



Universidade de Brasília
Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade
Departamento de Administração

FILIFE FERRARI TOMÉ

GESTÃO DE RISCO: uso simulação para estudo de
probabilidades

Brasília – DF
2011

FILIFE FERRARI TOMÉ

GESTÃO DE RISCO: uso simulação para estudo de
probabilidades

Projeto de monografia apresentado ao Departamento de Administração como
requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Administração.

Professor Orientador: MSc. Pedro Henrique Melo Albuquerque

Brasília – DF

2011

SUMÁRIO

Conteúdo

1	INTRODUÇÃO.....	3
1.1	Formulação do problema	4
1.2	Objetivo Geral	5
1.3	Objetivos Específicos	5
1.4	Justificativa.....	6
2	REFERENCIAL TEÓRICO	7
2.1	Gestão de riscos	7
2.2	Modelagem de risco e simulação	9
2.3	Gestão de risco em projetos imobiliários.....	10
3	MÉTODOS E TÉCNICAS DE PESQUISA	12
3.1	Tipo e descrição geral da pesquisa.....	12
3.2	Caracterização da indústria da construção	12
3.3	Objeto de estudo	13
3.4	Instrumentos de pesquisa	13
3.5	Procedimentos de coleta e de análise de dados	14
4	CONCLUSÃO	18
	REFERÊNCIAS.....	19
	APÊNDICES.....	23
	Apêndice A – DADOS EMPÍRICOS	23

1 INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas o mundo passou de uma relativa escassez de informações para uma superabundância. Esta tendência foi tema de uma reportagem especial publicada pela revista britânica *The Economist* em sua edição de 25 de fevereiro de 2010, em que são citados alguns dados para contextualizar e dimensionar a questão.

Um exemplo ilustrativo é o *Sloan Digital Sky Survey*. Segundo o site do projeto na internet, trata-se de “um dos mais influentes e ambiciosos levantamentos da história da astronomia. Durante mais de oito operações (...) entre 2000 e 2008 ele obteve imagens profundas e multicoloridas cobrindo mais de um quarto do céu e criou mapas tridimensionais contendo mais de 930.000 galáxias e mais de 120.000 quasares” (SLOAN DIGITAL SKY SURVEY, 2011). Com início em 2000, seu telescópio no Novo México, EUA, coletou mais dados nas primeiras poucas semanas de funcionamento do que havia sido acumulado em toda história da astronomia. Dez anos depois, seu arquivo contém 140 *terabytes* de informação. Um sucessor, o *Large Synoptic Survey Telescope*, que deve começar a funcionar em 2016, no Chile, vai coletar esta quantidade de dados a cada cinco dias (THE ECONOMIST, 2010).

O mundo dos negócios não fica muito atrás. O *Walmart*, uma das maiores empresas e maior varejista do mundo, lida com um milhão de transações com clientes a cada hora, alimentando suas bases de dados com 2,5 *petabytes* – o equivalente a 167 vezes o conteúdo da Biblioteca do Congresso Americano, ainda segundo *The Economist*.

Com a evolução das tecnologias de computação e conexão de computadores em redes, a quantidade de dados disponíveis está crescendo exponencialmente. Existem inúmeras ferramentas para construir modelos que ajudam a dar sentido às bases de dados coletados nas operações de dia a dia, em outras palavras, separar o ruído do sinal e utilizar estes dados para obter informações e conhecimento sobre o ambiente e para agir para transformar este conhecimento em vantagem estratégica.

Dois setores fundamentais da economia foram o foco deste trabalho: a Indústria da Construção e o Sistema Financeiro. O negócio dos bancos é em essência analisar e gerir riscos, alocando recursos no sistema financeiro. O ato de equilíbrio

entre depósitos e aplicações, seus prazos e seus diferentes retornos, dados os diferentes riscos, depende de contínuo processamento de informações. O sucesso de uma instituição financeira depende de seu talento para analisar e assumir riscos. As construtoras e incorporadoras desenvolvem o ambiente urbano e criam a infraestrutura para a atividade econômica e dependem de financiamento dos bancos, dos clientes e dos fornecedores.

Primeiramente, foi feita uma exploração da pesquisa relevante com esse enfoque, nas áreas da análise de decisões, da pesquisa operacional, da análise de riscos e de modelagens probabilísticas envolvendo simulações computacionais. Depois, uma descrição do estado da arte deste campo de estudos. Segue-se uma aplicação das ferramentas selecionadas para construir um modelo de análise em torno de um empreendimento real, em execução, localizado em Águas Claras no Distrito Federal.

1.1 Formulação do problema

Como podem ser analisados os riscos envolvidos em um empreendimento? Para responder esta pergunta, este trabalho usa como pano de fundo um empreendimento imobiliário em execução no Distrito Federal. Especificando a pergunta para este caso, tem-se: “Dado o orçamento de custos do empreendimento, como se podem avaliar as probabilidades de retorno para o investimento realizado?”

A variável chave é o preço médio de venda do metro quadrado. O lucro do empreendedor depende da capacidade de vender o empreendimento por um valor superior ao que foi gasto em sua construção.

Para simplificar a questão e permitir um foco mais adequado à natureza deste trabalho, que se trata de uma pesquisa exploratória centrada no uso de ferramentas de simulação computacional, decidiu-se concentrar a questão na obtenção das probabilidades de obter-se um valor de venda adequado. Foi feita também a comparação das probabilidades de retorno positivo bem como de retorno negativo, para estimar o risco envolvido no investimento. Vários aspectos envolvidos na prática, como a velocidade de comercialização, descontos oferecidos, distribuição temporal do financiamento da construção e da venda ao cliente final, foram

excluídos para simplificar o modelo e concentrar a discussão em torno da metodologia de modelagem.

