

13ª Conferência Internacional da LARES

Centro Brasileiro Britânico, São Paulo - Brasil

11, 12 e 13 de Setembro de 2013



Proposta para avaliação de um ativo real utilizando o método de Monte Carlo

Humberto Acacio Monteiro¹

Vagner Justino de Souza²

Antonio Carlos Morim³

¹ CEFET-RJ, Rio de Janeiro, Brasil, humberto.acacio@gmail.com

² ESPM, vagnerjsouza2@yahoo.com

³ ESPM, antonio.morim54@gmail.com

RESUMO

A decisão de investir deve estar respalda em análises que ponderem os riscos, a liquidez e os retornos dos ativos. O conceito de investimento consiste no ato de aportar recursos com a expectativa, no futuro, de ser compensado. Para que a finalidade da recompensa seja atendida é imprescindível na gestão dos investimentos mapear, analisar e mensurar as opções visíveis a as ações explícitas para cada projeto. Este trabalho propõe aplicar o método de Monte Carlo no auxílio à análise do investimento imobiliário, com vistas a interagir os modelos econômico-financeiros e o método de Monte Carlo, melhorando o grau de confiança presente na análise do investimento.

Palavras-chave: Ativo Real, Monte Carlo, Avaliação.

13ª Conferência Internacional da LARES

Centro Brasileiro Britânico, São Paulo - Brasil

11, 12 e 13 de Setembro de 2013



Proposal evaluation of a real asset using the Monte Carlo

ABSTRACT

The decision to invest should be supported in analyzes that consider the risks, liquidity and asset returns. The concept of investment is the act of providing resources with the expectation in the future to be compensated. For the purpose of the reward is met is essential in the management of investments to map, analyze and measure the options visible to the explicit actions for each project. This paper proposes to apply the Monte Carlo method as an aid in the analysis of real estate investment, in order to interact with the economic and financial models and Monte Carlo method, improving the degree of confidence in this investment analysis.

Key-words: Real Estate, Monte Carlo, Valuation.

1. INTRODUÇÃO

O objetivo do investidor é buscar maximizar o retorno sobre o investimento, em função da geração de renda e, tratando-se do setor imobiliário, exige a análise do comportamento de preços dos imóveis, podendo modificar decisões de investimento como adiar, reduzir ou aumentar a escala de investimento. Por sua vez, o preço do imóvel é resultado da interação das forças de oferta e demanda, efetuada no contexto do mercado em que suas características peculiares de funcionamento se mostram (Mello, 1980).

O mercado imobiliário apresenta uma defasagem entre o início de construção e a entrega do bem, levando a uma diferente resposta do mercado em relação a um aumento de demanda, ou seja, no curto prazo a oferta não se expandi significativamente, o estoque é fixo, e somente os imóveis que estão vazios, disponíveis no mercado, serão aproveitados. Todavia, no longo prazo, o crescimento da oferta, impulsionado pelo mercado, pode acontecer de forma desproporcional influenciando a queda de preços face ao aumento dos estoques. Esta reação está associada ao aumento da demanda que, em um dado momento, leva os agentes do mercado imobiliário a optar por investir ao mesmo tempo em novos empreendimentos. Essa baixa elasticidade da oferta no curto prazo aliada à elevada elasticidade no longo prazo tem forte impacto no retorno e risco desses investimentos (Rottke, Wernecke e Schwartz Jr., 2003).

Na verdade o valor do imóvel pode ser diferente ao ser comparado com o valor de mercado que naquele dado momento esteja sendo praticado, mas em condições normais, o valor de mercado tende a ser igual ao valor obtido com a avaliação. Quando a expectativa dos investidores está sendo atendida, os valores médios tendem a se convergir, condição de equilíbrio entre a oferta e demanda.

2. METODOLOGIA

O trabalho utilizou a técnica conhecida como análise de conteúdo que, quando utilizada no tratamento de dados, visa validar a empregabilidade com o tema escolhido. A técnica mencionada permite o uso de análises tanto quantitativas quanto qualitativas ou, até mesmo, o seu uso simultâneo.

Suas principais características descritas por (Vergara, 2010) são:

- Pode ser empregada tanto para fins exploratórios, quanto para verificações, confirmando ou não as hipóteses ou suposições preestabelecidas;
- Tratamento de grandes quantidades de dados, bem como o seu armazenamento em planilhas eletrônicas, cabendo ao pesquisador, a interpretação de dados;
- Existe o risco, ao se deter nas frequências, de perde-se o que está ausente ou é raro, porém, relevante para análise do objeto em estudo.

Complementando, (Godoy, 1995) descreve que a análise pode ser respaldada por tratamentos quantitativos ou qualitativos, podendo ser usados de forma complementar. Os tratamentos quantitativos vão privilegiar o tratamento estatístico e a explicação estará lastreada entre as relações construídas.

2.1. O variável valor e a classificação da propriedade comercial

A palavra valor apresenta conotações diferentes que pode expressar a utilidade de algum objeto em particular ou, em alguns casos, o poder de compra de outros bens que a posse daquele objeto irá transmitir.

