

## 3. Metodologia

### 3.1. Tipo de Pesquisa

Há várias taxonomias de tipos de pesquisa, conforme os critérios dos diferentes autores. O importante é que o tipo de pesquisa seja o mais adequado ao fenômeno objeto de estudo. Para a classificação desta pesquisa foi adotada a taxonomia proposta por Vergara (1997). Segundo esta classificação, as pesquisas podem ser classificadas quanto aos fins e quanto aos meios.

Quanto aos fins, trata-se predominantemente de uma pesquisa explicativa na medida que busca esclarecer como se pode calcular o valor de projetos sob condições de incerteza utilizando a, rotulada de complexa, teoria de opções reais. A pesquisa pode ser considerada metodológica e aplicada, pois busca desenvolver modelos, instrumentos para resolução de problemas concretos. A pesquisa possui também características exploratórias em função dos poucos trabalhos realizados no Brasil sobre a utilização de opções reais na análise de empreendimentos imobiliários. Ao expor as particularidades de um determinado fenômeno, através do relato da percepção de indivíduos quanto ao meio onde trabalham e as peculiaridades inerentes a este meio, a pesquisa apresenta ainda traços descritivos.

Quanto aos meios, trata-se de uma pesquisa telematizada, em que as informações são coletadas, em sua maioria, por meio da Internet. Foi também bibliográfica, ao se apoiar em material publicado em livros e, em especial, em teses, dissertações e *papers* sobre trabalhos científicos recentes, e também de campo, pois informações foram coletadas com dirigentes e gerentes de empresas do setor imobiliário através de entrevistas informais (não gravadas).

Segundo a definição apresentada por Yin (2001), pode ser também caracterizado como um estudo de casos múltiplos, uma vez que se considera a especificidade de cada empreendimento. Yin define este tipo de estudo como uma investigação empírica que analisa um fenômeno contemporâneo em

contexto real no qual as fronteiras entre o fenômeno e o contexto não são evidentes. De acordo com Yin (2001), esse método é apropriado quando a pergunta a ser respondida reúne as seguintes características: é do tipo “qual”, “como” ou “por quê”; o investigador possui pouco controle sobre os eventos.

### **3.2. Universo e Amostra**

Convém definir o universo e amostra da pesquisa. A pesquisa utilizada na presente dissertação pode ser replicada a qualquer empreendimento imobiliário e até em outros projetos se atentadas às devidas adequações.

Para viabilizar a modelagem computacional algumas características específicas do setor em questão tiveram que ser bem entendidas e para isso foi necessária a realização de entrevistas com profissionais de empresas com larga experiência de atuação no setor, no mercado do Rio de Janeiro.

A opção por profissionais atuantes no Rio de Janeiro deu-se em função do tempo restrito para a conclusão do estudo, por limitações financeiras para a realização de viagens e, conseqüentemente, pela facilidade de acesso do pesquisador ante a necessidade da realização de entrevistas pessoais. Não obstante, considera-se o fato de que a cidade do Rio de Janeiro concentra a segunda maior força de trabalho e o segundo maior mercado econômico do país.

Os dados utilizados no modelo, tais como preços de venda e custos foram coletados através de bases de dados de mercado da zona oeste no Rio de Janeiro no período de 2002 a 2004. Foi escolhida a zona oeste por ser uma região com bairros emergentes e dentre eles a Barra da Tijuca, o bairro com o maior número de lançamentos imobiliários.

### 3.3. Coleta de Dados

A pesquisa se desdobrou em duas partes: uma qualitativa que visou o completo entendimento da mecânica do setor, e a outra quantitativa que buscou coletar dados numéricos para utilização no modelo proposto. A coleta dos dados qualitativos foi feita em campo através de entrevistas informais (não gravadas). Já a coleta dos dados quantitativos foi realizada através de pesquisa telematizada e bibliográfica e ratificada nas entrevistas realizadas com profissionais do setor.

