

ANÁLISE DA VIABILIDADE DO MÉTODO DE MONTE CARLO PARA AVALIAÇÕES DE INVESTIMENTO EM INCORPORAÇÕES IMOBILIÁRIAS

Victor Hugo Balbinot

Cláudio José Müller

vhbalbinot@gmail.com UFRGS

Resumo

As pequenas empresas do setor de construção civil realizam grandes investimentos com longos prazos de maturação. Por muitas vezes, estes investimentos são maiores e em prazos mais longos que os da indústria. Porém, diferentemente desta, não costumam utilizar as ferramentas de análise de investimento para planejar seus projetos. O presente artigo testa a viabilidade de um modelo de avaliação de investimento que considere as incertezas em investimentos de longo prazo para este setor. Para isto, utilizou-se a combinação do método do VPL e das simulações de Monte Carlo, na tentativa de quantificar estas incertezas. Os resultados foram comparados com os obtidos através do VPL tradicional. A análise mostrou que é possível quantificar incertezas através do modelo. Os resultados obtidos pelo modelo proposto possibilitam uma análise mais completa da situação e permitem também a verificação da probabilidade de diversos cenários possíveis. Foi possível também, concluir que o modelo é simples de ser aplicado e não necessita de altos investimentos, podendo ser aplicado sem problema por pequenas empresas.

Palavras chave

Análise de investimento, Monte Carlo, construção civil, incorporações imobiliárias.

Abstract

The small construction companies make high and long term investments. Frequently, these investments are higher and longer than the ones from the industries. However, differing from those, usually they don't make use of the investment analysis methods to plan their projects. The current article tests the feasibility of an investments analysis model that considers the uncertainties of long term investments for this business area. For this, it was used the combination of the NPV method and the Monte Carlo simulations, in the attempt to quantify these uncertainties. The results where compared with the ones obtained by the traditional NVP. The analysis revealed that it's possible to achieve the uncertainties quantification through the proposed model. The obtained results by this model enable a more complete analysis of the situation, and allow as well

observing different probable scenarios. In addition, it made possible to conclude that the model is simple to be applied and doesn't require high investments, allowing small companies to use it.

Key words

Investment analysis, Monte Carlo, construction, real estate development.

1. Introdução

A casa própria sempre esteve entre os grandes sonhos do povo brasileiro. Ela é um símbolo da estabilidade financeira. Um dos motivos que incentivam este sonho é a certeza de estar investindo dinheiro em um imóvel, e não gastando o mesmo com o aluguel. A migração do aluguel para a casa própria ocorreu devido aos prazos de financiamentos e aos juros baixos praticados no mercado, que facilitam a compra dos imóveis. A casa própria era um privilégio da classe média e alta, mas com a redução do valor das prestações - muitas vezes menores que o aluguel - e com as facilidades de pagamento, a casa própria tem se popularizado na classe C.

A popularização das edificações residenciais ajudou a aquecer o mercado imobiliário. Este vem demonstrando crescimento nos últimos anos, também devido à migração de grande parte da população pertencente à classe D para a classe C. O aumento desta classe ocasionou o aumento da procura por imóveis novos para a compra. Por conseguinte, este fenômeno fez o setor da construção civil crescer entre 2006 e 2007, em termos reais, 10,9%, obtendo uma receita operacional líquida de 122,7 bilhões, e um aumento de 16,9% nas construções executadas. Já o setor de edificações residenciais, foco do trabalho, teve crescimento de 13,9% no mesmo período (IBGE, 2009).

Devido ao crescimento deste setor, houve um aumento também nos investimentos. Assim o mercado de edificações residenciais passou a ser dominado pelas grandes empresas, como: Gafisa, Goldsztein Cyrela e Rossi. Isto tornou o setor mais competitivo, dificultando a entrada e o investimento de pequenas empresas. As incorporadoras imobiliárias, definidas pela lei nº 4.591/64, são as empresas que promovem a construção e a venda, de casas ou edifícios, com unidades autônomas, em terrenos próprios ou de terceiros (BRASIL, 1964).

Estas grandes empresas, por possuírem uma estrutura organizacional maior, tendem a ter um controle maior de seus investimentos. Para realizar este controle, estas empresas utilizam diversas ferramentas da engenharia econômica, disciplina que estuda o valor de um investimento no tempo. Algumas destas ferramentas são: o VPL (valor

presente líquido), a TIR (taxa interna de retorno), o Pay Back (tempo de retorno) (CASAROTTO; KOPITKE, 2006)..

Devido ao fato de as incorporadoras terceirizarem a maior parte de seus esforços na construção de um projeto, fatores quantitativos como: valor dos insumos e mão de obra acabam sendo administrados pelas empresas contratadas. Por conseguinte, as incorporadoras analisam fatores qualitativos, como: localidade, cenário, economia local, regional e nacional e produtos concorrentes. Como é mais difícil quantificar estes fatores, o grau de incerteza do negócio é maior.

Segundo Rezler et al. (2009), as incorporadoras devem contar com análises rigorosas de investimento, que considerem estes aspectos qualitativos. Estas análises são feitas com o intuito de garantir um retorno para o investimento, ou ao menos reduzir as incertezas. Esta ideia é reforçada por Silva et al. (2007), pois a tomada de decisão se torna mais segura com a utilização de análises financeiras e de risco, tornando estas ferramentas necessárias para se manter competitivo. Porém, os pequenos investidores costumam guiar-se pelo seu *feeling* do negócio, de forma empírica.

As diversas ferramentas de análise financeira são amplamente usadas para avaliações no setor de economia e bolsa de valores. Porém, no setor de incorporações, o uso destas ferramentas ainda necessita amadurecimento. Este tipo de empreendimento tem prazos longos de maturação, e devido a estes longos períodos as variáveis extrínsecas ao projeto podem mudar inúmeras vezes, dificultando ainda mais o uso destas ferramentas. Portanto, o estudo de técnicas que considerem estas variações se faz necessário (REZLER et al., 2009) (HUTCHISON; NANTHAKUMARAN, 1998).

O objetivo deste trabalho é definir se o VPL combinado com o método de Monte Carlo pode ser aplicado a empreendimentos de incorporação imobiliária de pequeno porte, e se esta análise auxilia no processo decisório de avaliação de investimento das mesmas. Como objetivo secundário, será avaliado se é possível quantificar as variações do mercado. Testar se é possível através destas ferramentas já existentes que estas variações, nestas análises, para o mercado específico das incorporadoras, sejam consideradas. Para avaliar estas aplicações, este artigo vai tratar especificamente de um empreendimento de incorporação em Caxias do Sul, no estado do Rio Grande do Sul.

O presente artigo está dividido em cinco seções. A seção 2 trata do referencial teórico. Para elucidar os objetivos deste trabalho, serão demonstradas no referencial teórico as relações entre investimento, incorporadoras e a engenharia econômica, bem como as suas principais ferramentas. Esta seção será subdividida em: 2.1 análise de investimento

em incorporações imobiliárias, 2.2 o risco e a incerteza nos investimentos e 2.3 simulação de Monte Carlo em investimentos sob condições de incertezas. A seção 3 apresenta a metodologia da pesquisa, que está subdividida em: 3.1 descrição do cenário, 3.2 caracterização do método de pesquisa e 3.3 caracterização do método de trabalho. Nesta seção é descrito o cenário onde será feita a pesquisa e, além disso, está descrito também o planejamento do trabalho e metodologia para o seu desenvolvimento. A seção 4 desenvolve a análise de dados e os resultados. E por fim, a seção 5 apresenta as conclusões, dificuldades encontradas, limitações da ferramenta proposta, e sugestões para trabalhos futuros.