O valor da propriedade será expresso pelo valor de trabalho nele contido. Cabe destacar, que não só o tempo de trabalho será o fundamento determinante, para (Smith, 1996) o preço dos

bens, valorizados pelo trabalho inserido, será regulado pela relação da oferta e da demanda, ou seja, pela procura deste bem no mercado.

Para (Di Pasquale e Wheaton, 1996) as variações nos valores de locação praticado no mercado imobiliário respeitam a relação entre a absorção e o estoque de áreas disponíveis para locação. Destacam ainda, que a demanda está relacionada aos impactos gerados pelos valores praticados na locação dos empreendimentos e por fatores econômicos.

Os valores de locação praticados podem ser utilizados como parâmetro na avaliação do ativo real, (Cerqueira, 2004) esclarece que a partir do intervalo de confiança determinado, elaboram-se os cenários para, a partir deste momento, identificar e consolidar os indicadores que darão respaldo a tomada de decisão.

Um dos pontos a ser considerado ao se determinar o intervalo de confiança, que será trabalhado, é que não pode-se esquecer da dinâmica de mercado, do equilíbrio entre a oferta e demanda, que ditará os valores a serem praticados pelo mercado.

Cabe ainda destacar, que as questões de valor do solo e do empreendimento nascem do ato de projetar e, as suas consequências, manifestam-se na valorização ou da desvalorização do conjunto.

O pensamento do edifício com uma estrutura de concreto utilizada apenas para abrigo foi sendo substituída até o entendimento de que é imprescindível um ambiente propício e adequado para o desenvolvimento das empresas e de seus negócios.

O avanço gradativo e as transformações que, durante os anos, os empreendimentos imobiliários passaram visam proporcionar, a seus ocupantes, conforto, infraestrutura e segurança, decorrência do avanço tecnológico aliando conceitos arquitetônicos, estruturais e urbanísticos.

O avanço tecnológico aliado aos serviços disponibilizados por estes empreendimentos fizeram com que o mercado os separasse por classe, fazendo uso de critérios como qualidade, conforto, segurança, acessibilidade, equipamentos e arquitetura.

Atualmente os empreendimentos são classificados utilizando como conceito os termos *triple A*, *double AA*, *A*, *B* e *C*, com o objetivo de estratificar o mercado a fim de analisar suas tendências.

Segundo NRE¹ os empreendimentos classificados como *A*, são aqueles que apresentam em seu escopo uma extensa variedade de sistema predial, com acabamento arquitetônico de qualidade, relação número de vagas por metro quadrado de área útil compatível com aos padrões internacionais e uma quantidade mínima de serviços disponíveis. O público alvo para ocupar este tipo de empreendimento são os grandes conglomerados nacionais e internacionais. Os demais empreendimentos classificados como *B* e *C*, destinam-se as empresas de médio e pequeno porte.

Desta forma, a tendência é que o valor da propriedade aumente em decorrência do acúmulo de capital, um processo contínuo, em decorrência do aumento de horas empregadas pelo homem na sua produção. Para (Santos, 2006) o homem como produtor, consumidor e cidadão torna-se dependente de sua localização no território, a variável valor está em função das diferenças como tempo, frequência e preço. A valorização imobiliária deriva de dois movimentos convergentes, a superposição de um sítio social ao sítio natural e a disputa entre as atividades e as pessoas em uma dada localização. Portanto, num processo natural, a sociedade seletivamente passa a transformar os lugares, tornando-os mais atrativos e mais valorizados.

Ao defender que o capital imobiliário exige que as políticas públicas possam contribuir para um adequado ganho com o negócio, (Gonçalves, 2002) descreve que a dinâmica do Estado contribui na valorização das propriedades, por muitas vezes, ao realizar uma obra de infraestrutura, que a partir deste momento, incorporam o valor das benfeitorias realizadas na região. Como defensor da função social da terra fiscalizando e determinando o seu uso, o Estado

¹ NRE – NÚCLEO DE REAL ESTATE. Estudo Setorial sobre Edifícios Comerciais Preparado para um Fundo de Previdência Privada. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2002.

torna-se um agente direto na condução do crescimento urbano e na relação social ali existente, selecionando as áreas, aprovando investimentos e conduzindo os investimentos públicos. Com políticas macroeconômicas o Estado pode incentivar o setor da construção civil e, diretamente, alavancar toda a cadeia produtiva, denominada de macro complexo industrial da construção. O Estado passa a ser o principal agente de fomento da economia, com investimentos nos setores de transporte, habitação, infraestrutura, saneamento, energia e petroquímica.

2.2. A política praticada na gestão de ativos

As mudanças ocorridas no cenário econômico mundial, em função da globalização, contribuíram para que os gestores revisem a forma de agir em relação as decisões a serem tomadas. (Gonçalves, 2003) ressalta que o curto espaço de tempo e a quantidade de informações decorrentes do processo acabam por impor aos gestores o conhecimento dos diferentes métodos de avaliação e suas limitações.