### 3.4. O Modelo

Modelos de simulação procuram representar o mundo real com o objetivo de permitir a geração e análise de alternativas criando ambientes futuros possíveis. A construção e a execução de um modelo de simulação permite a observação da dinâmica do comportamento de um sistema sobre condições controladas. Construído cuidadosamente, um modelo de simulação realista proporciona um ambiente experimental onde observações podem ser feitas, analisando e observando testes sobre uma variação de condições assumidas. (Di Bernardi, 2002)

O modelo conserva a parte lógica do sistema real expressa por equações matemáticas, onde as variáveis representam os componentes do sistema. Os modelos podem ser determinísticos ou estocásticos, probabilísticos. O modelo determinístico é caracterizado por não possuir elementos desconhecidos ou aleatórios. Nessa dissertação considera-se que as variáveis exógenas são incertas, pois não se pode prever com exatidão que valores estas assumirão no futuro e, portanto são variáveis probabilísticas e o modelo adotado será estocástico. Os modelos podem ser estáticos ou dinâmicos, sendo que os modelos estáticos não consideram a variável tempo. Para modelagem de fenômenos financeiros utilizam-se modelos dinâmicos devido ao valor do dinheiro no tempo.

### 3.4.1.Particularidades do Setor Analisado

Para viabilizar a modelagem computacional do fenômeno estudado foi necessário entender o contexto onde este se insere. Portanto nos subitens a seguir serão apresentadas algumas características do setor e do modelo lógico matemático.

#### 3.4.1.1.Retorno de Ativos Imobiliários

O retorno esperado de um ativo imobiliário pode ser descrito como:

$$k_e = \frac{A_1}{V_0} (1 - r) + g \quad (\text{eq. 29})$$

Comparando com o retorno de uma ação o primeiro termo da expressão acima seria o dividendo esperado e o segundo termo seria a taxa de crescimento esperada ou o ganho de capital esperado.

O termo  $\frac{A_1}{V_0} (1 - r)$  na verdade é o retorno esperado com o aluguel do imóvel onde  $A_1$  é o aluguel do primeiro ano,  $V_0$  é o valor atual do imóvel e  $r$  é a taxa de vacância da unidade no período. Por exemplo, supondo que o proprietário de um apartamento cujo valor de venda seja R\$100.000,00, na data do início de um contrato de aluguel, receba R\$600,00 por mês durante o primeiro ano deste contrato e que o apartamento fique alugado todo o ano. Nessa situação o retorno esperado com o aluguel é 0,6% a.m.. Normalmente esse termo independe de benfeitorias feitas ao apartamento, pois ao se tentar aumentar a receita de aluguel através de uma melhoria feita ao imóvel, o valor deste também aumenta e o retorno esperado é o mesmo. De fato, o que determina a variação deste retorno é oferta e procura de apartamentos em uma determinada região, ou seja, em uma região onde existe uma grande demanda por aluguel de apartamentos e a oferta é escassa o retorno esperado será maior do que numa região onde exista muita vacância de apartamentos.

O termo  $g$  é a valorização do imóvel e é dado por:  $\frac{V_f - V_i}{V_i}$ ; onde  $V_i$  é o

valor do imóvel no início do período de observação e  $V_f$  é o valor do imóvel ao final deste período. O potencial de valorização de um imóvel é maior em regiões emergentes, pois com o tempo a vizinhança vai se urbanizando. Um imóvel numa rua de terra tende a se valorizar quando a rua for asfaltada. Um imóvel se valoriza quando a prefeitura investe na região através de obras de infraestrutura, escolas, transporte, etc. Quando começa a existir um público consumidor potencial, a iniciativa privada também investe na região através de supermercados, shoppings, centros empresariais, etc, e os imóveis da região se valorizam imediatamente. Já em regiões maduras o potencial de valorização é menor, pois todas as benfeitorias que a região poderia sofrer já foram feitas e já estão incorporadas nos preços de seus imóveis. Cabe observar que um imóvel também pode se desvalorizar, por exemplo, devido ao aumento da violência em determinada região e devido ao aumento de moradia irregular, favelas.

É possível enumerar os principais *drivers* de valor de um imóvel:

- Localização e Vista
- Tamanho
- Tipologia
- Acabamento (padrão), benfeitorias.
- Andar
- Idade do Imóvel
- Sol da Manhã X Sol da Tarde
- Infra-estrutura de Lazer

Dos *drivers* de valor citados, a localização é empiricamente o mais significativo. Numa região emergente, o retorno esperado da locação é baixo, uma vez, que a região está expandindo e existe uma grande oferta de imóveis e uma procura crescente, mas ainda longe da saturação. Em compensação o retorno esperado com a valorização do bem é alto, justamente porque a procura é crescente e a região está em expansão. Nessas regiões existe ainda o problema de liquidez, pois como existe grande oferta de imóveis, é possível que se demore a vender um imóvel. Já numa região madura, os imóveis têm maior liquidez e conseqüentemente um maior retorno esperado de locação, em

compensação, como dito anteriormente, o ganho de capital já estará incorporado ao preço tornando a valorização do imóvel pequena.