1.2 Objetivo Geral

Este projeto de pesquisa buscou levantar o estado da arte da análise de riscos e descrever as ferramentas principais para construção de cenários de decisão, para subsidiar a seleção da abordagem mais adequada a uma situação concreta proposta: um empreendimento imobiliário que está sendo executado no Distrito Federal por uma Sociedade de Propósito Específico que prefere permanecer anônima.

Um modelo financeiro do projeto será construído utilizando informações fornecidas por um consultor envolvido diretamente com o projeto e com informações levantadas junto a corretores de todo o Distrito Federal para simulação da distribuição das probabilidades de retorno, de maneira a estimar o impacto dos riscos envolvidos no projeto.

1.3 Objetivos Específicos

O desenvolvimento deste trabalho e seu objetivo principal – a exploração de métodos de análise de risco com apoio de simulação computacional – se desdobra nos seguintes objetivos específicos:

- a) Levantar da pesquisa relevante sobre o tema.
- b) Estudar do uso de simulação para análise de riscos.
- c) Coletar e análise de dados empíricos.
- d) Calcular o valor esperado do empreendimento em função das probabilidades observadas de venda e não venda

1.4 Justificativa

Os exemplos citados na introdução ilustram a importância que a análise de informações está adquirindo para a humanidade e na paisagem competitiva das empresas.

Por isso o desenvolvimento de profissionais preparados para entender e abordar estas questões complexas munidos das melhores ferramentas de análises se faz necessário para ajudar as empresas a criar e manter vantagem competitiva em um mundo que muda cada vez mais rápido.

Um levantamento recente da pesquisa na área demonstra que, apesar do enorme risco envolvendo projetos imobiliários, já que enquanto alguns geram enormes retornos outros se estagnam e destroem enormes quantidades de capital, não há métodos práticos que superem em uso prático a tradicional e limitada técnica dos fluxos de caixa descontados (GIMPELEVICH, 2010). Existem técnicas que aplicam modelagem estocástica para análise de riscos, mas a complexidade dos métodos limita sua aplicação prática (GIMPELEVICH, 2010). Ainda segundo Gimpelevich, “O que é preciso é uma maneira de pesar os retornos esperados no contexto do risco de um projeto específico”.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Gestão de riscos

Durante o levantamento de referencial bibliográfico para a elaboração deste trabalho, foi evidenciada uma escassez de artigos tratando o risco e a gestão de riscos de maneira mais geral. Em todos os artigos revisados ambos os conceitos são tratados como se fossem auto-evidentes e consensuais, o que nem sempre é verdade.

Na história da Sociedade para Análise de Riscos um episódio ilustra a questão. Esta instituição é uma organização multidisciplinar, acadêmica e internacional que fornece um fórum aberto para todos aqueles interessados na análise de riscos, o que inclui numa definição ampla a avaliação, caracterização, comunicação, gestão e criação de políticas relacionadas ao risco, no contexto de riscos que concernem aos indivíduos, ao público e a organizações do setor privado, e à sociedade no nível local, regional, nacional ou global (*Society for Risk Analysis*, 2011). Quando ela foi criada, se estabeleceu um comitê para definir 'risco'. Depois de quatro anos de trabalho o comitê desistiu, relatando que seria melhor não buscar uma definição geral e que cada trabalho deve oferecer sua definição contingente (KAPLAN, 1997).

Em um trabalho anterior, Kaplan (1981) afirma que “muitos tipos de riscos são discutidos: risco de negócio; risco social; risco econômico; risco de segurança; risco de investimento; risco militar; risco político; etc.” Por isso o autor destaca a importância de se distinguir os conceitos que usamos para tratar de situações incertas. Risco pode ser definido como um amálgama de incerteza e danos (KAPLAN; GARRICK, 1981).

Ainda segundo Kaplan e Garrick (1981), o risco depende também do observador “Quantitativamente, risco depende do que você sabe e do que você não sabe.” Como afirma DeMorgan apud Kaplan e Garrick (1981), “Por grau de probabilidade, nós realmente queremos dizer, ou deveríamos querer dizer, o grau de convicção (...) e convicção é apenas outro nome para conhecimento imperfeito”. Neste trabalho foi adotada a definição de risco usada por Dawson e Hall (2006): uma função de probabilidade e consequências. Risco está associado com perdas não desejadas,

qualquer que seja a área de interesse, ou seja, conseqüências negativas não esperadas e incerteza, e independente do processo usado para gerir estes riscos deve haver técnicas para avaliar as probabilidades de ocorrência e a seriedade das consequências (TUMMALA; SCHOENHERR, 2011).

A gestão estratégica de uma empresa envolve inúmeras variáveis interagindo de maneira complexa para afetar o desempenho. Muitos deles são qualitativos e não podem ser representados adequadamente em modelos puramente financeiros. Para uma avaliação das diversas dimensões do problema, devem-se utilizar métodos de decisão multicriteriais (KIMURA; SUEN, 2003). A avaliação dos múltiplos aspectos identificados pela sua importância relativa na questão analisada, sustentada por métodos quantitativos e procedimentos matemáticos, permite a extração informações de aspectos qualitativos de maneira a manter a coerência quantitativa necessária (KIMURA; SUEN, 2002). Quando comparamos diversas possibilidades em um processo decisório, devemos atentar para a impossibilidade de comparar riscos linearmente. Segundo Kaplan e Garrick (1981:24), “Não se pode falar de riscos em isolamento. Deve-se adotar um ponto de vista da teoria das decisões e se perguntar: ‘Quais são minhas opções? Quais são os custos, benefícios e riscos de cada?’”