O processo de análise de um investimento esbarra na presença de riscos e das incertezas com relação a sua efetivação. O produto final do modelo é expresso em termos de valor de mercado esperado ou retorno esperado com a aplicação. O modelo de avaliação pode ser visto como a formalização da relação que se julga existir entre o conjunto de fatores empresariais ou econômicos e a avaliação desses fatores pelo mercado (Edwin, 2004). A rentabilidade de um ativo imobiliário, quando investimento, esta na capacidade de gerar resultado financeiro, segundo (Rocha Lima, 1994), estes ativos podem ser caracterizados por aqueles que têm a renda dos investimentos na sua implantação associada ao desempenho da operação que se verificará com base no imóvel, seja meramente a locação por valor fixado, seja pela exploração de uma determinada atividade, da qual, se deriva a renda.

Os investimentos voltados para a construção civil podem ser classificados em função do tipo de atividade que nele se desenvolve, para o segmento da construção civil destacam-se algumas operações: edifícios comerciais para locação de escritórios, condomínios de escritórios com a finalidade de gerar renda, shopping center, centro de convenções, hospitais, clínicas, hotéis, resorts, flats, indústrias, galpões industriais, condomínios de galpões industriais, centros de distribuição, parques temáticos, centro de armazenamento etc.

O perfil do investidor que emprega recursos em investimentos imobiliários caracteriza-se pelo perfil conservador, visão de longo prazo, sua tendência em gerar renda de forma constante e sem grandes oscilações, oferece um padrão estável de retorno. Cabe destacar, que este tipo de investimento, dificilmente proverá o retorno do investimento empregado no curto prazo e, quanto as premissas da conjuntura econômica, a sua renda poderá estar sujeita a oscilações decorrentes dos efeitos inflacionários.

Para o mercado imobiliário estável, (Damodaran, 1997) comenta que o crescimento esperado dos fluxos relativos ao investimento deve estar próximo a inflação. Devemos explicitar que o comportamento da oferta e da demanda, para um cenário de forte demanda, é possível que a taxa de crescimento dos alugueis seja superior à inflação. O contrário também poderá ocorrer para um cenário de grande oferta o que implicaria numa possível queda dos alugueis.

O processo de avaliação de um ativo real ou financeiro, apesar do uso de modelos matemáticos, não exclui o fato de uma parte da decisão, a decisão de investir, seja subjetiva. A decisão pode ter sido decidida sob influencia de inúmeros aspectos, o que torna a decisão suscetível a incertezas. Desta forma, as informações que servirão de premissas para a análise do ativo, seja ele real ou financeiro, são fundamentais para que os dados informados, pelos modelos matemáticos, possam refletir o valor ao mais próximo do valor justo.

O modelo de avaliação deverá refletir, com base nas premissas estipuladas, a melhor operação a ser realizada no empreendimento. O detalhamento e a qualidade estarão diretamente associados a disponibilidade de informações disponíveis. O ponto fundamental na análise dos

indicadores, retornados pelo modelo de avaliação, está na capacidade de estimar, o mais próximo da realidade, o retorno do empreendimento quando em funcionamento.

Para (Monetti, 1996) o uso de rotinas na análise dos riscos associados ao ativo imobiliário deve seguir uma rotina que passa por identificar as fronteiras limites para o investimento e o uso de instrumentos e ferramentas matemáticas que possam traduzir, em números, as variáveis do projeto em estudo. Esta ferramenta conhecida como modelo de avaliação tem como objetivo explorar todas as possíveis relações existentes entre as variáveis que impactarão no desempenho final do empreendimento, ou seja, irá definir a viabilidade econômica e financeiramente do ativo.

A técnica empregada utilizando-se da metodologia em avaliar, um ativo, através do fluxo de caixa descontado, tem como objetivo, elucidar as variáveis que, aplicadas ao estudo, afetem diretamente o valor do ativo (Damodaran, 1997).

O emprego do método de avaliação por fluxo de caixa descontado busca dar respaldo técnico econômico para aceitação de novos investimentos, trata-se de avaliar o investimento e decidir se o seu retorno é superior a outros investimentos com o risco semelhante.

2.3. Diferenças entre risco e incerteza

No processo de análise, para um dado investimento, não se deve adotar uma forma rígida para auferir o seu retorno, a sua rentabilidade ou a remuneração do seu capital. As decisões devem ser embasadas por dados, históricos ou não, para a tomada de decisão.

Para (Raftery, 1999) a gestão do risco não está em evitá-lo, mas em identificá-lo. Devemos procurar, na análise, mapear e identificar os riscos associados ao negócio para torná-los aceitáveis. Adicionalmente, o autor destaca a correlação entre risco e incerteza. O risco é conceituado por apresentar variáveis que podem ser quantificadas, enquanto a incerteza não quantifica essas variáveis, o risco pode ser mensurado através das ferramentas estatísticas da probabilidade. A diferença foi contextualizada pelo autor como sendo:

Quadro 1. Diferença entre risco e incerteza.

| Risco | Incerteza |
|-----------------------|---------------------------|
| Quantificável | Não pode ser quantificada |
| Avaliação estatística | Probabilidade subjetiva |
| Dados concretos | Opiniões informadas |

RAFTERY, 1999

Para efetivar o cálculo de tais indicadores, é necessário o uso de instrumentos e ferramentas matemáticas que possam traduzir em números as variáveis do projeto em estudo. Esta ferramenta conhecida como modelo de avaliação tem como objetivo explorar todas as possíveis relações existentes entre as variáveis que impactarão no desempenho final do empreendimento, ou seja, irá definir a viabilidade econômica e financeiramente do ativo.