### 3.4.1.2.Densidade Ótima

Muitos estudos consideram que existe incerteza quanto à densidade ótima de construção. Por densidade se entende quantas unidades construir. Existiria uma densidade ótima devido ao custo de construção seguir uma função crescente e convexa. Essa premissa seria verdade de acordo com a intuição de que conforme o número de andares do prédio aumenta, o custo do trabalho por andar também aumenta e a fundação do prédio, assim como toda sua estrutura deve ser mais resistente. Assim sendo a função custo possuiria um mínimo para determinado número de unidades que maximizaria a função lucro e seria a densidade ótima.

Este trabalho, entretanto, considera um valor constante e unitário para o custo de construção de modo que sendo a margem de contribuição positiva a densidade ótima será igual a ATE (área total edificante), e não haveria incerteza quanto ao seu tamanho, somente quanto a seu uso. Esse raciocínio foi adotado, pois, no Rio de Janeiro, a ATE costuma ser o fator mais restritivo. A ATE é determinada pela legislação edilícia em vigor, e, portanto, é uma restrição, uma vez que não se permite que se construa uma área maior que esta. A margem de contribuição é dada pela expressão a seguir e um projeto é viável, se e somente se, esta expressão for positiva.

$$MC = PUV*FR - CUC - CP$$

Onde MC é margem de contribuição, PUV é o preço unitário de venda (R\$/m<sup>2</sup>), FR é um fator de redução, CUC é o custo unitário de construção e CP são custos proporcionais que são um percentual da receita tal como impostos e despesas de publicidade. PUV é determinado pelos *drivers* de valor de um imóvel descritos no item anterior. CUC (R\$/m<sup>2</sup>) é o custo orçado de construção dividido pela AEC (área equivalente de construção). No cálculo da AEC já estão ponderadas as diferenças de custo para se construir, por exemplo, um jardim descoberto e um banheiro de maneira que o custo unitário seja aplicado a uma

metragem independente de a que esta se destina. FR é um fator de redução, pois nem toda área construída é vendida, por exemplo, as áreas comuns não são vendidas, tais como corredores, elevadores, escadas, portarias e sub-solo. Assim,  $FR = AV/AEC$  e  $FR \leq 1$ , onde AV é a área a ser vendida. A margem de contribuição multiplicada pela AEC que diluirá os custos fixos, por exemplo, terreno e determinará o lucro do projeto.

$$L = MC \cdot AEC - CF$$

Para maximizar MC deve-se maximizar o fator FR e para isso deve-se ter a área de venda (AV) a maior possível em relação a AEC. A AEC também deve ser máxima de modo a diluir os custos fixos. A AV é limitada pela ATE de modo que a solução ótima da equação é dada quando  $AV = ATE$  e  $FR = 1$ .

### 3.4.1.3. Os Riscos

Em países desenvolvidos existe apenas o risco de mercado ou risco do produto e o risco financeiro, ou seja, a incorporação imobiliária é apenas uma questão de desenvolver um projeto que tenha um público alvo, uma demanda e saber casar fluxos de desembolso e desembolso. Existe crédito abundante para todas as etapas do processo, como financiamento para aquisição do terreno, financiamento para a construção, financiamento para o comprador e todos a juros baixos e prazo acima de 20 anos. Nesses países, assim como o risco é menor, o retorno também é.

Já em países emergentes, como o Brasil, além dos riscos citados no parágrafo anterior, existem ainda mais riscos e estes estão em todas as etapas do processo, como por exemplo:

- Risco de Aquisição *a Non Domini*: Em nosso país, as disputas por terras ainda são muito frequentes e, por consequência, a falsificação de títulos de propriedade não é incomum. Por esse motivo, o incorporador deve ser cauteloso e, antes de comprar as terras, deve proceder a uma pesquisa junto ao Registro de Imóveis das certidões relativas ao imóvel, além de verificar a existência de

processos judiciais que tenham como objeto de litígio as terras que pretende adquirir. Caso não realize essas etapas, o incorporador poderá ter a propriedade de suas terras recém adquiridas reivindicada por terceiro que se apresente como verdadeiro proprietário munido de justo título.