2. Referencial Teórico

Para a avaliação de um projeto é necessária a coleta de diversos dados e de informações sobre fatores, como políticos, econômicos, estratégicos e operacionais. Devido à necessidade de coleta destes para poder formular o projeto, o investidor adquire conhecimento que pode se tornar útil no processo decisório (OLIVEIRA, M. H. F., 2008).

Para realizar um investimento o empreendedor tem que escolher como irá investir seu capital entre as alternativas possíveis. Esta escolha faz parte do processo de tomada de decisão, que leva em conta uma combinação de fatores econômicos e não econômicos. A engenharia econômica tem o intuito de estimar os resultados econômicos dentre as alternativas, através de um conjunto de técnicas matemáticas. Estas ferramentas auxiliam os investidores a tomar decisões e seus resultados são estimativas, que devido a eventos não planejados, provavelmente serão diferentes dos valores observados no futuro (BLANK, 2008).

O desempenho de um investimento é medido em termos monetários, mas, como citado anteriormente os valores resultantes da matemática financeira nem sempre serão iguais aos valores reais. Estas diferenças podem ocorrer devido a fatores não conversíveis em dinheiro. Por isso, na implantação de um projeto devem-se considerar três critérios: critérios econômicos (rentabilidade do investimento), critérios financeiros (disponibilidade de recursos), e critérios imponderáveis (fatores não conversíveis em dinheiro). Devido aos critérios imponderáveis é possível concluir que a análise financeira não é suficiente para que seja feita a tomada de decisão, sendo necessário, portanto, avaliar restrições. Cabe ao empreendedor, através do seu conhecimento e de técnicas empíricas, decidir entre os investimentos (CASAROTTO; KOPITKE, 2006).

2.1 Análise de investimento em incorporações imobiliárias

Na maioria das empresas da indústria, a análise de investimento tem grande importância na tomada de decisão e suas ferramentas são largamente usadas para auxiliar estas decisões. Porém, no mercado das incorporadoras imobiliárias, como constatado por Balarine (2004) em sua pesquisa realizada no RS, 97% das empresas declararam usar o orçamento prévio como principal ferramenta de análise de investimento, e apenas 38% alegaram usar o VPL (Valor Presente Líquido) como ferramenta complementar. Isto e outros dados levantados em sua pesquisa ilustram a falta de aderência das empresas gaúchas às técnicas de engenharia econômica e de quantificação de risco em suas análises de projeto.

As incorporadoras de imóveis trabalham por projetos, cada produto de uma incorporadora é único e necessita de uma análise de investimento própria. Segundo Casarotto e Kopitke (2006), somente um estudo econômico pode confirmar a viabilidade de um projeto, ou seja, a empresa, ao fazer um novo investimento, deve fazer uma análise de viabilidade do mesmo. A princípio, depois de feita a análise, para se optar pelo projeto, o mesmo deve ter lucro. Mas, de acordo com Casarotto e Kopitke (2006), com a evolução do Planejamento Estratégico, as empresas passaram a se preocupar menos com o lucro imediato e mais com ganhos máximos em um determinado horizonte de análise. Ou seja, a empresa passa a aceitar não ter lucro em um determinado projeto para alcançar outros objetivos como, ser líder do setor ou incrementar as vendas.

As obras de incorporação são de grande complexidade, tem um grande número de elementos e envolvem mais de uma organização. Estes projetos dependem de diversos fatores legais, como: plano diretor, índice construtivo, legislação ambiental, entre outros. Estes projetos têm longos prazos de conclusão, em média 36 meses, e grande parte do investimento é feito antes da absorção do produto pelo mercado. Estes fatores fazem com que o risco deste tipo de investimento seja elevado, dificultando portanto, a sua análise através das ferramentas básicas da engenharia econômica (BALARINE, 1996).

Segundo Casarotto e Kopitke (2006), as principais ferramentas de engenharia econômica são o VAUE (Valor Anual Uniforme Equivalente), o VPL (Valor Presente Líquido) e a TIR (Taxa Interna de Retorno). Estes três métodos são equivalentes e geralmente tem resultados similares. O uso destes métodos no mercado da construção civil é de bastante útil, porém, devido aos fatores de risco citados anteriormente, estes métodos podem retornar valores distorcidos da realidade fazendo-se necessária a

contabilização destes riscos. Os resultados, se consideradas as análises de risco através de simulações, são mais seguras e confiáveis (SILVA et al., 2007).

2.2 O Risco e a incerteza nos investimentos

Nos modelos determinísticos, os dados de entrada são perfeitamente conhecidos. Diferentemente disto, na prática não se tem certeza, ou não são conhecidos todos os dados de entrada (CASAROTTO; KOPITKE, 2006). Deve-se considerar também que durante o tempo de um projeto tem-se a garantia de que haverá variação nos resultados, portanto, a certeza não esta presente no mundo real (BLANK, 2008). Devem-se considerar estes fatos na hora de escolher os métodos de análise de investimentos a usar, pois os tempos de projeto na construção civil são longos e a variação em relação ao modo determinístico pode ser grande (BALARINE, 2004).

Segundo Blank (2008), se os parâmetros de um estudo variam, então podemos introduzir o fator risco e a incerteza. Através destes fatores, é possível reduzir o grau de incerteza e garantir resultados mais seguros. O risco ocorre quando existem dois ou mais valores para um parâmetro e é possível estimar as chances de cada um ocorrer. Já a incerteza é definida quando esta distribuição de probabilidade não pode ser avaliada. Ou seja, risco é uma incerteza que pode ser medida (OLIVEIRA, 1982).

Portanto, quando se dispõe de alguma informação sobre a distribuição da incerteza, podem-se transformar esta em risco. Tendo o risco definido é possível analisar o investimento através de simulações (CASAROTTO; KOPITKE, 2006). O uso da simulação é muito útil, pois facilita avaliar a chance de insucesso, com base nos resultados mais prováveis e possibilita considerar também a variação do seu retorno (OLIVEIRA, 1982).

2.3 Simulação de Monte Carlo em investimentos sob condições de incertezas

O uso de simulações na análise de investimentos deve ser encorajado, pois com o uso de ferramentas computacionais as simulações são feitas com rapidez e entregam valores mais próximos da realidade. O método de Monte Carlo, tratado neste artigo, pode ser combinado com a engenharia econômica para a medida de valor presente (VP) para considerar o risco na tomada de decisão. Pode também ser usado para comparar com os resultados dos métodos determinísticos, comparando os resultados deste método com os obtidos pelas ferramentas de engenharia econômica (VPL, TIR, VAUE). O método de Monte Carlo pode ser definido como uma técnica de amostragem aleatória (BLANK, 2008; OLIVEIRA, 1982).

