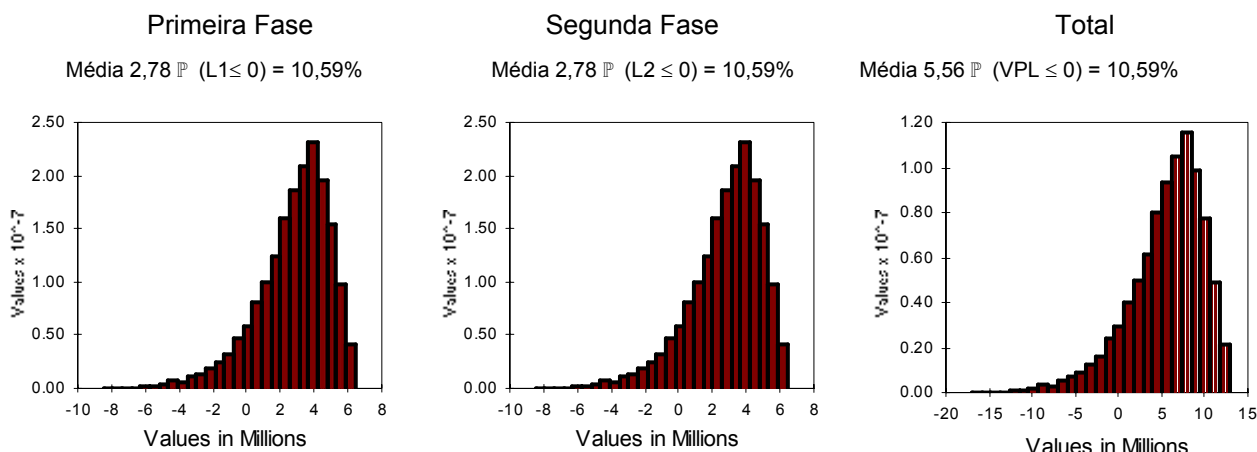
A Figura 3.9 ilustra o momento ótimo de exercício da opção, ou seja, a curva de gatilho que indica a receita a partir da qual é ótimo investir no segundo lançamento imediatamente. O gráfico ilustra dois sorteios de velocidades de venda $[y_1^w; y_2^w; y_3^w]$ ocorridos no primeiro lançamento: sucesso $y^S = [30\%; 30\%; 30\%]$ e fracasso $y^F = [20\%; 20\%; 5\%]$, que geram uma receita de R\$14,2 (v_1) e R\$8 Milhões (v_2) respectivamente. Caso o preço/m² (e portanto a receita) siga o primeiro caminho, a opção será exercida após 1 ano do primeiro lançamento. No segundo caminho a opção é exercida somente após 2 anos e meio. No terceiro e quarto caminho o valor da receita não seria suficiente para justificar a segunda fase da incorporação, que seria abandonada ao final do quinto ano.

Figura 3.9 – Estratégia de Investimento Ótimo – Segundo Lançamento.