Análises e quantificação de riscos dão suporte a processos decisórios contextualizados que envolvem diferentes riscos, custos e retornos, e risco aceitável será sempre aquele que se associa a uma decisão otimizada para todas essas dimensões, e todos os outros riscos serão considerados inaceitáveis (KAPLAN; GARRICK, 1981).

A relação entre risco e retorno deve seguir a estratégia da empresa e sua tolerância ou aversão a riscos. Maiores riscos apenas serão assumidos se houver expectativa de maiores retornos, e maior aversão a riscos determina para a empresa a busca de maiores retornos para os mesmos níveis de risco (HUFFMAN, 2002). Cada investidor apresenta um nível de ‘apetite por risco’, que define quanto risco ele tolera na esperança de obter um retorno esperado, e este apetite por risco influencia o prêmio pelo risco que se espera obter por investir no ativo mais arriscado (HUI; WANG; ZHENG, 2010).

2.2 Modelagem de risco e simulação

A análise matemática cria restrições que muitas vezes dificultam sua aplicação prática. O uso de modelos matemáticos para resolver problemas práticos e bem definidos de gestão conta com uma literatura sólida na área de pesquisa operacional. No entanto há uma tendência para o afastamento de questões práticas de interesse para as empresas e um aprofundamento em meandros matemáticos abstratos (WILLIAMS, 2003).

O empreendimento acadêmico da gestão de riscos por meio de modelagem de riscos tem se fundamentado na sua relação com problemas práticos e no uso pelos gestores financeiros de uma classe de modelos chamada *Value at Risk* (FARID; MEYBODI; MIRFAKHRADDINY, 2010), que consiste na estimativa de quanto se pode perder dado um horizonte temporal e um nível de confiança, por exemplo, 95% de confiança para um horizonte de um dia (MANCINI; TROJANI, 2011). É a medida mais utilizada na prática pela indústria financeira (ENGLE, 2011).

Segundo Gimpelevich (2010), esta abordagem se limita à análise de riscos de mercado para portfólios diversificados, o que impede sua utilização para avaliação do investimento em um único projeto. Outra medida financeira comum é o índice de Sharpe, que possui duas limitações importantes: em primeiro lugar, define risco em termos de volatilidade medida como desvio padrão dos retornos esperados, juntando variações negativas, indesejáveis, com variações positivas, desejáveis, distorcendo a métrica; e em segundo lugar, mede a volatilidade relativa com um índice, enquanto para uma decisão de investir ou não em um empreendimento imobiliário importa mais o risco absoluto, pois investimento direto em um projeto imobiliário é essencialmente não diversificável (GIMPELEVICH, 2010). Ambas abordagens baseiam a análise de riscos na volatilidade dos retornos (ENGLE, 2011).

O uso de ferramentas de modelagem para avaliar a crescente incerteza a que as empresas se expõem em seus projetos de investimento, como a técnica de Monte Carlo, permite que se estude a distribuição de variáveis chave, como o Valor Presente Líquido e a Taxa Interna de Retorno, para diferentes combinações de probabilidades atribuídas (SALLES, 2004).

A simulação é uma abordagem recorrente na análise de probabilidades. Os artigos estudados apontaram para o uso do método de Monte Carlo como um padrão útil para superar as limitações de projeções deterministas (FARNCOMBE; WALLER, 2007; OLSON; WU, 2011; HOESLI; JANI; BENDER, 2005, FARID; MEYBODI; MIRFAKHRADDINY, 2010).

O método de Monte Carlo consiste na simulação de resultados probabilísticos por computador, no qual um programa gera séries de números para o estudo da distribuição das probabilidades e foi criado na década de 1940, quando o surgimento do primeiro computador eletrônico permitiu um avanço significativo na modelagem de sistemas complexos. A primeira utilização do método foi na física experimental, quando a necessidade de computar grandes quantidades de variáveis estocásticas para simulação de explosões nucleares levou à criação de um método que permitia que várias rodadas simuladas de variáveis probabilísticas fossem combinadas para avaliação de distribuição das variáveis de saída. A natureza probabilística do modelo levou ao nome Monte Carlo, uma área do principado de Mônaco conhecida por seu cassino (METROPOLIS, 1987).

Este método de simulação já foi utilizado em problemas de medicina, química, astronomia e agricultura, por exemplo, e em finanças para precificar derivativos, prever preços de ações ou taxas de juros (HOESLI; JANI; BENDER, 2005).

2.3 Gestão de risco em projetos imobiliários

Uma revisão da literatura das últimas três décadas sugere que a gestão de investimento em empreendimentos imobiliários pode se beneficiar de um processo bem conduzido de gestão de riscos (WOOD; ELLIS, 2003). O setor imobiliário esteve relacionado significativamente com várias crises do sistema financeiro nos últimos 50 anos e a volatilidade dos preços de imóveis influencia a volatilidade dos preços no mercado financeiro todo, e esta volatilidade está no centro da criação de turbulência no mercado, ou seja, no aumento da incerteza (CHEONG; OLSHANSKY; ZURBRUEGG, 2010).

Apesar da lenta adoção histórica de métodos de modelagem de risco financeiro por parte de desenvolvedores de projetos imobiliários, o aumento na presença de

investidores institucionais tem levado ao uso de métodos rudimentares, como fluxos de caixa descontados, mas ainda é comum que projetos sejam aprovados com base em cálculos superficiais mais fundamentados nas intuições dos decisores (GIMPELEVICH, 2010). O problema com o método dos fluxos de caixa descontados é sua natureza determinística: não se leva em conta a variabilidade possível nos valores das entradas em caixa futuras, o que pode ser abordado com o uso do método de Monte Carlo (HOESLI; JANI; BENDER, 2005).