Os modelos determinísticos utilizados em simuladores nunca representarão a realidade, pois a certeza não está presente na realidade. Na situação real, eventos não previstos podem acontecer como: aumento do preço de insumos, crise econômica, entre outros. Para obterem-se resultados que representassem a realidade, teriam que ser testadas todas as possibilidades, que no mundo real são inúmeras, o que não é viável. Já os modelos estocásticos tentam representar a realidade - incluindo os riscos - e dependem da qualidade dos dados de entrada. Para este tipo de análise é necessário um estudo estatístico e de distribuição de probabilidade, ou seja, um processo que pode ser complicado e demorado. Ou seja, estes modelos utilizam distribuições de probabilidade para representar os acontecimentos não previstos e tentar através disto representar nos resultados os riscos do investimento. Este tipo de análise só vale à pena se os dados de entrada forem confiáveis, caso contrário os resultados de nada servem (BLANK, 2008; CASAROTTO; KOPITKE, 2006).

Segundo Zhao (2008), apesar de o método de Monte Carlo necessitar das análises citadas anteriormente, o processo da análise de risco de um projeto pode ser simplificado. Isto pode ser feito utilizando algumas distribuições de probabilidade estudadas em estatística, como a Normal, de Weibull ou Cauchy para produzir variáveis aleatórias de maneira extremamente simples. Além disto, o método possui outras vantagens, pois lida com as incertezas do projeto de imediato, além de ser simples e fácil de operar, mesmo quando os dados primários são insuficientes.

Apesar de o método funcionar mesmo com dados primários insuficientes, segundo Hoelsi et al. (2005), a qualidade das saídas depende largamente da qualidade destes dados. De acordo com Oliveira (2008), quando da realização de um projeto de investimento de longo prazo, se encontra muita dificuldade na busca por estimativas de faixas de incerteza. A definição destas faixas é importante, pois a qualidade do resultado dependerá diretamente desta definição.

As árvores de decisão (Figura 1) têm ampla relação com o método de Monte Carlo. Elas são representações gráficas de decisões atuais e futuras e eventos aleatórios, que contará com as probabilidades de ocorrerem após cada nó de incerteza. Esta ferramenta facilita a visualização dos riscos pelo investidor. O seu conceito é simples e serve de base para a análise de cenários que será usada na formulação de alternativas para a simulação. A resolução se dá do fim da árvore para o início. Neste caso as incertezas usadas são valores esperados de VPL, com o uso desta ferramenta é possível calcular o valor equivalente através da média dos VPLs de sucesso e insucesso. Nas árvores de

decisão, os nós quadrados representam decisões, os nós redondos representam as incertezas (eventos aleatórios), e no final de cada ramo estão os possíveis resultados (CASAROTTO; KOPITKE, 2006).

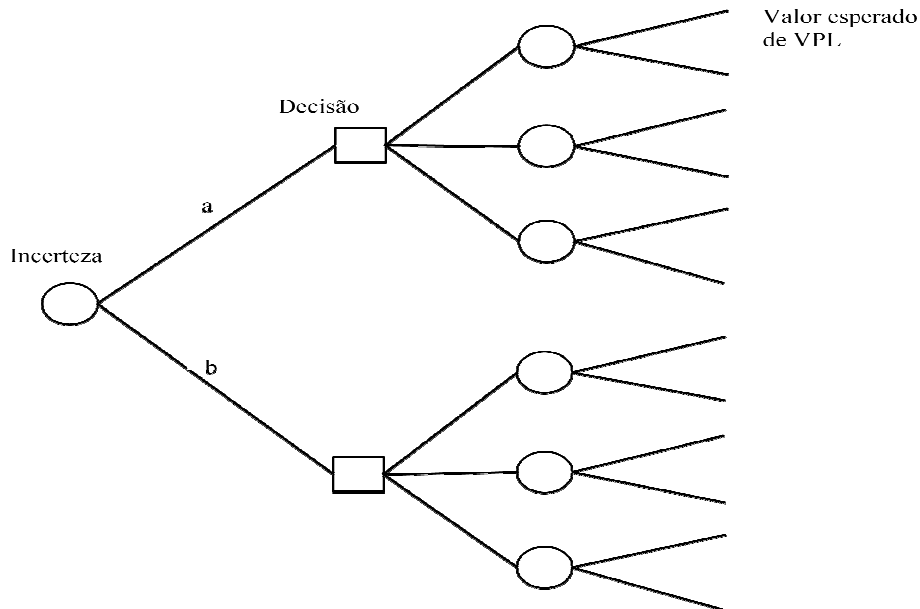


Figura 1. Árvore de Decisão. Fonte: Adaptado de Casarotto e Kopitke (2006).

A simulação de Monte Carlo pode ser dividida em sete passos: formulação das alternativas, seleção dos parâmetros com variação, determinação das distribuições de probabilidade, amostragem aleatória, cálculo da medida de valor, descrição da medida de valor e conclusões (BLANK, 2008).

O primeiro passo, a formulação das alternativas, é a etapa onde são definidas as alternativas a serem consideradas pelo método, ou seja, os cenários possíveis a serem comparados. Para isto foi escolhido o método das árvores de decisão. É necessário também definir nesta etapa as relações para calcular a medida de valor. O passo dois, seleção dos parâmetros com variação, é a etapa onde se selecionam os parâmetros a serem tratados como variáveis aleatórias, para os outros parâmetros se estimam valores. O terceiro passo consiste em determinar distribuições de variáveis. Para isto, é preciso determinar se cada variável é discreta ou contínua. Depois é necessário fazer uma distribuição de probabilidade para cada variável de cada alternativa. Para facilitar o processo e deixá-lo próprio para o uso de simulações computadorizadas, recomenda-se usar distribuições padrão (Normal, Weibull, Cauchy). No quarto passo, é realizado o procedimento de amostragem aleatória. Para isto deve ser feita uma distribuição

cumulativa de números aleatórios, uma seleção destes e a definição de uma amostra de tamanho n para cada variável. No passo cinco, são calculados n valores da medida de valor escolhida com base nas relações definidas no primeiro passo, utilizando os valores estimados e os n valores amostrais. No sexto passo são construídas as análises dos resultados, como análise de média, mediana, análise de probabilidades e análises gráficas. No último passo é decidida qual é a melhor das alternativas e são tiradas as conclusões a respeito das mesmas. Nesta etapa também pode ser feita uma comparação com os resultados com presunção de certeza (BLANK, 2008).

3. Procedimentos Metodológicos

Este artigo estudará um projeto de uma pequena empresa de incorporação. Este será realizado em um empreendimento de incorporação de quatorze terrenos para a construção de sete prédios residenciais. Para isto, depois de feito o levantamento e o estudo do referencial teórico, será testado o método de Monte Carlo, que foi escolhido para calcular o risco, pois consegue fazer isto de uma forma simples e com baixo custo. Posteriormente o mesmo será comparado a análises tradicionais, como o VPL, com o intuito de testar a validade do método proposto. Os resultados obtidos dos métodos, então, serão utilizados para auxiliar na tomada de decisão entre realizar o projeto ou aplicar o dinheiro em outro projeto, ou seja, testar sua viabilidade econômica.