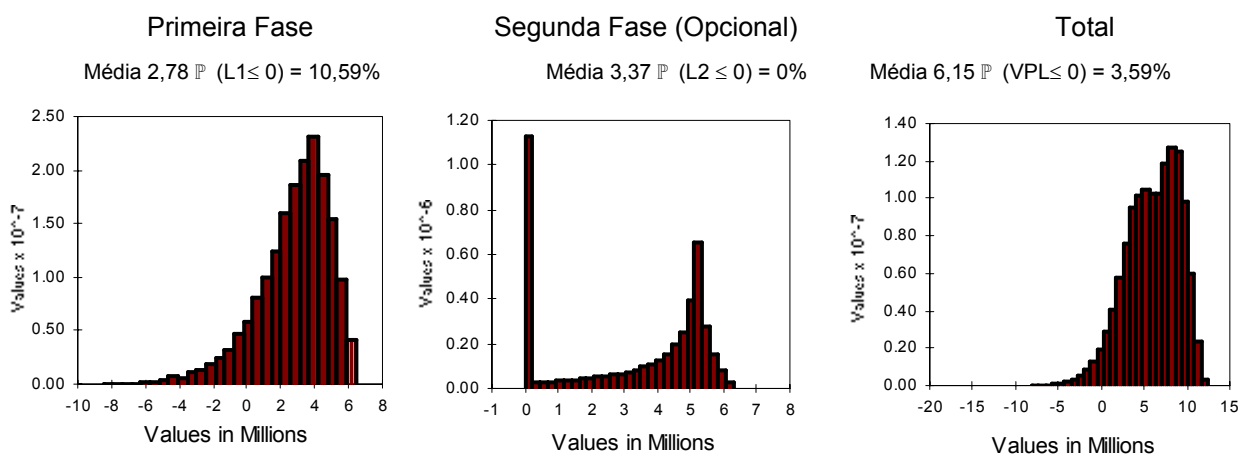


Dependendo de como o mercado receba o primeiro lançamento, podemos calcular a probabilidade de investimento no segundo lançamento (exercício da opção) a partir da Eq.(6). A partir do evento de sucesso (v_1) a probabilidade de investimento é de 31%, mas de apenas 1% para o cenário pessimista (v_2). Considerando todos os sorteios possíveis de velocidade de vendas e utilizando a Eq.(6) a probabilidade de exercício da opção é de 62%.

A Figura 3.10 apresenta a distribuição do VPL considerando o lançamento simultâneo (processo de decisão estática), que totaliza R\$ 5,56 milhões com probabilidade de prejuízo de 10,59%.

Figura 3.10. Distribuição de VPL_1 – Lançamento Simultâneo.

A Figura 3.11 apresenta a distribuição de VPL considerando lançamento em etapas (processo de decisão seqüencial). O VPL total foi potencializado para R\$ 6,15 Milhões, um aumento de 10%, e a probabilidade de prejuízo diminuiu 66%, passando de 10,59% para 3,59%. Isso se deve às próprias características do instrumento de opção que somente será exercida nos cenários favoráveis (*upside risk*) eliminando os cenários desfavoráveis (*downside risk*).

Figura 3.11. Distribuição de VPL_2 – Lançamento Seqüencial.

A quantia máxima a ser paga pelo direito de exclusividade do terreno equivale ao valor agregado pela opção ao VPL total do empreendimento, e que neste caso corresponde à quantia de R\$ 590 mil, i.e., a diferença entre o VPL total do lançamento seqüencial e simultâneo. Evidentemente, caso o valor cobrado por tais direitos seja superior a essa quantia, o incorporador deve exercer a *opção* de abandono e a segunda fase do projeto não deve ser implementada.

3.5 Conclusão

Em 2004, no intuito de proporcionar melhorias nas condições de acesso ao financiamento imobiliário, o governo federal instituiu o novo marco regulatório através da Lei 10.931. Diversas medidas de articulação entre o governo federal, setores da construção civil e do sistema financeiro, aliado aos indicadores conjunturais favoráveis da economia brasileira e à crescente melhoria no acesso ao crédito, sinalizam em direção a um substancial incremento da demanda e aquecimento do mercado imobiliário. Investimentos em incorporação imobiliária apresentam baixa liquidez e lento *payback*, além de diversas incertezas econômicas relativas a demanda, preço por metro quadrado e custo do terreno, que aumentam o risco percebido pelos investidores. Diversas opções referentes à aquisição de informações, adiamento, expansão e abandono do projeto são usuais neste mercado e, se devidamente exploradas, potencializam o valor do empreendimento e reduzem a exposição ao risco do incorporador.

Este trabalho discute o *trade-off* entre estratégias de investimentos simultâneos e seqüenciais para incorporação imobiliária; o primeiro envolvendo um menor custo de construção, associado, porém, a uma maior incerteza nos resultados. Considerando o lançamento seqüencial como uma oportunidade de investimento que embute uma série de *Opções Reais* quanto à aquisição de informações, adiamento e abandono do projeto, identificamos o custo por metro quadrado crítico até o qual o lançamento seqüencial é ótimo. Aplicamos o modelo a uma incorporação imobiliária na cidade do Rio de Janeiro onde a estratégia de lançamento seqüencial potencializou em 10% o valor do projeto, diminuindo em mais de metade a exposição de risco se comparado com a metodologia tradicional de fluxo de caixa descontado. Devido às características desse mercado, envolvendo grande aporte de capital afundado, elevada incerteza econômica e margens decrescentes, incrementos dessa ordem não podem ser negligenciados. O modelo também determina o montante ótimo a ser pago pelos direitos de exclusividade e possibilita estimar a probabilidade de investimento no segundo lançamento de acordo com o sucesso ou fracasso da primeira fase.