Para avaliar o valor de um empreendimento imobiliário, o preço pelo qual se pode vendê-lo no mercado pode ser estimado, ao considerar-se a probabilidade de vendê-lo pode-se calcular o seu valor para um investidor, em termos do retorno esperado (FRENCH, 2006).

3 MÉTODOS E TÉCNICAS DE PESQUISA

3.1 Tipo e descrição geral da pesquisa

Este trabalho se caracteriza como exploratório, pois visa identificar métodos e ferramentas de gestão de risco, em especial a modelagem e simulação assistida por computador seguindo o método de Monte Carlo. Várias simplificações foram introduzidas na análise da questão, para permitir o foco no objetivo estipulado pelo autor, a introdução à técnica de simulação computacional para avaliação de distribuição de probabilidades de retorno.

3.2 Caracterização da indústria da construção

Este estudo focou na indústria da construção, um setor fundamental para a economia, sendo responsável pelo desenvolvimento urbano e pela criação da infraestrutura da qual dependem todas as outras atividades econômicas. Apresenta cerca de 60 mil empresas ativas e mais de dois milhões de pessoas ocupadas, e uma receita operacional líquida perto dos 190 bilhões de reais (IBGE, 2009). A cadeia produtiva do setor inclui empresas diversas entre as quais podemos citar as cinco mais representativas: siderurgia, cimento, produtos cerâmicos, produtos de concreto, cimento e fibrocimento e máquinas e equipamentos para construção (FGV; ABRAMAT, 2007)

Em 2010 a indústria da construção representou 8,1% do PIB brasileiro, um total de aproximadamente 297,6 bilhões de reais e o PIB da construção civil cresceu 22,3% entre 2009 e 2010 (FGV, 2011b). A crise de 2008-2009 se refletiu na indústria da construção, e causou desaceleração no crescimento do setor (FGV, 2011a)

Os dados mais recentes disponíveis para a questão do déficit habitacional, publicadas em 2008 pelo Ministério das Cidades, indica uma lacuna de 5,546 milhões de habitações, dos quais 83,5% nas áreas urbanas. A região onde mais faltam habitações é o Sudeste, com 36,9% do total, seguido do Nordeste, com 35,1% do total (MCIDADES, 2008). Esta questão representa ao mesmo tempo um

desafio para a indústria da construção e uma oportunidade de crescimento, se forem superadas as dificuldades de financiamento envolvidas.

Segundo Gimpelevich (2010), o setor demonstra uma lenta adoção de novas ferramentas análise financeira e muitos empreendimentos são decididos com base no fluxo de caixa descontado. Esta projeção pontual para o valor presente líquido não permite uma análise adequada dos riscos, por excluir a variabilidade na distribuição das entradas de caixa esperadas. (GIMPELEVICH, 2010; HOESLI; JANI; BENDER, 2005)

No que concerne à modelagem de riscos, a indústria da construção enfrenta principalmente riscos de engenharia e riscos de investimento (REZLER; VIEIRA; CORSO, 2009). Neste trabalho apenas os riscos de investimento serão considerados.

3.3 Objeto de estudo

Um empreendimento imobiliário localizado no sul de Águas Claras serve como cenário para o estudo da simulação computacional de probabilidades seguindo o método de Monte Carlo, que consiste na geração de séries de distribuições numéricas dadas as probabilidades empíricas para avaliar o retorno esperado para o investimento realizado.

3.4 Instrumentos de pesquisa

Para processamento dos dados foi utilizado o Excel e, para modelagem estatística, o RStudio. As cotações amostradas para o preço médio de venda do metro quadrado para o tipo de empreendimento selecionado na região onde ele se encontra foram tabuladas em planilha eletrônica e analisadas pelo Excel para obter-se a média e o desvio padrão. Estas informações foram utilizadas para construção de um modelo no RStudio, que foi programado para gerar uma amostra seguindo o método de simulação de Monte Carlo e foram simulados dez mil valores para a variável estudada, o preço médio de venda do metro quadrado. Posteriormente foi

gerada uma distribuição das probabilidades de obtenção dos preços médios na venda do imóvel e esta distribuição foi então utilizada para estimar o retorno esperado.

3.5 Procedimentos de coleta e de análise de dados

Foi realizado um levantamento junto a corretores de imóveis do valor esperado para venda das unidades residenciais do empreendimento em questão. Os valores obtidos foram usados então para modelar a distribuição das probabilidades para o preço médio de venda.

O valor médio de comercialização do metro quadrado para empreendimentos similares foi obtido levantando opiniões de especialistas e dados do mercado imobiliário regional. O valor do preço de venda para o cliente final não será embolsado integralmente pelo financiador do projeto. A distribuição temporal do fluxo de caixa, os descontos dados, taxas de inadimplência e outros fatores influenciam qual parcela do valor de venda final representa uma variação no valor presente líquido do valor investido. Foi escolhido um valor de 40% para representar esta proporção. Como o objetivo é comparar o impacto do uso da simulação, esta proporção arbitrária é de importância menor. A distribuição dos preços esperados de venda foi confrontada com os custos do projeto para avaliar a probabilidade de venda.