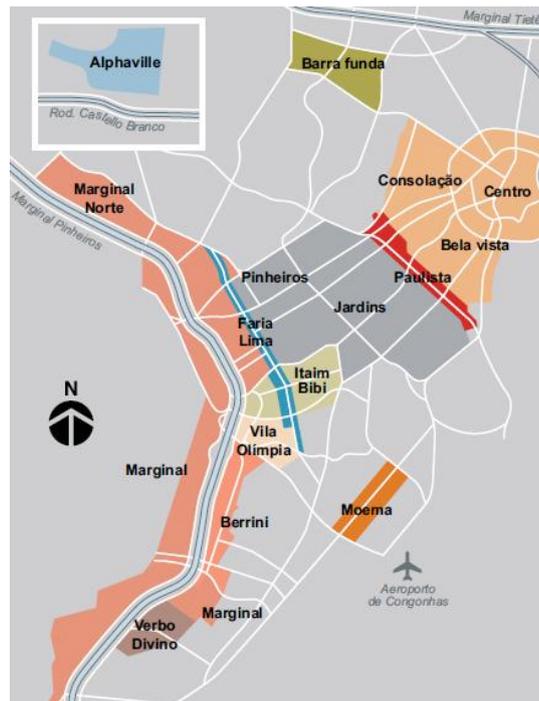
2.4. O mercado de escritórios na cidade de São Paulo

Na década de 50, com a pouca ou quase nenhuma oferta de terrenos, o centro da capital paulista dava indícios de saturação, o mercado acabou migrando em direção a zona sul, que deu início a uma nova região voltada para o desenvolvimento de empreendimentos comerciais, a Avenida Paulista, que se firmou nos anos 70 e 80 como o centro financeiro no Brasil.

Com o passar dos anos, a Avenida Paulista passou pelo mesmo problema da região do centro da capital paulista, o mercado imobiliário para aquela região ficou saturado. A demanda por novos empreendimentos imobiliários acabou por empurrar o mercado para a região da Avenida Brigadeiro Faria Lima.

No início da década de 80, a região da Marginal do Rio Pinheiros, localizada na face sul da Capital de São Paulo, era ocupada basicamente por indústrias. Este tipo de ocupação caracteriza-se por ocupar grandes áreas, o que possibilitou a incorporação de grandes centros comerciais e, inclusive, sendo beneficiados pela facilidade de sua localização aos principais acessos rodoviários, movimento ilustrado pelo gráfico abaixo:

Ilustração 1: Mapa das regiões de escritório em São Paulo.



Jones Lang LaSalle

Em 2001, a Prefeitura da Cidade de São Paulo implantou o Plano Diretor Estratégico do Município de São Paulo, criando a Operação Urbana Água Espraiada na Lei 13.430/02, criando o CEPAC (Certificado de Potencial Adicional de Construção), incluído em 2001, no âmbito federal, no Estatuto da Cidade, que regulamenta artigos da Constituição Federal referentes à legislação urbana. Em 2003, a CVM (Comissão de Valores Mobiliários) baixou a instrução normativa, número 401/03, regulamentando a negociação e a distribuição deste certificado.

O crescimento observado nestas áreas, localizadas fora dos grandes centros, está associado a melhora em termos qualitativos da região. O movimento de descentralização observado na cidade de São Paulo acompanha o mesmo processo observado nas grandes metrópoles mundiais, onde os grandes centros, saturados, procuram expandir suas fronteiras para outras regiões, buscam-se por áreas disponíveis, em pró do desenvolvimento.

A estabilidade econômica advinda a partir do Plano Real favoreceu a entrada das empresas multinacionais e promoveu o crescimento das empresas nacionais, chamou atenção do mercado imobiliário a carência de espaços, de alto padrão, no mercado nacional para locação. A publicação da empresa de consultoria imobiliária Jones Lang LaSalle, de 2009, intitulada *The Investment Case for Brazil*, analisa o histórico de comportamento dos indicadores imobiliários e projeta o crescimento da demanda para os próximos anos, animando os investidores que, em um movimento cíclico, decidiram por investir em novos espaços comerciais, lançando novas ofertas de áreas no mercado.

2.5. O método de Monte Carlo

Os métodos econômico-financeiros caracterizam-se por serem indicadores determinísticos como, por exemplo: o VPL, a TIR e o *payback*. Os métodos determinísticos são rígidos, ou seja, não contempla a dinâmica do mercado, neste caso o mercado imobiliário. A aplicação dos métodos de simulação auxilia no gerenciamento de riscos, cujo objetivo é reduzir as incertezas na análise do ativo e torna-las menos subjetiva.