3.1 Descrição do cenário

O trabalho será realizado na JCB Urbanizadora, em Caxias do Sul, RS. A mesma é considerada uma empresa de pequeno porte, e não possui filiais ou outras unidades. A JCB trabalha no mercado de urbanização e incorporações imobiliárias. A empresa possui atualmente apenas três funcionários. Todo o trabalho de construção, venda, topografia, logística, segurança, e quaisquer outros serviços são terceirizados. A empresa optou pelo foco nos seus processos chave, o planejamento, a administração e a incorporação dos projetos. Primeiramente a empresa trabalha urbanizando grandes áreas e dividindo estas em lotes unitários. Depois de urbanizada e dividida em lotes a área passa a ser vendida, ou então, é realizada a incorporação por outras empresas ou pela própria JCB.

A urbanização, primeira etapa do processo, consiste em construir toda a parte de saneamento, calçamento – as ruas – e distribuição de energia elétrica da área. Por serem de responsabilidade pública, depois de construídas, estas obras são doadas à prefeitura que passa a ser responsável pela manutenção das mesmas. Na segunda etapa do processo existem três possibilidades de negócio, são elas: o lote pode ser vendido

unitariamente para a construção de uma casa ou prédio; um grupo de lotes pode ser vendido para uma incorporadora realizar um projeto; ou a própria JCB incorporar os esforços de diversas outras empresas para executar a obra. Dentre estas três, a última opção é a mais rentável, porém é a que mais consome recursos.

Os clientes da empresa, portanto, podem ser tanto incorporadoras e construtores, quanto o cliente final que compra o imóvel diretamente da JCB. Os lotes não são vendidos individualmente para investidores, eles são vendidos para incorporadoras ou para um cliente interessado em construir para ele ou para terceiros. Todos os terrenos que são vendidos devem ser usados para execução de obras residenciais, o que é previamente acordado em contrato. Por conseguinte, o loteamento da empresa, depois de todos os lotes vendidos, fica com todos os terrenos construídos.

3.2 Caracterização do método de pesquisa

Este artigo compreende em uma pesquisa aplicada, pois tem como objetivo resolver um problema concreto, sendo realizado em forma de pesquisa descritiva. Quanto à forma de abordagem do problema, esta pesquisa é classificada como quantitativa, pois utilizará ferramentas numéricas. Realizará através destas, cálculos sobre os investimentos, e seus prováveis retornos, dados que serão analisados posteriormente. Quanto aos procedimentos, será efetuada uma pesquisa-ação onde os resultados obtidos serão utilizados na realização do projeto. Ou seja, a pesquisa será realizada para obter dados que serão utilizados no projeto da empresa.

3.3 Caracterização do método de trabalho

Nesta pesquisa será realizada uma análise de investimento com o objetivo de decidir se é viável para a empresa JCB realizar um projeto de incorporação, entrando assim neste mercado ainda não muito explorado pela mesma. Para isto serão utilizadas simulações de Monte Carlo e suas comparações com método do VPL. A ferramenta será utilizada em planilhas de Excel, que serão desenvolvidas para o uso neste trabalho. A pesquisa será dividida em quatro principais etapas, são elas: elaboração do referencial teórico, descrição das técnicas e ferramentas, planejamento, coleta e análise dos dados.

3.3.1 Elaboração do referencial teórico

O referencial teórico foi elaborado após uma revisão da bibliografia sobre engenharia econômica e de artigos relacionados ao tema da análise de investimento e do uso das simulações de Monte Carlo. Através desta revisão foi decidido junto à empresa que uma análise em relação a um novo projeto de incorporação seria o melhor uso para testar esta ferramenta. A JCB está começando a trabalhar no ramo das incorporações e

este é o primeiro grande projeto de incorporação realizado por ela. Portanto, foi considerado como prioritária a realização de uma análise deste projeto.

3.3.2 Descrição das técnicas e ferramentas

Para a análise financeira deste trabalho será utilizado o Microsoft Excel como ferramenta base. Neste, serão elaboradas planilhas que irão calcular as técnicas do VPL e as simulações de Monte Carlo. O uso de ferramentas computacionais é essencial principalmente para as simulações de Monte Carlo que necessitam de diversos cálculos para testar as hipóteses. Para gerar as variáveis aleatórias será utilizado o algoritmo de Mersenne Twister, desenvolvido pelos professores japoneses Makoto Matsumoto e Takuji Nishimura. Este algoritmo pode ser instalado e utilizado no Microsoft Excel como suplemento.

O cálculo das simulações de Monte Carlo depende da escolha dos parâmetros de entrada (inputs) e também de quais deles irão variar aleatoriamente. Portanto é importante decidir o que vai ser considerado variável (input com risco) e o que será estimado como certo. Para isto será feita uma reunião com o engenheiro responsável pelo projeto para definir o que deve ser considerado.

3.3.3 Planejamento e coleta de dados

O projeto a ser analisado tem seu início programado para Março, portanto será possível durante o estudo de campo deste trabalho, acompanhar toda a parte de planejamento do projeto. Durante esta etapa do projeto serão definidas as variáveis que servirão de input as ferramentas de análise, portanto nesta etapa será realizada a coleta de dados e serão discutidos os motivos pelos quais estas variáveis foram escolhidas.

3.3.4 Análise dos dados

A última etapa consiste em realizar todos os cálculos necessários com os dados coletados em campo. Serão feitas demonstrações através do Excel e realizadas todas as análises gráficas necessárias para o apoio ao processo decisório do projeto em questão. Depois estes resultados serão comparados com os obtidos pelo VPL tradicional com o intuito de testar sua validade. Ao final serão feitas as considerações sobre o método bem como as dificuldades e vantagens do mesmo.

4. Resultados e Discussão

O estudo de caso realizado na empresa consiste na análise de investimento da construção de sete prédios residenciais, com 24 apartamentos cada, em terrenos próprios. Estes prédios são destinados a clientes da classe D e C e serão vendidos na planta por R\$ 85.000,00 a unidade. O financiamento de venda para os clientes será

realizado pela Caixa Econômica Federal. Neste projeto a empresa estimou, antes da realização deste estudo, que gastaria em torno de R\$ 9.411.000,00 reais. Para a empresa, uma maneira de quantificar o risco seria acrescentar 10% de margem sobre o custo total do projeto, o que resultaria num custo total de R\$ 10.352.100,00. A proposta deste estudo é analisar este investimento em contrapartida as alternativas de investimento possíveis, considerando o risco. Para isto será utilizado o método de Monte Carlo para variar os inputs do VPL e chegar a um valor mais próximo do valor real futuro.

Esta etapa está dividida em quatro partes: 4.1 Apresentação do modelo. Apresenta o modelo utilizado e define como este irá interagir com o estudo de caso. 4.2 Descrição das variáveis. Descreve quais são, como foram escolhidos os inputs com risco (variáveis) e o que é estimado como certo. E por fim, 4.3 Aplicação das simulações e resultados, que demonstra como foram feitas as simulações de Monte Carlo e os resultados obtidos.