Usualmente, muitos analistas já incorporam estratégias de investimentos elaboradas a partir de um processo de decisão seqüencial. É importante, todavia, estabelecer uma cultura empresarial de forma a identificar e quantificar as opções existentes com base em critérios objetivos, apontando as incertezas mais relevantes, de forma a maximizar o valor do empreendimento e proporcionar um efetivo gerenciamento de risco do projeto.

3.6 Referências Bibliográficas

1. ADEMI-RJ (2004). "Pesquisa ADEMI do Mercado Imobiliário". Relatório Mensal. Dezembro 2004.
2. Amram, M.; Kulatilaka, N. (1999). *Real Options. Managing Strategic Investment in an Uncertain World*. Harvard Business School Press.
3. Barbosa, L. (2005). *Investimento no Mercado Imobiliário: Gerenciamento de Risco e Opções Reais*. Dissertação de Mestrado em Engenharia Industrial - Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.
4. Barone-Adesi, G.; Whaley, R. (1987). "Efficient analytic approximation of American option values". *Journal of Finance*, 42(2). 301-320.
5. Black, F.; M. Scholes. (1973). "The pricing of Options and Corporate Liabilities". *Journal of Political Economy* 81, 637-659.
6. Capozza, D.; Li, Y. (1994). "The intensity and timing of investments: The case of land". *The American Economic Review* 84 (4). 889-904.
7. Capozza, D.; Sick, G. (1994). "The Risk Structure of Land Markets". *Journal of Urban Economics*, 35. 297-319.
8. Chap Chap, R. (2006). "A construção do desenvolvimento sustentado do país". Convenção Secovi. Setembro 2006.
9. Grenadier, S.R. (1995). "Flexibility and tenant mix in real estate projects". *Journal of Urban Economics* 38 (3). 357-378.
10. Grenadier, S.R. (1996). "The strategic exercise options: Development cascades and overbuilding in real estate markets" *Journal of Finance* 51 (3). 1653-1679.
11. Howell, Sydney D. and Jagle, Axel J. (1997). Laboratory evidence on how managers intuitively value real growth options. *Journal of Business Finance and Accounting*, 24(7), 915-935.
12. Karatzas, I.; Shreve, S. (1991). *Brownian Motion and Stochastic Calculus*. Second Edition. Springer-Verlag.
13. Kaufmann, D.; Kraay, A.; Mastruzzi, M. (2005). "Governance matters IV: updated governance indicators 1996 – 2004". The World Bank.
14. Kulatilaka, N., Marcus, A.J. (1992). Project valuation under uncertainty: When does DCF fail? *Journal of Applied Corporate Finance*, 5(3), 92-100.
15. Medeiros, P. (2001). *Aplicação de Opções Reais no Mercado Imobiliário residencial com enfoque na cidade do Rio de Janeiro*. Dissertação de Mestrado em Economia - Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.
16. Quigg, L. (1993). "Empirical testing of real option-pricing models". *Journal of*

Finance 48 (2). 621-640.

17. Ribeiro, F. (2004). Avaliação de Projetos de Incorporação Imobiliária sob Incerteza: Uma Abordagem por Opções Reais. Dissertação de Mestrado em Administração de Empresas - Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.

18. SECOVI-SP. "Balanço Anual do Mercado Imobiliário de São Paulo em 2004 – Perspectivas do Setor para 2005". Dezembro 2004.