Para conduzir a simulação, foi adotada a distribuição t de Student por se tratar de uma amostra relativamente pequena, de apenas 51 cotações válidas. Com esta distribuição cada valor para preço médio de venda do metro quadrado é função da variável simulada (Valor) do qual se subtrai a média das cotações obtidas e se divide pelo desvio padrão da amostra de cotações:

$$Valor_t = \frac{Valor - Média}{Desvio Padrão} (1)$$

Foi gerada então uma amostra de dez mil números aleatórios ($Valor_t$) que, invertendo-se a fórmula anterior, foi multiplicado pelo desvio padrão e somado à média da amostra das cotações. Assim foi obtida a distribuição de probabilidades de preço de venda médio ($Valor$) que se espera obter com a comercialização das unidades do empreendimento.

$$Valor_t \times Desvio\ Padr\tilde{a}o + M\acute{e}dia = Valor \quad (2)$$

Empiricamente, o custo do metro quadrado do empreendimento é R\$1714,53. A média das cotações levantadas é R\$2140,00 com desvio padrão de R\$340,86. Ao calcular o retorno do investimento assumindo venda completa do prédio pela média de preços, obtemos R\$ 16.948.800,00 e um retorno de 24,82% sobre o investimento de R\$ 13.579.056,67 que equivale ao custo do prédio.

Este retorno não considera a distribuição de probabilidades de preços médios de venda. Ao simular uma distribuição dos preços de venda em relação à probabilidade de venda obtém-se uma distribuição de probabilidades, conforme pode ser visualizado no gráfico a seguir. No eixo das abscissas temos os preços de venda e no eixo das ordenadas temos a frequência obtida na simulação para a

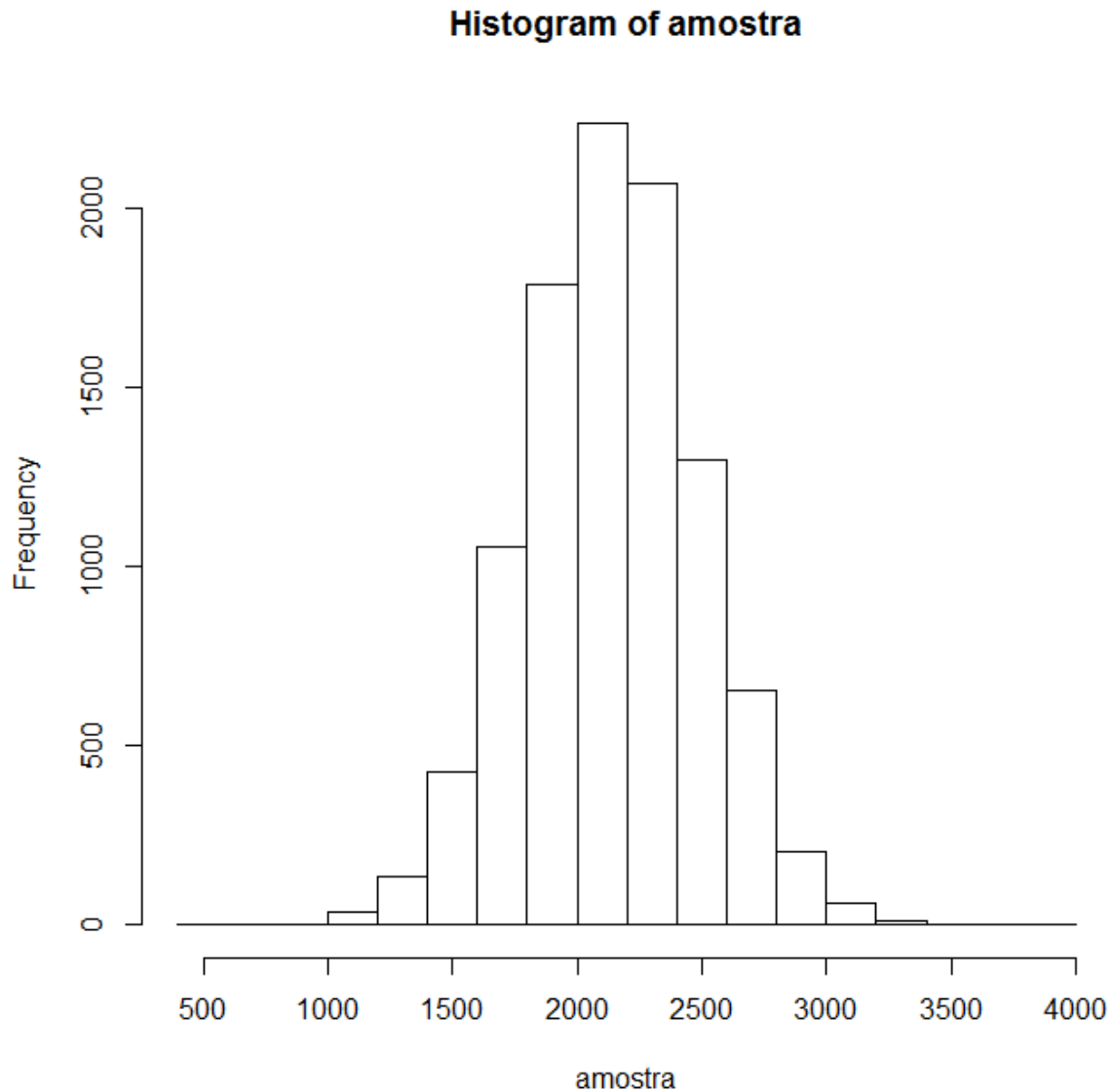


Figura 1 – Distribuição das probabilidades para os preços médios de venda

A probabilidade de venda ao valor médio das cotações levantadas, segundo a distribuição acima, é de 89,12%. Este dado foi então utilizado para estimar o valor esperado para o empreendimento como uma função das probabilidades dos valores possíveis no contexto do modelo (venda ou não venda completa) multiplicando-se o valor total de venda, de R\$ 16.948.800,00 pela probabilidade de venda a este preço, enquanto a probabilidade de não venda (100%-89,12%=10,88%) foi multiplicada pelo custo do empreendimento, que ficou em R\$ 13.579.056,67:

$$P(\text{Venda}) \times \text{Valor total de venda} + P(\text{não venda}) \times \text{Custo do empreendimento} \quad (3)$$

O resultado de R\$ 13.626.624,31 significa um retorno de 0,35% sobre o investimento inicial.