Para (Moore e Weatherford, 2006) o método de Monte Carlo pode ser utilizado na análise de investimentos cuja simulação, a partir de identificadas as premissas, auxiliará na tomada de decisão. Com a aplicação do método de Monte Carlo, os indicadores, antes determinísticos, tornam-se estocásticos, probabilísticos.

O método de Monte Carlo consiste em uma ferramenta técnica que emprega o uso de números randomizados e probabilísticos. O nome Monte Carlo foi batizado pelos pesquisadores S. Ulam e Nicholas Metropolis, cujo motivo foi inspirado no tio de Ulam que frequentava o cassino de Monte Carlo, localizado no Principado de Mônaco (Gujarati, 2002). O Método de Monte Carlo foi criado em 1940, pelos pesquisadores Von Neumann e Ulam, com o objetivo de resolver os problemas existentes na blindagem de reatores nucleares.

Os autores (Moore e Weatherford, 2006) descrevem que a vantagem no emprego do método de Monte Carlo é analisar o comportamento de uma variável randomizada, mapeada e conhecida, que represente o risco ao retorno do investimento. Este trabalho propõe aplicar o método de Monte Carlo no auxílio à análise do investimento imobiliário, com vistas a interagir com os modelos econômico-financeiros gerando o valor mais provável, melhorando o grau de confiança presente na análise econômico-financeira do investimento imobiliário em questão.

A variável valor de locação, dada em R\$/m², é crítica na análise de viabilidade por estar diretamente correlacionada a receita proveniente de aluguel e, inclusive, por estar associada ao desempenho do mercado imobiliário na região onde o empreendimento imobiliário está inserido. O objetivo principal da análise é respaldar a tomada de decisão do investidor que busca a melhor remuneração para o seu capital.

O fluxo de caixa gerado para análise do investimento imobiliário serão os valores médios históricos praticados pelo mercado imobiliário conhecidos através da distribuição de frequência.

2.5.1. Aplicação do método de Monte Carlo

Segundo (Kelliher e Mahoney, 2000), o método de Monte Carlo tem sido a prática aplicada para prever os fluxos de caixa futuro, a fim de melhorar a decisão de investimento voltado para o longo prazo.

Definida a função de densidade de probabilidade, distribuição uniforme, precisamos identificar duas variáveis: a média e o desvio padrão. A média e o desvio padrão serão determinadas a partir de um conjunto de dados definidos. Para este caso será o valor de locação praticado desde 1995 para a cidade de São Paulo (Tab. 1). Para a construção da amostra com base nas variáveis identificadas serão sorteados elementos, denominados observação, que construirão a curva de distribuição de probabilidade, conhecida pelo seu formato de sino.

Tratando-se de uma simulação para análise de um projeto imobiliário, o uso do método de Monte Carlo retornará com as variáveis que permitirá a escolha dos cenários. Conhecida a distribuição de probabilidade, a partir de um número suficiente de observações, neste caso 3.500, a análise dos resultados será realizada em cima da curva de probabilidade.

A aplicação do método de Monte Carlo visa não só limitar-se a uma estimativa pontual, mas produzir uma distribuição de valores, que através da probabilidade, poderá retornar com o valor do ativo imobiliário mais próximo a realidade.

Na próxima etapa, a partir dos dados obtidos com o método de Monte Carlo, será comparado com os dados praticados pelo mercado atual e avaliar possíveis inconsistências.

Para (Santovito, 2004) o mercado imobiliário, como qualquer outro mercado, pode ser entendido a partir da análise de seus indicadores, tais indicadores refletem o comportamento do mercado.

Existem outros indicadores, como a absorção líquida, que segundo (Santos, 2006) é a diferença entre os espaços locados em dois períodos consecutivos. Este indicador, ao ser analisado, permite conhecer a demanda do mercado de empreendimentos comerciais frente à oferta. As empresas de consultoria imobiliária costumam utilizar outro indicador para absorção, a bruta, que leva em consideração os espaços locados em um dado período. Existe também a vacância, que consiste na relação, percentual, entre os espaços disponíveis para locação e o espaço total ofertado pelo mercado imobiliário comercial, entende-se como espaço total a soma dos espaços vazios e locados.

Para este trabalho vamos nos ater ao valor de locação é observar a sua distribuição com o valor praticado pelo mercado e identificar possíveis divergências.

Para (Santovito, 2004) o mercado imobiliário, como qualquer outro mercado, apresenta indicadores que refletem não só o atual cenário, mas serve para avaliar o seu histórico e traçar perspectivas futuras sobre o seu comportamento.