4.1 Apresentação do modelo

O modelo utilizado se baseia no método do VPL para a distribuição das entradas e despesas, como apresentado na figura 2. O trabalho tem como foco a análise das despesas. As entradas da venda dos imóveis serão consideradas como única e sessenta dias após o término de cada prédio. Isto foi definido em reunião com os responsáveis pela administração do projeto. Esta definição ocorre por que, segundo a empresa, os apartamentos serão todos vendidos antes do término da obra. Por ser feita através de financiamentos pela Caixa Econômica Federal, o valor é recebido pela empresa integralmente após a entrega do imóvel ao cliente. Sessenta dias é o prazo médio após a entrega do imóvel que a Caixa demora a liberar o crédito, ou seja, um tempo médio de tramitação da documentação.

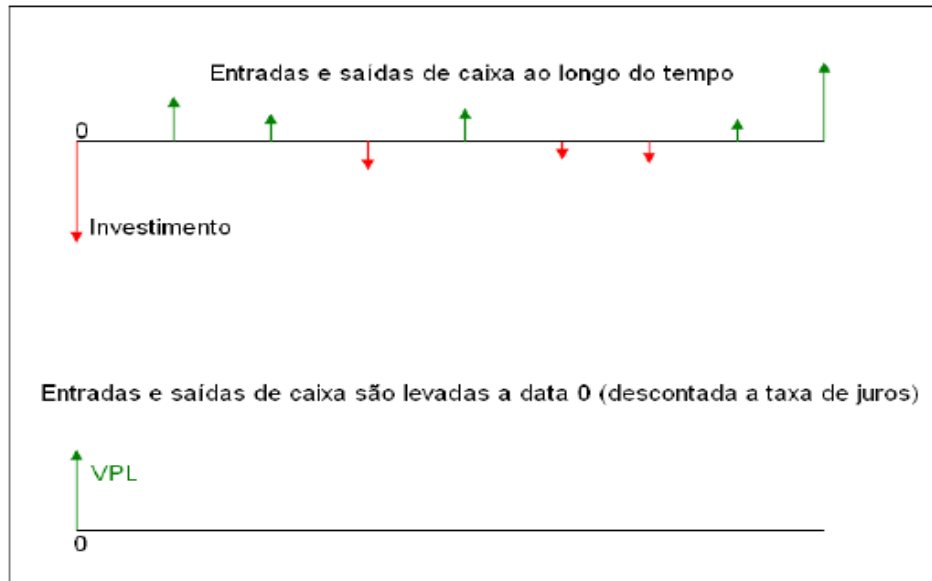


Figura 2. O conceito de VPL. Fonte: Oliveira (2008).

As despesas, foco do estudo, serão divididas em uma parte estimada como certa (parte fixa) e outra como variável (riscos). Na parte variável, serão utilizadas simulações de Monte Carlo para que se tenham valores randômicos dentro de uma distribuição de probabilidade. A intenção deste modelo é quantificar os riscos do projeto. Depois de somadas a parte fixa e a variável da despesa, esta soma será usada como input para cálculo do VPL e depois será levada para a data zero, como demonstrado na figura 2.

Para a empresa ter uma análise de investimento, é necessária uma comparação do projeto com alternativas, como demonstrado na Figura 3. Para considerar estas alternativas de investimento seria necessário avaliar quanto à empresa conseguiria de lucro em outros projetos. Para isto, foi definida uma TMA (taxa mínima de atratividade) pela empresa de 2,5% ao mês. Como a intenção é utilizar o método do VPL, estes investimentos alternativos já estarão sendo considerados em relação ao projeto original, ao usar a TMA na fórmula do VPL. Portanto para este estudo, será calculado o VPL apenas do projeto analisado. No caso de comparar com outros projetos específicos, o projeto que tiver maior VPL positivo é o mais rentável, em caso de ambos resultarem em VPL negativo, a melhor opção será utilizar o capital em outros investimentos.

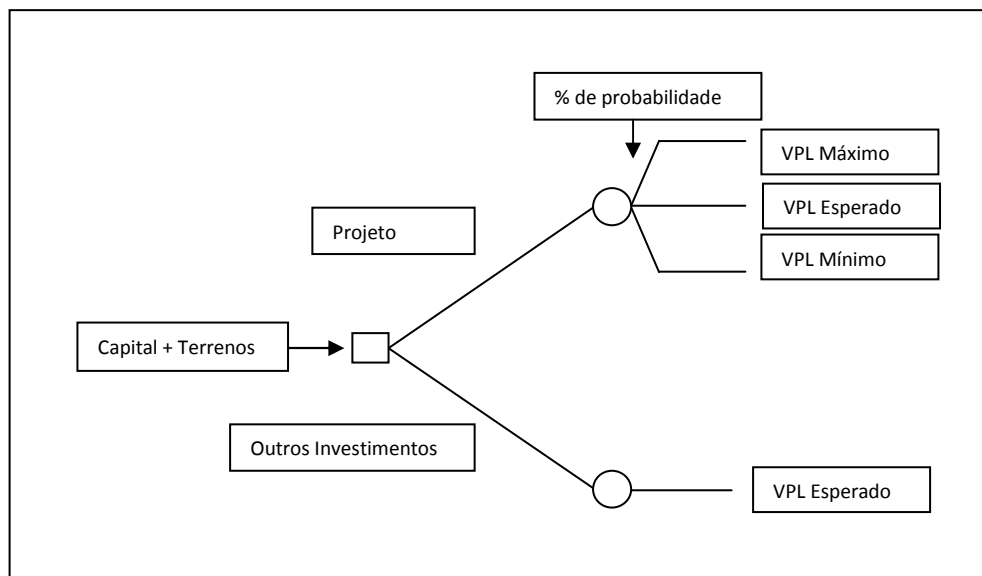


Figura 3. Alternativas de investimento. Fonte: Adaptado de Casarotto e Kopitke (2006).

4.2 Descrição das variáveis

Após reuniões com os responsáveis pelo projeto na empresa e baseado nas informações coletadas, foi elaborada a Tabela 1, que descreve os custos, despesas e seus valores esperados para a construção de cada um dos prédios. Estes valores foram levantados através de orçamentos e também através da experiência de outros projetos semelhantes. Os custos relativos ao terreno serão contabilizados no início de cada fase do projeto. Os custos relativos ao projeto serão reduzidos, pois serão construídos sete prédios iguais. O custo do projeto do segundo prédio é 80% em relação ao primeiro, o do terceiro são 60%, o quarto são 40% e do quinto ao sétimo o custo é de 20%. Estes valores dependem de negociação, mas está é a regra que foi orçada pelo engenheiro responsável pelo projeto. Segundo a empresa, os gastos referentes à obra são distribuídos de forma quase uniforme durante os 12 meses de construção de cada prédio. Como a empresa não possui um planejamento exato da distribuição destes gastos dentre os meses de construção, estes serão uniformemente distribuídos. A variação destes valores ficará a cargo das simulações de Monte Carlo.