- Risco Político na Aprovação de Projeto: No Brasil, pode acontecer de se obter junto à Prefeitura licença para construir determinado empreendimento e posteriormente, em virtude de alteração da legislação pertinente, tornar-se ilegal a construção do empreendimento nos moldes em que havia sido aprovado e ser suspensa a licença. Somente quando a obra já se encontra com a primeira laje construída é que existe a segurança que não será necessária uma alteração no projeto. Ainda, os atrasos excessivos na aprovação de um projeto, podem causar prejuízos consideráveis, pois implicam na alteração de todos os cronogramas planejados. Essas dificuldades ocorrem em virtude dos interesses políticos que estão por trás da aprovação dos projetos, tanto assim é que projetos dificilmente são aprovados perto de eleições e políticos que já defenderam um projeto podem passar a criticá-lo, se mais conveniente aos seus interesses.
- Risco de crédito: O crédito é escasso e extremamente custoso tanto para o produtor quanto para o consumidor.
- Risco Econômico: Os países emergentes têm a economia muito volátil o que pode alterar abruptamente o poder de compra das pessoas e dificultar a venda de imóveis, e aumentar a inadimplência.

Estes riscos supracitados são os grandes *drivers* da incerteza em projetos de incorporação imobiliária.

#### 3.4.1.4. Os Investimentos

Na incorporação imobiliária existem dois grandes investimentos: a aquisição do terreno e a construção. Ao se usar opções reais como ferramenta de auxílio à tomada de decisão, ora se considera o custo do terreno como preço do exercício, ora se considera o custo de construção e outras vezes consideram-se os dois, como será visto mais adiante.

#### 3.4.1.5. Os Momentos

Uma outra particularidade da incorporação imobiliária é a existência de três momentos de tomada de decisão. Estes momentos freqüentemente estão espaçados temporalmente e entre um e outro surgem novas informações que cabe a gerência analisar e decidir como proceder no próximo momento. Os três momentos referidos são:

- A aquisição do terreno: Neste momento o gerente deve analisar o potencial de desenvolvimento de acordo com a legislação edilícia em vigor e atentando principalmente às características de localização e zoneamento do terreno em questão e então decidir se vale à pena comprar ou não o terreno.
- O lançamento: É também um momento de investimento quando o incorporador divulga para o público o produto que está oferecendo e os coloca à venda. Este é um momento de suma importância como tomada de decisão, pois o incorporador ao colocar à venda determinado produto está se comprometendo com as características e especificações deste produto e conseqüentemente com seus custos. Além disso, ao concretizar a venda de um imóvel sequer, o incorporador está assumindo a obrigação de entregar aquele produto com as características acordadas e prazo acordado.

- A construção: É um momento onde se começa e investir na realização das obras, ou seja, na produção. Como momento de tomada de decisão tem sua importância diminuída devido às obrigações assumidas no momento do Lançamento.

Estes momentos de tomada de decisão em tempos diferentes conferem à incorporação imobiliária um alto grau de flexibilidade gerencial.

### **3.4.2.A Modelagem**

Neste sub-item pretende-se explicar a formulação do modelo de simulação lógico-matemático. O modelo volta-se à construção do fluxo de caixa do empreendimento de investimentos imobiliários necessário para analisar a viabilidade econômica. Tem por objetivo medir o risco econômico proporcionado principalmente pela oscilação dos ingressos monetários provenientes das vendas, e dos desembolsos relativos aos custos.

O modelo recebe como parâmetros de entrada o valor esperado, na data da análise, das variáveis independentes explicitadas a baixo. Através de relações de dependência e das relações matemáticas (formulação do modelo) entre as variáveis identificadas e segundo as premissas da lei de incorporação imobiliária o modelo gera como resultado um fluxo de caixa. Este fluxo de caixa ao ser descontado permite a obtenção do VPL (valor presente líquido) do projeto, que é o passo inicial para a análise de opções reais. A formulação lógico-matemática foi implementada em planilha excel e visou ser o mais fiel possível às características do fenômeno estudado. Entretanto, toda modelagem exige simplificações devido à complexidade das relações entre as variáveis. As simplificações necessárias foram implementadas sem, contudo implicar em perda de qualidade do modelo, uma vez que uma maior riqueza de detalhes não implicaria necessariamente em resultados de melhor qualidade.

### 3.4.2.1.As Variáveis

As variáveis exógenas são as variáveis independentes e atuam sobre o sistema, mas não sendo influenciadas pelo mesmo. A relação causa e efeito segue o sentido das variáveis exógenas para o sistema. Os dados de entrada podem ser controláveis e não controláveis. Podem ainda ser tratados de duas maneiras: como parâmetros e assim determinados pelas condições do problema ou pelos agentes decisores, ou como variáveis estocásticas podendo ser geradas por distribuição de probabilidade contínua ou discreta.