Dados da consultoria imobiliária Jones Lang LaSalle, identificam o comportamento dos valores de locação praticado pelo mercado imobiliário comercial na cidade de São Paulo. Cabe ainda mencionar, que o referido valor de locação será determinado pela interação entre a oferta e a demanda, ou seja, como já mencionado anteriormente por este trabalho, o excesso na oferta de espaços para locação e a demanda mantida, tenderá a impulsionar os valores de locação para baixo. A seguir, o comportamento histórico dos valores de locação praticados pelo mercado imobiliário da cidade de São Paulo:

Tabela 1: Histórico dos valores de locação praticados pelo mercado imobiliário de São Paulo.

| | |
|------|-----------------------|
| 1995 | R\$65/m ² |
| 1996 | R\$67/m ² |
| 1997 | R\$69/m ² |
| 1998 | R\$75/m ² |
| 1999 | R\$82/m ² |
| 2000 | R\$79/m ² |
| 2001 | R\$68/m ² |
| 2002 | R\$60/m ² |
| 2003 | R\$48/m ² |
| 2004 | R\$57/m ² |
| 2005 | R\$70/m ² |
| 2006 | R\$75/m ² |
| 2007 | R\$90/m ² |
| 2008 | R\$95/m ² |
| 2009 | R\$100/m ² |
| 2010 | R\$130/m ² |
| 2011 | R\$170/m ² |
| 2012 | R\$180/m ² |
| 2013 | R\$186/m ² |

Jones Lang LaSalle. Adaptado pelo autor.

Após identificar as variáveis, conforme descrito acima, foram realizadas as interações, com o auxílio de planilha eletrônica, que retornaram com a distribuição de probabilidade para o valor de locação.

Ao analisar os valores gerados pelas distribuições de probabilidade, no caso dos valores de locação, poderiam ser formados três cenários independentes que juntos corresponderiam por 54% de probabilidade de ocorrerem. Com os dados gerados foi construído o gráfico com as frequências acumuladas. O uso deste gráfico, quando analisado, permite observar, junto a termos percentuais, as chances de um dado valor de locação ocorrer. Segue:

Gráfico 1: Distribuição acumulada de probabilidade para o valor de locação.

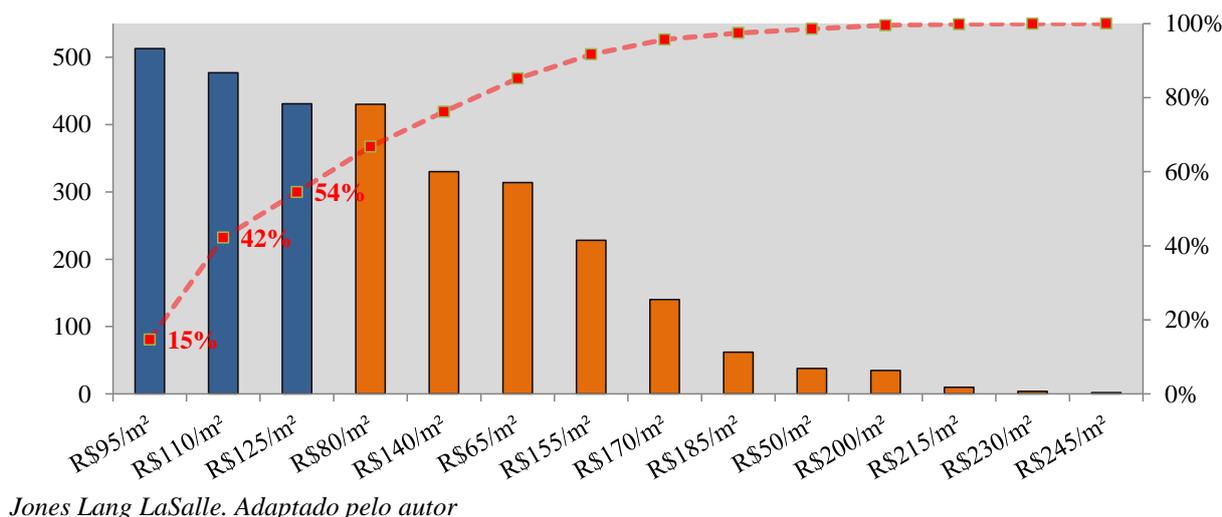
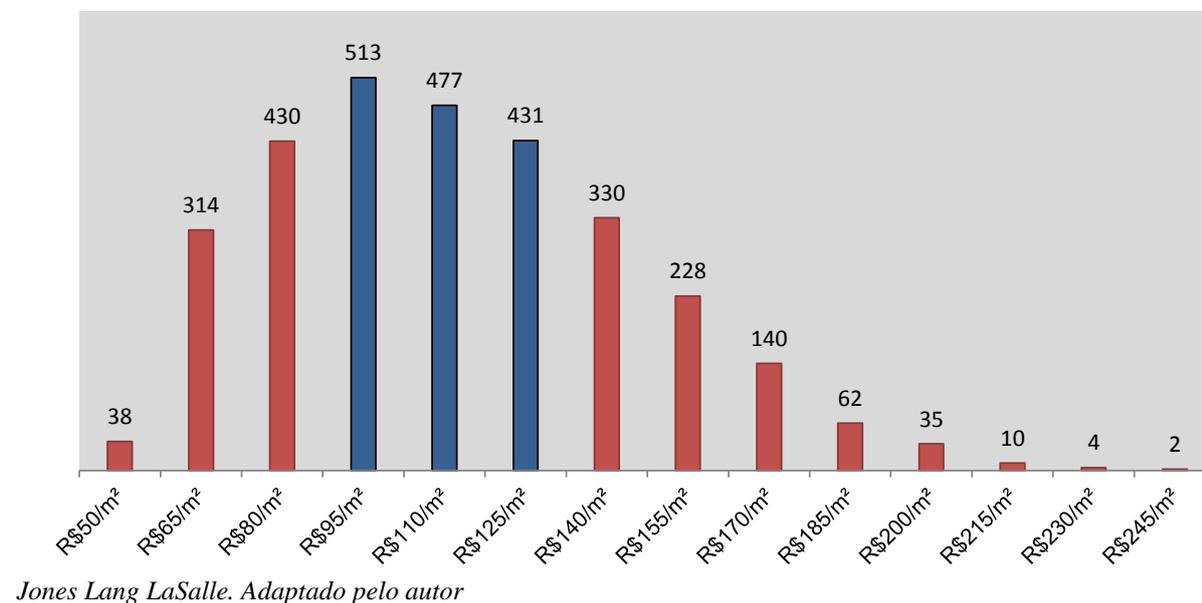