4 CONCLUSÃO

No levantamento bibliográfico ficou evidente a dificuldade de analisar e conseqüentemente gerir riscos. A própria definição do conceito é elusiva e depende do contexto. No entanto o assunto é de suma importância ao considera-se as crescentes mudanças e incertezas que enfrentamos com um mundo cuja população e conectividade atingem níveis sem precedentes. Uma quantidade também sem comparação de informação está se tornando disponível para tomadores de decisões, e o excesso de dados pode ser tão ou mais danoso que a falta deles, pois leva à falsa confiança e distorções.

A boa notícia é que esta torrente de dados é gerada pelas mesmas tecnologias e ferramenta que se podem utilizar para processar e fazer emergir sentido do aparente caos. A simples planilha eletrônica tirou a estatística e a modelagem quantitativa do domínio de profissionais especializados e trouxe para os gerentes de linha, mais próximo das decisões de dia a dia. A inovação também permitiu que quantidades muito maiores de dados fossem utilizadas e transformadas em informação, o que levaria tempo demais com lápis, papel e calculadora manual.

A simulação computacional, tema central deste trabalho, só é acessível graças ao advento do computador pessoal. Na época do surgimento do método de Monte Carlo, ele estava ao alcance apenas de instituições com vastos recursos, capazes de adquirir os *mainframes* capazes de produzir resultados. Hoje esta simulação foi possível com uso de *software* livre em um computador pessoal comum.

Os resultados obtidos demonstram a relevância da modelagem de probabilidades para analisar decisões de investimento. No caso analisado a diferença entre o retorno obtido assumindo venda total do empreendimento e o retorno esperado segundo as diferenças de probabilidade foi de 98,6%, uma diferença significativa que pode ter impactos expressivos.

Para posteriores pesquisas recomenda-se um aprofundamento nas conseqüências destas diferenças. Por exemplo, se for considerado um longo prazo para o financiamento das vendas, será que a diferença pode significar prejuízo? Se for o caso, o uso de modelagem de probabilidades é uma maneira de evitar uma decisão ruim, que de outra maneira parece perfeitamente adequada.

REFERÊNCIAS

CHEONG, Chee Seng; OLSHANSKY, Anna; ZURBRUEGG, Ralf. The influence of real estate risk on market volatility. **Journal Of Property Investment & Finance**, v. 29, n. 2, p.145-166, 2011.

DAWSON, Richard; HALL, Jim. Adaptive Importance Sampling for Risk Analysis of Complex Infrastructure Systems. **Proceedings: Mathematical, Physical And Engineering Sciences**, Londres, v. 462, n. 2075, p.3343-3362, 8 nov. 2006.

ENGLE, Robert. Long-Term Skewness and Systemic Risk. **Journal of Financial Econometrics**, Oxford, v. 9, n. 3, p.437-468, 2011.

FARID, Darush; MEYBODI, Alireza Rajabipoor; MIRFAKHRADDINY, Seyed Heydar. Investment risk management in Tehran Stock Exchange (TSE) using technique of Monte Carlo Simulation (MCS). **Journal of Financial Crime**, v. 17, n. 2, p.265-278, 2010.

FARNCOMBE, Martin; WALLER, Andrew. Using simulation to optimise renting and space planning decisions. **Journal of Corporate Real Estate**, v. 9, n. 3, p.156-167, 2007.

FGV. **Análise Setorial Abrammat**. Setembro, 2011. Disponível em: <http://www.abramat.org.br/files/Boletim%20Abramat%20set_2011%20corrigido.pdf>. Acesso em: 7 dez. 2011.

FGV. **Perfil da Cadeia Produtiva da Construção e da Indústria de Materiais e Equipamentos**. Disponível em: <http://www.abramat.org.br/files/cadeia_produtiva_2011.pdf>. Acesso em: 7 dez. 2011.

FLYBJERG, Bent. From Nobel Prize to Project Management: Getting Risks Right. **Project Management Journal**, v. 37, n. 3, p.5-15, 2006.

FRENCH, Nick. Value and worth: scenario analysis. **Journal of Property Investment & Finance**, v. 24, n. 2, p.176-179, 2006.

GIMPLELEVICH, David. Simulation-based excess return model for real estate development. **Journal of Property Investment & Finance**, v. 29, n. 2, p.115-144, 2011.

HOESLI, Martin; JANI, Elion; BENDER, André. Monte Carlo simulations for real estate valuation. **Journal of Property Investment & Finance**, v. 24, n. 2, p.102-122, 2010.

HUFFMAN, Forrest E.. Corporate real estate risk management and assessment. **Journal of Corporate Real Estate**, Londres, v. 5, n. 1, p.31-41, 2002.

HUI, Eddie; WANG, Hui; ZHENG, Xian. Risk appetite of real estate and property security markets: an empirical study of Hong Kong. **Journal of Property Investment & Finance**, v. 28, n. 6, p.420-433, 2010.

IBGE. **Pesquisa Anual da Indústria da Construção 2009**. Disponível em: <<http://www.cbicdados.com.br/files/pesquisa/2009/paic2009.pdf>>. Acesso em: 12 out. 2011.

KAHNEMAN, Daniel; TVERSKY, Amos. Prospect Theory: an Analysis of Decision Under Risk. **Econometrica**, Nova Iorque, v. 47, n. 2, p.263-292, mar. 1979.