Cada terreno tem 360 metros quadrados, e são necessários dois terrenos para cada prédio. Como cada terreno custa R\$ 110.000,00, isto gera um gasto de R\$ 220.000,00 por prédio. Cada apartamento terá 44,33m² privativos, num total de 1064m² de área privativa construída por prédio. Como o índice construtivo da região do projeto é de 1,2, a área privativa máxima de construção seria de 360m² x 2 terrenos = 720m² x

1,2 IC = 864m² de área privativa. Como serão necessários 1064m² para a construção, será preciso comprar 200m² de índice construtivo, totalizando R\$ 30.000,00 de custo por prédio.

Tabela 1. Custos e Despesas para a construção de um prédio com 24 apartamentos.

Custos e Despesas	Valor Esperado
Terreno	R\$ 220.000,00
Projetos	R\$ 40.000,00
Obra	R\$ 960.000,00
Gastos iniciais	R\$ 6.000,00
Despesas Legais	R\$ 50.000,00
Infraestrutura	R\$ 2.000,00
Segurança	R\$ 6.000,00
Execução	R\$ 50.000,00
Publicidade	R\$ 1.000,00
Índice Construtivo	R\$ 30.000,00

Os gastos iniciais são referentes à manipulação geral do terreno, como: sondagem, terraplanagem e marcação. As despesas legais são: INSS, receita federal, cartório, registro de imóveis e IPTU. O pagamento destas despesas é efetuado no fim do projeto, com exceção do IPTU, pago em Fevereiro (valor de 100 reais por terreno). Os gastos de infraestrutura são para a construção do alojamento de obra, muros, tapumes e para a ligação de água e luz. A execução é o pagamento para o engenheiro responsável pela execução da obra.

O projeto é dividido em três fases. Na primeira é construído o primeiro prédio, na segunda são construídos mais dois prédios e na terceira os últimos quatro. Os primeiros seis meses correspondem à fase de projeto da construção do primeiro prédio. Nesta fase entram os gastos com o terreno, projeto, gastos iniciais e índice construtivo. No mês sete, são iniciadas as obras do primeiro prédio, que tem duração total de doze meses. Nesta fase entram os gastos de obra, execução, infraestrutura, segurança, publicidade e despesas legais. Estes primeiros dezoito meses correspondem à primeira fase do projeto. O projeto para a execução da segunda fase da obra se inicia no 13º mês

e suas obras se iniciam no 19º. A distribuição dos gastos do projeto em relação à linha de tempo está organizada na Figura 4.

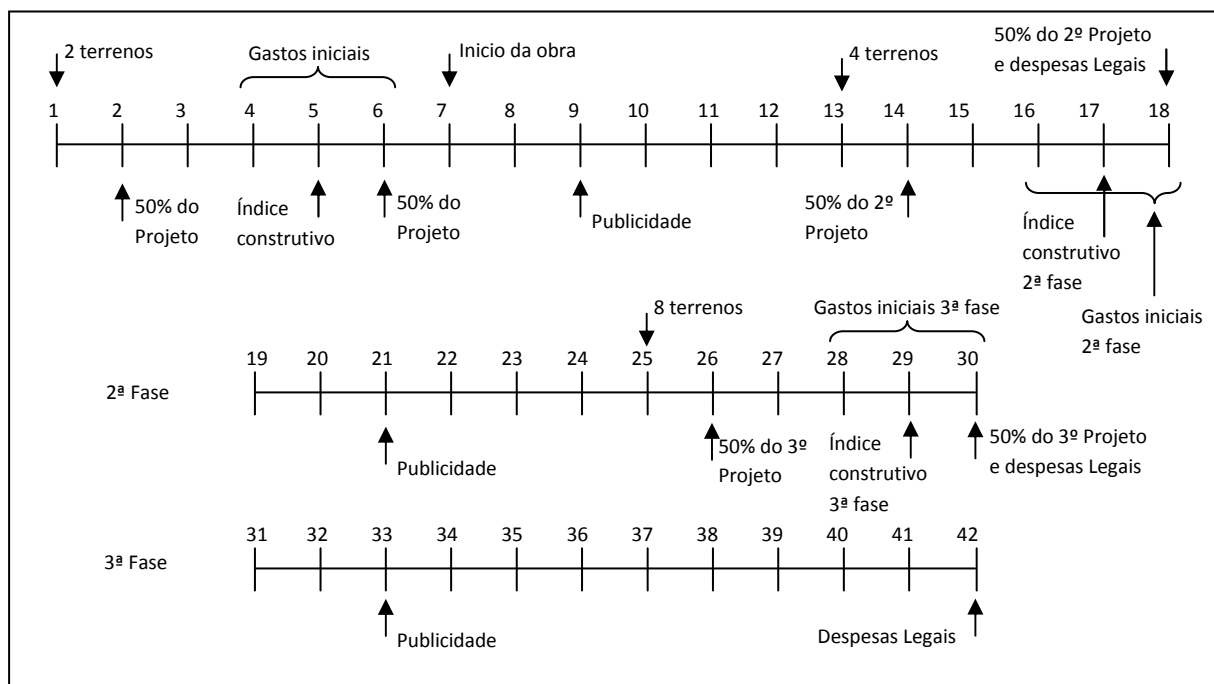


Figura 4. Linha do tempo.

Para realizar as simulações de Monte Carlo é importante fazer a definição de qual parte das despesas será considerada variável. Portanto, em análise com os responsáveis pelo projeto, ficou definido que as despesas referentes à obra eram as que mais sofriam variações durante os projetos, além de representarem mais de 70% dos custos dos mesmos. Por conseguinte, estas eram as despesas que mais se tem interesse de quantificar as incertezas. Os outros custos, por variarem muito pouco ou por terem variações ajustadas por contrato (ficando os riscos com a empresa contratada), foram considerados como certos.

Para se quantificar os riscos referentes à obra, primeiro, estes custos foram divididos em custos de material e custos de mão de obra. A mão de obra custa R\$ 300,00 por metro quadrado construído. Este valor é acertado em contrato e ajustado por dissídio, não representando riscos ao projeto. Por outro lado, os custos de material giram em torno de R\$ 500,00 por metro quadrado, e podem variar devido a diversos fatores de mercado. Para poder quantificar os riscos de variação dos custos do material da obra, foram definidos os principais fatores que podem influenciar nestes custos. Segundo Fernandes (2005), os riscos podem ser agrupados em categorias, desde que estas categorias sejam independentes, ou seja, que os riscos de uma categoria não

influenciem os resultados da outra. Deste modo, os fatores foram divididos em três principais categorias independentes. Os fatores, assim como a sua divisão entre as categorias, estão apresentados na Figura 5.

Categoria	Fatores de risco
Cenário Econômico	Subsídios governamentais
	Flutuações da curva de oferta e demanda
Projetos (estrutural, elétrico, arquitetônico)	Quantidade de aço
	Quantidade de madeira
	Quantidade de alvenaria
	Custos de acabamento e revestimento
Perdas	Desperdícios por mau uso (retrabalho)
	Roubo de material da obra
	Material danificado no transporte e movimentação

Figura 5. Fatores de risco e suas Categorias.