Gráfico 2: Distribuição de probabilidade para o valor de locação.



2.6. Teste de aderência

Os testes realizados para análise de aderência buscam confirmar se a distribuição de probabilidade, antes pensada como distribuição normal para a variável identificada, satisfaz o modelo. Quando o teste empregado apresenta uma boa aderência é possível admitir que o modelo, até então sugerido, forneça uma boa idealização da distribuição da variável. De outra

forma, a rejeição da distribuição, em um dado nível de significância, indica que o modelo testado é inadequado para representar a distribuição da variável.

O principal objetivo dos testes de aderência está na verificação da distribuição como a melhor representação do comportamento da variável. Teoricamente procura-se provar a hipótese de que o comportamento na distribuição de probabilidade da variável não difere, significativamente, daqueles esperados de uma distribuição teórica específica. O método teórico, aplicado para esta verificação foi o Qui-Quadrado que procura medir e avaliar os desvios entre a distribuição da amostra e a teórica.

De acordo com (Costa Neto, 1977), o teste Qui-Quadrado foi desenvolvido por Spiegel, em 1993, que o define como uma medida de discrepância existe entre as frequências observadas e esperadas de um evento. O método compara a soma dos erros absolutos das frequências com um valor tabelado de acordo com o nível de significância desejado e os graus de liberdade da distribuição.

Para verificar o nível de aderência entre a probabilidade observada e a estimada, para a distribuição normal aplicada para a variável, foi utilizado o teste de Qui-Quadrado com nível de significância de 5%.

Trata-se de um processo estatístico para testar a hipótese de que uma determinada distribuição de probabilidade (P_e) se ajusta a um conjunto de dados observados (P_0).

O teste Qui-Quadrado pode ser representado pela seguinte fórmula:

$$\frac{X^2}{Pe} = \sum (P_0 - Pe)^2 \quad (1)$$

Onde:

P_0 : Proporções observadas, definidas por $P_0 \times n$;

P_e : Proporções esperadas, definidas por $P_e \times n$.

A validação é normalmente conseguida executando o modelo, para o teste de aderência, e comparando seus resultados com aqueles obtidos pela distribuição de probabilidade na observação. Se os resultados da simulação se aproximarem dos valores obtidos na observação, dentro de um nível de confiança desejado, o simulador será validado.

A seguir, segue o teste de aderência para o valor de locação.

Tabela 2: Resultado do teste de Qui-Quadrado para o valor de locação.

| Teste de Qui-quadrado - χ^2 | |
|----------------------------------|----------------------------|
| Nível de significância | 5% |
| Graus de liberdade | 12 |
| Qui-crítico | 21,0261 |
| Qui-quadrado | 7,1154 |
| Conclusão | O ajustamento é suficiente |
| Valor de prova | 84,99% |

Elaborado pelo autor.

Diante das amostras obtidas com o teste de aderência para o valor de locação o pensamento de que o comportamento desta variável respeita a distribuição de probabilidade normal é confirmada.

Interessante observar que os valores de locação obtidos na observação estão em consonância ao praticado pelo mercado. Como *benchmark*², no informe trimestral *on.point*, para o primeiro trimestre de 2013, da empresa de consultoria Jones Lang LaSalle observa-se que os

² Processo de comparação do desempenho entre dois ou mais sistemas.

valores de locação médio praticados para a cidade de São Paulo estão em R\$ 115/m². Para os espaços de classe AA o valor médio obtido foi de R\$ 122/m² e de R\$ 103/m² para os de classe A.

3. CONCLUSÃO

Os métodos de avaliação evoluem e passam por aprimoramento em suas técnicas, cujos seus modelos deverão contribuir com análises de qualidade que respaldará a tomada de decisão.

Desta forma, é importante observar e permitir a entrada de novas técnicas que contribuem para o aperfeiçoamento dos processos aplicado a análise a fim de promover uma avaliação que mitigue os riscos.

Em geral, na análise de ativos reais são utilizados métodos determinísticos, como o fluxo de caixa descontado, a taxa interna de retorno e o *payback*. Quanto a sensibilidade, mesmo admitindo cenários com diferentes projeções, seu resultado será limitado em função da escolha da variável, seja ela o valor de locação, a absorção líquida, a absorção bruta ou da vacância.