19. Titman, S. (1985). "Urban Land Prices under Uncertainty". *American Economic Review*, 75 (3). 505-514.

20. Trigeorgis, L. (1996). Real Options: Managerial Flexibility and Strategy in Resource Allocation. MIT Press.

21. Trigeorgis, L., Mason, S. (1987). Valuing managerial flexibility. *Midland Corporate Finance Journal*, 5(1), 14–21.

22. Trigeorgis, L., Schwartz, E. (2004) Real Options and Investment Under Uncertainty: Classical Readings and Recent Contributions. The MIT Press Cambridge

23. Williams, J. (1991). "Real Estate Development as an Option". *Journal of Real Estate Finance and Economics*, 4. 191-208.

24. World Bank (2005). "Programmatic loan for sustainable and equitable growth: Housing sector reform." Report 31756-BR.

3.7 Apêndice A: Aproximação de Barone-Adesi & Whaley

Seja S o processo estocástico na medida neutro ao risco do ativo subjacente da opção apresentado na Eq.(A1), onde dz é o processo de Wiener, r é a taxa livre de risco, δ o custo de carregamento (semelhante à taxa de dividendos) e σ a volatilidade.

$$\frac{dS}{S} = (r - \delta)dt + \sigma dz \quad (\text{A1})$$

A partir dessa hipótese a Eq.(A2) apresenta a fórmula de Black-Scholes (1973) para o cálculo do prêmio *call* de uma opção de compra, onde $N(.)$ é a distribuição normal cumulativa, S_0 o valor atual do ativo subjacente, X o preço de exercício e T a expiração.

$$call(S_0, t) = S_0 \cdot e^{-\delta \cdot (T-t)} \cdot N(d_1) - X \cdot e^{-r \cdot (T-t)} \cdot N(d_2) \quad (\text{A2})$$

$$d_1 = \frac{\ln(S_0 / X) + \left(r - \delta + \frac{\sigma^2}{2}\right) \cdot (T-t)}{\sigma \cdot \sqrt{T-t}}; \quad d_2 = \frac{\ln(S_0 / X) + \left(r - \delta - \frac{\sigma^2}{2}\right) \cdot (T-t)}{\sigma \cdot \sqrt{T-t}} \quad (\text{A3})$$

A opção americana de compra é dada pela seguinte equação:

$$C(S_0, t) = \begin{cases} call(S_0, t) + A \cdot \left(\frac{S_0}{s_t^*}\right)^\gamma & \text{se } S_0 < s_t^* \\ S_0 - X & \text{se } S_0 \geq s_t^* \end{cases} \quad (\text{A4})$$

Cujos parâmetros são definidos abaixo:

$$A = \left(\frac{s_t^*}{\gamma}\right) \left\{1 - e^{-\delta \cdot t} N(d_1(s_t^*))\right\}; \quad \gamma = \frac{\left[-(\beta - 1) + \sqrt{(\beta - 1)^2 + \frac{4\alpha}{h}}\right]}{2} \quad (\text{A5})$$

$$\alpha = \frac{2r}{\sigma^2}; \quad \beta = \frac{2(r - \delta)}{\sigma^2}; \quad h = 1 - e^{-r \cdot (T-t)}$$

e s_t^* é a solução de:

$$s_t^* - X = call(s_t^*, t) + \left\{1 - e^{-\delta \cdot (T-t)} \cdot N\left[d_1(s_t^*)\right]\right\} \frac{s_t^*}{\gamma} \quad (\text{A6})$$

3.8 Apêndice B: Probabilidade de Exercício de uma Opção Americana

Seja x o processo estocástico apresentado na Eq.(B1), onde μ é a tendência real, σ a volatilidade e dz é o processo de Wiener.

$$dx = \mu dt + \sigma dz \quad (\text{B1})$$

Conforme apresentado em Karatzas e Shreve (1991), a densidade da primeira passagem de x em t , i.e., $t = \inf \{t \geq 0, x(t) > 0\}$, é dada pela Eq.(B2).

$$\pi(t | x_0, \lambda, \sigma) = \frac{|x_0|}{\sigma \sqrt{2\pi t^3}} \exp \left[-\frac{(x_0 + \mu \cdot t)^2}{2 \cdot \sigma^2 t} \right] \quad (\text{B2})$$