As variações do cenário econômico podem influir nos custos devido a subsídios governamentais (mudança na política de impostos) ou flutuações da curva de oferta e demanda. Estas variações podem alterar o custo de material e são difíceis de prever, principalmente em longo prazo. As variações dos projetos foram consideradas devido à mudança na quantidade de material utilizada, que depende diretamente da forma como é feito e executado o projeto. Mesmo na contratação de um profissional de confiança, só é possível mensurar a quantidade de material a ser usada na construção, depois de pronto o projeto. Mesmo assim, essas quantidades variam durante a obra, dependendo também da qualidade da execução da mesma. Os fatores referentes às perdas, citados na Tabela 2, ocorrem de forma aleatória e não podem ser previstos em nenhum planejamento de forma exata, por isso, também foram considerados como risco.

A qualidade dos resultados nas simulações de Monte Carlo depende da escolha do modelo. Portanto, depois do levantamento dos fatores de risco e do agrupamento dos

mesmos em categorias, é necessário definir as distribuições de probabilidade. A empresa não possui dados históricos para a construção destas distribuições. Porém, no caso de ausência ou insuficiência de dados históricos, podem-se utilizar distribuições triangulares para os riscos. Para isto, é preciso estipular três parâmetros para cada categoria: um valor de risco mínimo, outro para um risco esperado e um terceiro para um risco máximo (FERNANDES, 2005). Na Tabela 2 estão apresentadas as categorias de risco com a definição dos riscos mínimo, esperado e máximo. Os valores da tabela são percentuais referentes aos gastos totais em material, ou seja, sobre os R\$ 500,00 por metro quadrado, na construção de cada prédio.

Tabela 2. Parâmetros dos riscos.

	Cenário Econômico	Projetos	Perdas
Risco mínimo	-5%	-10%	-2%
Risco esperado	5%	4%	10%
Risco Máximo	10%	10%	20%

Como a área total de cada apartamento é de 50m² e cada prédio contém 24 apartamentos, a área total construída de cada prédio é de 1200m². Portanto, multiplicando o custo por metro quadrado pela área total temos um custo total de R\$ 600.000,00 de material por prédio. Por conseguinte, os riscos da Tabela 2 resultam nos custos da Tabela 3. Isto significa que, para um mês de obra em um dos prédios, os custos de materiais podem variar de uma economia de R\$ 8.500,00 até um custo extra de R\$ 20.000,00.

Tabela 3. Custos dos riscos por prédio.

	Cenário Econômico	Projetos	Perdas	Total	Por mês de obra
Risco mínimo	-R\$ 30.000	-R\$ 60.000	-R\$ 12.000	-R\$ 102.000	-R\$ 8.500
Risco esperado	R\$ 30.000	R\$ 24.000	R\$ 60.000	R\$ 114.000	R\$ 9.500
Risco Máximo	R\$ 60.000	R\$ 60.000	R\$ 120.000	R\$ 240.000	R\$ 20.000

4.3 Aplicação das simulações e resultados

Para a resolução das simulações de Monte Carlo, as despesas foram primeiramente distribuídas dentre os meses do projeto. Depois disto, foram acrescentadas as entradas da venda dos prédios sessenta dias após o término de cada um deles. Com o fluxo de caixa organizado, foi feito o cálculo tradicional do VPL. Como a empresa havia decidido por uma TMA de 30% ao ano, isto resulta numa taxa de 2,5% ao mês. Portanto, o VPL deste projeto com uma TMA de 2,5% ao mês é igual a R\$ 657.501,53. Isto significa que além de cobrir os 30% ao mês da TMA de outros investimentos, este projeto irá retornar R\$ 657.501,53 de lucro. Este é um ótimo resultado, porém, sem uma quantificação dos riscos, em um projeto de 44 meses, esta informação pode ser insuficiente ou até superestimada.

Numa segunda etapa, foram executadas as simulações randômicas de Monte Carlo, em forma de distribuições triangulares, utilizando o algoritmo de Mersenne Twister. Foram realizadas trinta mil iterações para cada categoria de risco, o máximo que o suplemento permite. Os resultados obtidos foram somados para cada iteração como risco total por prédio. Estes diversos riscos totais foram divididos por doze (duração da obra de um prédio), resultando em trinta mil valores possíveis de variação no custo de material em um mês. Desta maneira, o valor dos riscos foi dividido de forma uniforme dentre os meses de execução das obras. Estes valores foram somados ao fluxo de caixa, considerando o número de prédios em construção para cada fase do projeto, resultando por sua vez em trinta mil diferentes fluxos de caixa e trinta mil diferentes VPL.

Depois de realizar as distribuições de frequência dos fluxos de caixa, foi possível construir um gráfico com a distribuição acumulada. Através deste, é possível afirmar que temos 80% de chances de o lucro ser superior a R\$ 2.998.082,18, como demonstrado na Figura 6. Também é possível visualizar no histograma a distribuição dos outros cenários. Na Tabela 4 é possível visualizar a distribuição destes cenários.

Tabela 4. Distribuição dos lucros.

Lucro	Valor
Mínimo	R\$ 2.352.743,55
Máximo	R\$ 4.728.138,94
Médio	R\$ 3.446.865,84
Mais provável	R\$ 3.231.502,54

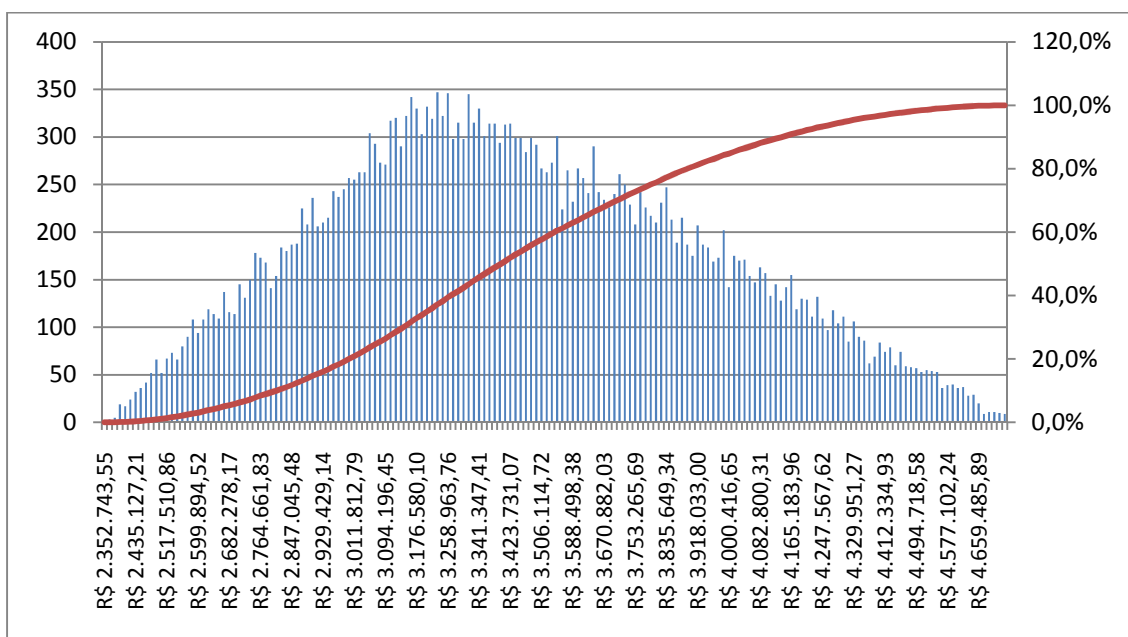


Figura 6. Histograma e curva de distribuição acumulada do fluxo de caixa.