KAPLAN, Stanley; GARRICK, B John. On The Quantitative Definition of Risk. **Risk Analysis**, Mclean, v. 1, n. 1, p.11-27, 1981.

KAPLAN, Stanley. The Words of Risk Analysis. **Risk Analysis**, Mclean, v. 4, n. 17, p.407-417, 1997.

KIMURA, Herbert; SUEN, Alberto Sanyuan. Ferramentas de Análise Gerencial Baseadas em Modelos de Decisão Multicriteriais. **Rae-eletrônica**, São Paulo, v. 2, n. 1, p.1-16, 2003. Disponível em: <<http://redalyc.uaemex.mx/src/inicio/ForazarDescargaArchivo.jsp?cvRev=2051&cvAr>

t=205118044008&nombre=FERRAMENTAS%20DE%20AN%C1LISE%20GERENCI
AL%20BASEADAS%20EM%20MODELOS%20DE%20DECIS%C3O%20MULTICRI
TERIAIS>. Acesso em: 10 out. 2011.

KIMURA, Herbert. Ferramentas de Análise de Riscos em Estratégias
Empresariais. **Rae-eletrônica**, São Paulo, v. 1, n. 2, p.3-13, 2003. Disponível em:
<<http://www.scielo.br/pdf/raeel/v1n2/v1n2a18.pdf>>. Acesso em: 10 out. 2011.

MANCINI, Lorian; TROJANI, Fabio. Robust Value at Risk Prediction. **Journal of
Financial Econometrics**, Oxford, v. 9, n. 2, p.281-313, 2011.

MCIDADES. **Déficit Habitacional no Brasil 2008**. Disponível em:
<[http://www.cidades.gov.br/images/stories/ArquivosSNH/ArquivosPDF/DHB_2008_Fi
nal_2011.pdf](http://www.cidades.gov.br/images/stories/ArquivosSNH/ArquivosPDF/DHB_2008_Final_2011.pdf)>. Acesso em: 7 dez. 2011.

METROPOLIS, N.. The Beginning of the Monte Carlo Method. **Los Alamos Science**,
Los Alamos, v. 15, p.125-130, 1987.

OLSON, David L.; WU, Desheng. Risk management models for supply chain: a
scenario analysis of outsourcing to China. **Supply Chain Management: An
International Journal**, v. 16, n. 6, p.407-408, 2011.

REZLER, Gustavo; VIEIRA, Wesley; CORSO, Jansen Maia Del. Mensuração do
Risco de um Projeto de Base Imobiliária a Partir do Cash Flow at Risk. **Revista de
Negócios**, Blumenau, v. 14, n. 3, p.88-104, 2009.

SALLES, Ana Claudia Nioac de. **Metodologia de Análise de Risco para Avaliação
Financeira de Projetos de Geração Eólica**. 2004. 83 f. Tese (Mestrado) -
Departamento de Coppe, UFRJ, Rio de Janeiro, 2004.

SLOAN DIGITAL SKY SURVEY. **The Sloan Digital Sky Survey**: Mapping the Sky.
Disponível em: <<http://www.sdss.org/>>. Acesso em: 10 out. 2011.

SOCIETY FOR RISK ANALYSIS. **About the Society for Risk Analysis**. Disponível
em: <<http://www.sra.org/about.php>>. Acesso em: 27 out. 2011.

THE Data Deluge **The Economist**, Londres, 25 fev. 2010. Disponível em:
<<http://www.economist.com/node/15579717>>. Acesso em: 10 out. 2011.

TUMMALA, Rao; SCHOENHERR, Tobias. Assessing and managing risks using the Supply Chain Risk Management Process (SCRMP). **Supply Chain Management: An International Journal**, v. 16, n. 6, p.474-483, 2011.

WILLIAMS, Terry. The contribution of mathematical modelling to the practice of project management. **Journal of Management Mathematics**, Oxford, v. 14, n. 1, p.3-30, 2003.

WOOD, Gerard D.; ELLIS, Robert C. T.. Risk management practices of leading UK cost consultants. **Engineering, Construction and Architectural Management**, v. 10, n. 4, p.254-262, 2010.

APÊNDICES

Apêndice A – DADOS EMPÍRICOS

Cotações obtidas na Internet

Empresa	CRECI	Preço	Área (m²)	Garagem?
		R\$		
Faenge Imóveis	16004	6.223,00	39	S
		R\$		
Samir Corretor de Imóveis	17063	6.160,00	51	S
		R\$		
Fábio S Lemos Negócios Imobiliários	11576	5.970,00	39	S
		R\$		
Acontece Imobiliária	4996	6.061,00	33	S
		R\$		
Acontece Imobiliária	4996	5.735,00	34	S
		R\$		
Leandro D'Oliveira Corretor de Imóveis	14092	5.938,00	32	S
Multivendas Empreendimentos Imobiliários LTDA	6735	5.441,00	34	S
		R\$		
Three Way Imobiliária	9682	4.865,00	37	N
		R\$		
RC Líder Imóveis	10658	6.667,00	27	S
		R\$		
Andrea Vieira & Rivaroli Escritório Imobiliário	10193	5.481,00	32	S
		R\$		
Sales Corretor de Imóveis	12059	6.250,00	28	S
		R\$		
Andrea Vieira & Rivaroli Escritório Imobiliário	10193	4.730,00	37	S
		R\$		
Igor Fonseca	9815	5.447,00	32	S
		R\$		
Simone Coelo Corretora de Imóveis	13374	4.595,00	37	S
		R\$		
Andrea Vieira & Rivaroli Escritório Imobiliário	10193	4.514,00	37	S
		R\$		
Ivan Raffagnato Corretor de Imóveis	11394	5.343,00	31	S
		R\$		
Ivan Raffagnato Corretor de Imóveis	11394	5.521,00	30	S