As seguintes variáveis independentes foram consideradas:

- Preço de venda por m<sup>2</sup>: valor esperado e intervalo supondo distribuição triangular.
- Valor do terreno: valor esperado e intervalo supondo distribuição triangular.
- Custo de construção por m<sup>2</sup>: valor esperado e intervalo supondo distribuição triangular.
- Velocidade de venda (qual percentual vendido em cada fase da obra): Tipo 1 (50%;50%;0%;0%), Tipo 2 (35%;35%;20%;10%), Tipo 3 (25%;25%;30%;20%), Tipo 4 (25%;25%;0%;50%), Tipo 5 (15%;15%;30%;40%), Tipo 6 (10%;10%;20%;60%) onde (% lançamento; % início obra; % meio empreendimento; % chaves). A cada tipo foi arbitrada uma probabilidade de ocorrência.
- Tipo de tabela da venda (curta, longa, com repasse, etc): Tipo A (Ato + 36 mensais + 6 semestrais); Tipo B (Ato + 48 mensais + 8 semestrais); Tipo C (Ato + 60 mensais + 10 semestrais); Tipo D (Ato + 72 mensais + 12 semestrais); Tipo E (Ato + 36 mensais + 6 semestrais + Repasse); Tipo F (à vista). A cada tipo foi arbitrada uma probabilidade de ocorrência.
- Prazo para o lançamento (meses entre a compra de terreno e o lançamento): Arbitrado alguns valores e suas probabilidades
- Percentual de inadimplência: intervalo supondo distribuição uniforme.
- Taxa de juros para desconto do fluxo de caixa: valor esperado e intervalo supondo distribuição triangular.

Como variáveis dependentes, calculadas em função das variáveis independentes estão as despesas de incorporação, publicidade, corretagem, e impostos.

A taxa de juro da tabela de venda foi considerada constante por ser limitada por lei.

Cabe observar que oscilações no preço de venda e no prazo para pagamento de fato implicam em oscilações na velocidade de venda, e por isso não seriam variáveis independentes. Entretanto, por opção, estas variáveis foram adotadas como independentes, pois sua relação lógico-matemática com as outras variáveis é de difícil determinação e, também, a adoção dessas variáveis como independentes aumentam a incerteza intrínseca ao projeto e conseqüentemente aumenta o valor das opções que possam existir.

No modelo proposto todas as variáveis aleatórias estocásticas, por opção, são determinadas por distribuição de probabilidade triangular ou uniforme. O objetivo é oferecer um grau maior de incerteza aos eventos simulados no modelo. Qualquer outra distribuição de probabilidade pode ser aplicada às variáveis.

#### **3.4.2.2.O Método de Monte Carlo**

O método de Monte Carlo é a técnica de simulação que utiliza números aleatórios e distribuição estocástica de probabilidade e, portanto é adequado para problemas de base probabilística ou estocástica. O método é resolvido por um processo que procura simular o problema utilizando números denominados aleatórios ou randômicos, podendo ser gerados por computador.

As variáveis independentes apresentadas acima são incertas e, portanto não são determinísticas e sim probabilísticas, e podem ser descritas por intermédio de distribuições de probabilidades. Estas distribuições indicam as

respectivas probabilidades ou as distribuições de frequência relativa dos números aleatórios.

Portanto, o modelo de Monte Carlo simula inúmeros cenários possíveis através da geração de valores randômicos para os parâmetros de entrada de acordo com suas distribuições de probabilidade. Cada cenário desse gera um fluxo de caixa que descontado gera um VPL. Cada VPL é armazenado, de maneira que ao final de todos os cenários encontra-se inúmeros VPLs possíveis e pode-se construir a curva de distribuição de probabilidades destes VPLs.

Para se obter um resultado acurado deve-se simular tantas vezes quanto forem preciso para que a média se estabilize, ou seja, rodando-se 1000 simulações e em seguida 1500 simulações e a média variando menos que 1,5%, então 1000 simulações são suficientes.

O teorema do Limite Central garante que à medida que se aumenta o tamanho da amostra, o desvio entre o valor amostral e o verdadeiro valor do parâmetro diminui continuamente, ou seja, quanto maior o número de experimentos, mais a frequência relativa de um evento se aproxima da probabilidade teórica. As condições para validar o Teorema do Limite central é que as variáveis aleatórias sejam independentes e que nenhuma delas contribua significativamente para a soma das variâncias.