Caso S siga um processo geométrico de mesmos parâmetros que Eq.(B1), prova-se através do Lema de Itô que se $x = \ln(S / s_t^*)$, x segue a seguinte equação diferencial estocástica:

$$dx = (\mu - 0.5\sigma^2) dt + \sigma dz \quad (\text{B3})$$

Portanto, a densidade da primeira passagem de S em t , i.e., $t = \inf \{t \geq 0, S(t) > s_t^*\}$, ou seja, a probabilidade da variável S ultrapassar a barreira s_t^* é dada pela Eq.(B4).

$$\pi(t | S_0, \mu, \sigma, s_t^*) = \frac{|\ln(S_0 / s_t^*)|}{\sigma \sqrt{2\pi t^3}} \exp \left[-\frac{(\ln(S_0 / s_t^*) + (\mu - 0.5\sigma^2) \cdot t)^2}{2 \cdot \sigma^2 t} \right] \quad (\text{B4})$$

A probabilidade de exercício da opção americana, ou seja, a probabilidade da variável S ultrapassar a curva de gatilho s_t^* , definida no Apêndice A, em qualquer período até a expiração da opção é dada pela Eq.(B5).

$$\int_{t=0}^T \left[\frac{|\ln(S_0 / s_t^*)|}{\sigma \sqrt{2\pi t^3}} \exp \left[-\frac{(\ln(S_0 / s_t^*) + (\mu - 0.5\sigma^2) \cdot t)^2}{2 \cdot \sigma^2 t} \right] \right] dt \quad (\text{B5})$$

3.9 Apêndice C: Indicadores de Performance em Incorporação

Os indicadores de avaliação de um empreendimento, em valor presente, estão apresentados na tabela C1.

Tabela C1 Indicadores de Performance

<i>Custo do Terreno / Receita</i>	$\leq 35\%$
<i>Custo da Construção / Receita</i>	$\leq 50\%$
<i>Receita – Despesas Totais / Receita</i>	$\geq 20\%$
<i>Lucro/ Custo do Terreno</i>	$\geq 80\%$
<i>Lucro / Despesas Totais</i>	$\geq 15\%$
<i>Área Privativa / Área Equivalente</i>	$\geq 60\%$

- **Custo do Terreno:** O terreno pode ser adquirido à vista, a prazo, permuta de unidades, permuta no local em VGV, ou em unidades fora do local. Adicionam-se as despesas inerentes ao terreno, tais como impostos (ITBI, IPTU), corretagem, demolição, infra-estrutura/ desmonte/contenção entre outras.
- **Área Equivalente:** Área de construção utilizada no cálculo do custo total de construção.
- **Área Privativa:** Área de vendas, correspondendo ao metro quadrado que o empreendedor esta vendendo.
- **Receita:** Volume Geral de Vendas (VGV). É a receita do empreendimento em valor presente. Equivale a Área Privativa multiplicada pelo preço/m², na forma de um fluxo de caixa de acordo com as *velocidades de venda* e a *tabela de vendas*. As *velocidades de venda* definem de que forma será vendido o empreendimento. Usualmente, análises de sensibilidade são realizadas em relação a estas variáveis. A *tabela de vendas* considera que os futuros compradores irão comprar as unidades parceladas. Usualmente, existem tabelas relativas ao lançamento, outra para o período entre o lançamento e o término de construção e outra para compras ao término da obra. A tabela de vendas considera a sistema de amortização *price*.
- **Custo de Construção:** Valor presente do custo total de construção, ou seja, a área equivalente de construção multiplicada pelo custo de construção/m². Além disto será considerado a taxa de administração da construtora (BDI) e eventuais despesas relativas ao projeto de arquitetura.
- **Despesas Totais:** Custos de construção adicionados às demais despesas (corretagem, publicidade, despesas legais, tributos, despesas de publicidade,

gestão entre outras).

- Lucro: Lucro Líquido de impostos, ou seja, VGV subtraído de Despesas Totais, deduzido dos impostos.
- Valor Presente Líquido: Soma dos fluxos do VGV subtraídos das Despesas Totais, descontados pelo custo de oportunidade de capital do incorporador.