		R\$		
Ivan Raffagnato Corretor de Imóveis	11394	5.521,00	30	S
		R\$		
Achouseuimovel.com.br	17606	5.893,00	28	S
		R\$		
Santos Corretor	10534	5.500,00	30	S
		R\$		
S&F Imobiliária	7057	5.400,00	30	S
		R\$		
Leila Imóveis	14797	6.000,00	27	S
		R\$		
Aliança Imóveis	1695	5.333,00	30	S
		R\$		
Beiramar Imóveis	3716	5.517,00	29	S
		R\$		
Capone Negócios Imobiliários	10571	4.969,00	32	S
		R\$		
Públio Imóveis	4927	4.198,00	37	S
		R\$		
Juca de Oliveira Imóveis	9693	5.357,00	28	S
		R\$		
COEMI Imóveis	3545	4.286,00	35	S
		R\$		
Ramos Correa - Negócios Imobiliários	9936	4.867,00	30	N
		R\$		
Ramos Correa - Negócios Imobiliários	9936	5.179,00	28	S
		R\$		
Three Way Imobiliária	9682	4.057,00	35	S
		R\$		
Janio Sousa Corretor de Imóveis	13933	3.857,00	35	S
		R\$		
Acontece Imobiliária	4996	5.192,00	26	2
		R\$		
Alamo Corretora de Imóveis	8136	3.824,00	34	S
		R\$		
Leopoldo Nascimento Emp. Imob.	5936	3.714,00	35	S
		R\$		
Ramos Correa - Negócios Imobiliários	9936	3.714,00	35	S
		R\$		
Ferraz Consultoria Imobiliária	8898	3.571,00	35	S
		R\$		
Fábio S Lemos Negócios Imobiliários	11576	3.676,00	34	N
		R\$		
Amanda Freitas Corretora de Imóveis	13924	5.000,00	25	S
		R\$		
Fábio S Lemos Negócios Imobiliários	11576	3.367,00	30	N
Jacqueline Abu - Corretora de Imóveis	17222	R\$	40	S

		3.126,00	
		R\$	
Brasília Imóveis	13413	4.942,00	42 S
		R\$	
Top Imobiliária	15806	5.824,00	34 S
		R\$	
Top Imobiliária	15806	5.676,00	34 S
		R\$	
Andrea Vieira & Rivaroli Escritório Imobiliário	10193	3.429,00	35 N

Cotações obtidas com Corretores entrevistados

Nome	CRECI	Estimativa (R\$/m²)
Elbania Régia Alves Bezerra	14682	R\$ 6.000,00
Thiago Pontes Marra	10009	R\$ 6.600,00
Aldenor Rocha da Silveira	9564	R\$ 4.700,00
Edvaldo S Caralho	10466	R\$ 6.500,00
André	13882	R\$ 5.500,00
Benedito B Madeiro	16584	R\$ 6.200,00
Antônio Carlos C Botelho	9147	R\$ 4.000,00
Carla Culha	11157	R\$ 5.000,00
Lízia Maria Giannetti	8059	R\$ 5.150,00
Eduardo Rodrigues Leitão	10797	R\$ 5.500,00
Victor Hugo	16698	R\$ 5.000,00
Raiane Natalini	10075	R\$ 4.300,00
Ana Amélia	11335	R\$ 5.000,00
Pedro Correia Lima Jr	12095	R\$ 4.000,00
Graciele Neiva Machado	10470	R\$ 4.500,00

Retorno:

Custo total	R\$ 13.579.056,67	
Área útil	7920	
Valor por metro quadrado	R\$ 1.714,53	R\$ 2.140,00
Valor presente líquido		R\$ 16.948.800,00
Retorno		24,82%
	Probabilidade de venda	de Probabilidade de não venda
Valor presente líquido esperado	0,8911756	0,1088244
	R\$ 13.626.624,31	
Retorno esperado		0,35%

Cotações válidas

R\$ 6.223,00
R\$ 6.160,00
R\$ 5.970,00
R\$ 6.061,00
R\$ 5.735,00
R\$ 5.938,00
R\$ 5.441,00
R\$ 6.667,00
R\$ 5.481,00
R\$ 6.250,00
R\$ 4.730,00
R\$ 5.447,00
R\$ 4.595,00
R\$ 4.514,00
R\$ 5.343,00
R\$ 5.521,00
R\$ 5.521,00
R\$ 5.893,00
R\$ 5.500,00
R\$ 5.400,00
R\$ 6.000,00
R\$ 5.333,00
R\$ 5.517,00
R\$ 4.969,00
R\$ 4.198,00
R\$ 5.357,00
R\$ 4.286,00
R\$ 5.179,00
R\$ 4.057,00
R\$ 3.857,00
R\$ 3.824,00
R\$ 3.714,00
R\$ 3.714,00
R\$ 3.571,00
R\$ 5.000,00
R\$ 3.126,00
R\$ 4.942,00
R\$ 5.824,00
R\$ 5.676,00
R\$ 6.000,00
R\$ 6.600,00
R\$ 4.700,00
R\$ 6.500,00
R\$ 5.500,00

		R\$ 6.200,00	
		R\$ 4.000,00	
		R\$ 5.000,00	
		R\$ 5.150,00	
		R\$ 5.500,00	
		R\$ 5.000,00	
		R\$ 4.300,00	
		R\$ 5.000,00	
		R\$ 4.000,00	
		R\$ 4.500,00	
		R\$ 5.350,00	Média total
		R\$ 852,16	Desvio padrão total
Redutor	Valor considerado		
	40%	R\$ 2.140,00	
		R\$ 340,86	