Face ao exposto anteriormente, a proposta na aplicação do método de Monte Carlo torna-se importante por justamente, através das observações, permitir a análise dos resultados quanto a frequência, inserindo na análise do ativo real, antes determinística, uma análise probabilística a partir do arranjo da variável identificada.

A partir da proposta para o uso misto dos dois métodos de avaliação, determinístico e probabilístico, o investimento poderá ter seus riscos ou prejuízos futuros mitigados com a análise de frequência das variáveis consideradas importantes.

Os valores obtidos com a interação, a partir dos dados históricos de locação praticado na cidade de São Paulo, foram semelhantes ao praticados pelo mercado atual. Desta forma, sugere-se que novas aplicações sejam promovidas com outros indicadores, como por exemplo: Vacância, absorção líquida e bruta.

O trabalho procurou discutir a aplicação de mais um método, junto aos já utilizados modelos de análise econômico-financeiros, para a avaliação de ativos reais e, inclusive, melhorar a percepção do investidor quanto ao comportamento das variáveis inseridas no modelo.

4. REFERÊNCIAS

CERQUEIRA, L. L. J. *As Qualidades de Localização Intrametropolitana dos Espaços de Escritório: Evidências Teóricas e sua Evolução Recente no Mercado de São Paulo*. Dissertação de Mestrado – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2004.

COSTA NETO, P.L.O. *Estatística*. São Paulo, Edgar Blücher, 1977.

DAMODARAN, A. *Avaliação de investimentos: ferramentas e técnicas para a determinação do valor de qualquer ativo*. Rio de Janeiro: Qualitymark, 1997.

DI PASQUALE, D.; WHEATON, W. C. *Urban Economics and Real Estate Markets*. Englewood Cliffs. NJ: Prentice Hall, 1996.

EDWIN, J. E. *Moderna teoria de carteiras e análise de investimentos*. São Paulo: Atlas, 2004.

GODOY, L. S. *Direito Agrário Constitucional: O Regime de Propriedade*. São Paulo: Atlas, 1998.

GONÇALVES Jr., C.; *Adjusted Present Value (APV): Avaliação de Negócios com Taxas de Desconto Diferenciadas*. Dissertação de mestrado, UNIFEI, Itajubá, MG, Brasil, 2003.

- GONÇALVES, J. C. *A especulação imobiliária na formação de loteamentos urbanos: Um estudo de caso*. Dissertação de mestrado. Universidade Estadual de Campinas. Dezembro de 2002.
- GUJARATI, D.N. *Econometria básica*. 3ª edição. São Paulo: Makron Books, 2002.
- JONES LANG LASALLE. *On. Point, Pesquisa Imobiliária, Real Estate Research*. São Paulo, SP, 2010.
- JONES LANG LASALLE. *The Investment Case for Brazil*, 2009.
- KELLIHER, C. F.; MAHONEY, L. S. *Using Monte Carlo simulation to improve long-term investment decisions*. The Appraisal Journal, Chicago, v. 68, n. 1, p. 44-56, Jan. 2000.
- MELLO, P. C. *Os Imóveis Como Forma de Investimento*. Rbmec v.6, n.18. Rio de Janeiro, Set/Dez 1980.
- MONETTI, E. *Análise de Riscos do Investimento em Shopping Centers*. Tese de Doutorado. Escola Politécnica, Universidade de São Paulo. São Paulo, 1996
- MOORE, J.; WEATHERFORD, L.R. *Tomada de decisão em administração com planilhas eletrônicas*. 6ª edição. Porto Alegre: Bookman Companhia Editora, 2006.
- RAFTERY, J. *Risk Analysis in Project Management*. 3.ed. London: E & FN Spon (Chapman and Hall), 1999.
- ROCHA LIMA, Jr. *Arbitragem de Valor de Portfólios de Base Imobiliária*. Boletim Técnico da Escola Politécnica da USP, Departamento de Engenharia de Construção Civil, Série BT/PCC 132, São Paulo, 1994.
- ROTTKE, N., WERNEWCK, M. e SCHWARTZ JR, A. L. *Real Cycles in Germany – Causes, Empirical Analysis e Recommendations for Management Decision Process Journal of Real Estate Literature*, v.11, n.3, 2003.
- SANTOS, A. R. *O Desenvolvimento do Mercado de Edifícios de Escritórios para Locação na Cidade de São Paulo Impulsionado pela Securitização*. Dissertação de Mestrado – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2004.
- SANTOVITO, R. F. *A Dinâmica do Mercado de Edifícios de Escritórios e a Produção de Indicadores de Comportamento: Uma Simulação do Índice de Preços de Locação em Regiões de Ocupação Típica na Cidade de São Paulo*. Dissertação de Mestrado – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2004.
- SMITH, A. *A Riqueza das Nações: Investigação sobre a sua Natureza e as suas Causas*. Tradução de Luiz João Baraúna – volume II. São Paulo, SP: Nova Cultura, 1996.
- VERGARA, S. *Métodos de pesquisa em administração*. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2010.