### **3.4.2.3.A Determinação da Volatilidade**

Quando o ativo subjacente a uma opção não é negociado em bolsa a volatilidade é mais difícil de ser determinada, pois ela é desconhecida e deve ser aproximada. Para opções de ações a volatilidade é o desvio padrão dos retornos da ação e isso é facilmente observável.

Em alguns casos, uma estimativa razoável da volatilidade pode ser obtida a partir das flutuações históricas dos principais produtos da empresa. No entanto, empresas com poucos dados históricos só podem estimar a volatilidade com grandes intervalos de confiança. No caso de empresas que lançam empreendimentos imobiliários, considera-se cada lançamento como um produto

diferente e dessa forma não existem dados históricos e deve-se buscar uma alternativa.

Luehrman (1998) sugere que se estime a volatilidade tendo como base dados históricos de projetos similares ou se simule a volatilidade baseada em projeções de fluxos de caixa futuros do projeto. Utilizou-se, então, a simulação de Monte Carlo para gerar diversas projeções de fluxo de caixa do projeto. Cada projeção gerou um valor para o projeto, de forma que se pôde construir uma curva de distribuição de probabilidades para o valor do projeto. De forma análoga obteve-se a curva dos retornos percentuais esperados dados pelo valor presente dos fluxos de caixa sobre o investimento inicial. Desta curva pôde-se extrair a volatilidade do projeto como sendo o desvio padrão da distribuição expresso em porcentagem.

O método utilizado para determinação da volatilidade foi o que Copeland & Antikarov (2001) chamam de “abordagem consolidada”. Considera-se que a volatilidade de um projeto não é a mesma que a volatilidade de quaisquer das variáveis independentes, nem é igual a volatilidade da empresa. O termo “abordagem consolidada” é cunhado uma vez que se gera uma única estimativa de volatilidade como resultado de muitas incertezas referentes a cada variável independente.

Para a utilização desta abordagem faz-se necessária a consideração da premissa simplificadora do modelo e importante para a validação da obtenção da volatilidade pelo método de Monte Carlo que é a independência temporal das variáveis, ou seja, o valor da variável no tempo  $t + 1$  é independente do valor da variável no tempo  $t$ .

As estimativas das incertezas individuais foram obtidas a partir da intuição da gerência. Lint & Pennings (1998) afirmam que julgamentos feitos pela administração sênior da empresa em relação à incerteza de um projeto podem ser usados. O que concorda com a metodologia empregada onde profissionais experientes no setor validaram os dados utilizados para as variáveis em questão. Foi pedido a estes executivos que fornecessem o valor esperado e o intervalo esperado para cada variável independente.

#### 3.4.2.4.O Método de Copeland & Antikarov

O método adotado nesta dissertação é o método proposto por Copeland & Antikarov (2001) que consiste em um processo de quatro etapas. O primeiro passo é uma análise do valor presente do projeto (VPL) empregando a técnica tradicional do fluxo de caixa descontado (FCD). Para isso basta a projeção do fluxo de caixa considerando o valor esperado das variáveis independentes.

O segundo passo é a modelagem da incerteza, entender como o valor presente evolui ao longo do tempo. Para isso é construída uma árvore de eventos alicerçada em um conjunto de incertezas combinadas que influenciam a volatilidade do projeto. Essa árvore de eventos não incorpora decisões ela é uma árvore binomial que objetiva modelar a incerteza que influencia o valor do ativo subjacente sujeito a risco ao longo do tempo. A partir de estimativas gerenciais para as incertezas múltiplas que influenciam o valor do projeto utiliza-se o método de Monte Carlo para combiná-las em uma única incerteza: o desvio padrão da distribuição de retornos do projeto.

O terceiro passo é a determinação das decisões gerenciais a serem tomadas nos nós da árvore de eventos para transformá-la numa árvore de decisões. Esta árvore mostra os retornos das decisões ótimas, condicionadas às situações que se apresentam, ou seja, seus retornos são os que resultariam da opção que se busca valorar.

O último passo é fazer a análise de opções reais aplicando-se a teoria de probabilidades neutras em relação ao risco e calcular o valor total do projeto incluindo suas flexibilidades. A avaliação dos retornos da árvore de decisão é feita retrospectivamente, nó a nó.

Neste trabalho fez-se a escolha de utilizar árvores binomiais de seis passos. Deste modo, nas opções estudadas os passos representam o período de tempo dado pelo tempo até o vencimento da opção dividido por seis, ou seja, uma opção de três anos tem um passo para cada semestre.