O mesmo processo é realizado para fazer a análise dos trinta mil cenários de VPL. Neste caso, através da análise gráfica é possível afirmar que em 95,4% dos casos o VPL é positivo e em contrapartida em 4,6% negativo (vide Figura 7). Isto significa que o projeto tem 4,6% de chances de insucesso. É relevante afirmar que as chances de o VPL ser superior a R\$ 159.878,90 é de 80%, variando entre -R\$ 151.652,18 e R\$ 994.974,95. Também é importante ressaltar que o erro calculado da amostra é de R\$ 4.141,34. Ao observar os dados resultantes do VPL em conjunto com a simulação de Monte Carlo, pode-se verificar que o VPL tradicional teve um resultado bem diferente. De acordo com a simulação de Monte Carlo a probabilidade de o VPL ser superior a R\$ 656.959,88 é de 14,1%, lembrando que o VPL tradicional resultou em R\$ 657.000,00. Na Tabela 5 podemos ver a distribuição de cenários em relação ao VPL do projeto.

Tabela 5. Distribuição dos VPLs.

VPL	Valor
Mínimo	-R\$ 151.652,18
Máximo	R\$ 994.974,95
Médio	R\$ 376.506,16
Mais provável	R\$ 272.550,59

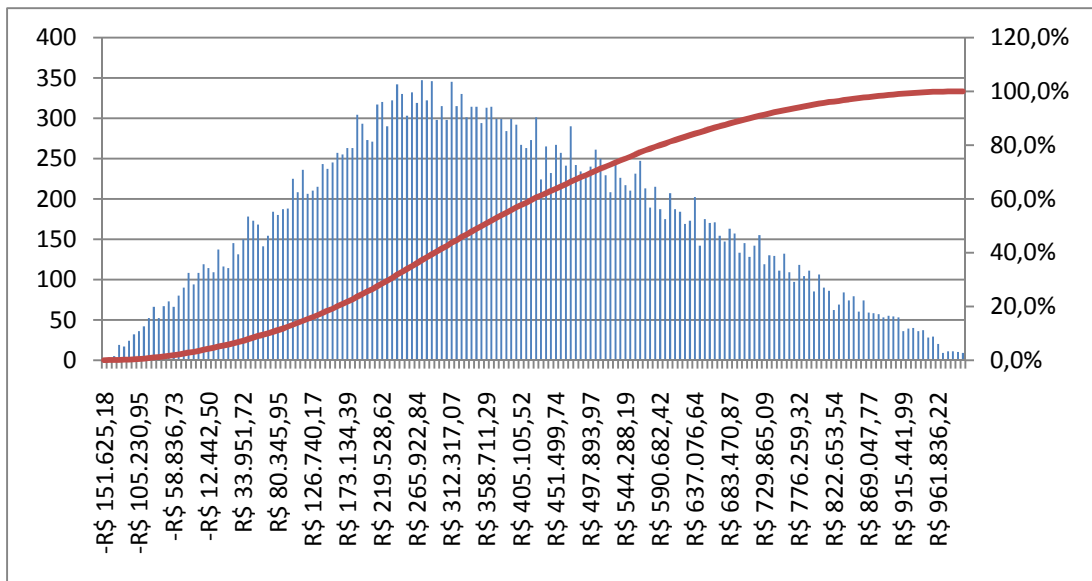


Figura 7. Histograma e curva de distribuição acumulada do VPL.

O principal motivo para a diferença entre os resultados do VPL tradicional e do VPL complementado com análise de risco por Monte Carlo é o próprio acréscimo dos custos referentes ao risco. No caso do VPL com Monte Carlo, foi possível verificar que o cenário não era tão favorável quanto parecia, possibilitando também mensurar a chance de insucesso do investimento.

5. Conclusões

O objetivo principal do trabalho era testar a viabilidade do modelo que combina a ferramenta do VPL com as simulações de Monte Carlo. Foi possível observar que o uso deste modelo é possível, viável economicamente quando combinado com o Excel e de fácil utilização. O modelo não necessita de computadores avançados para realizar seus cálculos e não exige conhecimentos avançados de Excel. Portanto, uma empresa de pequeno porte pode utilizar esta ferramenta sem custo extra e sem necessidade de treinamentos avançados.

Por necessitar de uma análise mais profunda das variações do mercado, o método auxiliou na percepção por parte da empresa dos reais riscos do projeto. Para poder quantificar as variações do mercado, foi necessária a definição do que era importante considerar como variável, e definir o quanto poderia variar. Como normalmente a empresa simplesmente acrescenta um percentual total de risco ao projeto, esta análise refinou bastante a quantificação das variações do mercado, um dos objetivos do trabalho. Em vez de tentar supor aleatoriamente um risco ao projeto, desta maneira a empresa está realmente tentando mensurar quanto o projeto poderá variar.

Com o uso desta análise a empresa deixa de utilizar uma margem de risco fixa e passa a ter uma análise de risco diferente para cada projeto.

Depois de analisar os resultados, pode-se perceber que os resultados do VPL com o auxílio das simulações, retornam valores mais condizentes com a realidade. Por possuir uma gama de diferentes resultados, possibilita também, que sejam feitas análises de probabilidade de ocorrência de cenários e de um provável resultado mínimo e máximo. Isto fica claro quando percebemos que o resultado do VPL tradicional (R\$ 657.000,00) teria aproximadamente 14% de chances de ocorrer segundo os resultados da simulação de Monte Carlo. Foi possível observar também que, o lucro máximo (R\$ 4.728.138,94) resultante das simulações, é muito próximo ao lucro calculado sem o risco (R\$ 4.029.000,00), e que as chances de o lucro ser inferior a este valor é de aproximadamente 86%. Isto reforça a idéia de que conclusões incorretas podem ser feitas se as simulações de Monte Carlo são deixadas de lado. Estas conclusões auxiliam o processo decisório da empresa, facilitando a escolha do projeto mais lucrativo considerando as variações dos riscos do projeto.

É importante salientar como dificuldade deste trabalho, a etapa de definição de variáveis. Está é uma parte muito importante do trabalho, pois é a escolha destes que irá definir a qualidade dos dados de saída. Durante esta etapa, ficou clara a dificuldade em se definir o que era mais importante classificar como incerteza e como, de alguma forma, mensurar estas incertezas.

Portanto, um trabalho mais extenso e criterioso poderia ser desenvolvido para a escolha e definição das incertezas. Possivelmente, um estudo para a criação de um método padrão para a definição destas poderia ser feito em trabalhos futuros. Por fim, o uso das simulações de Monte Carlo para análises financeiras poderia ser utilizado não só em outros trabalhos, mas também em outros setores, com o propósito de corroborar o uso deste modelo como ferramenta de análise de investimentos.

Bibliografia

BALARINE, O. O uso da análise de investimentos em incorporações imobiliárias. **Revista Produção**, v. 14, n. 2, 2004.

BALARINE, O. **Determinação do impacto de fatores sócio-econômicos na formação do estoque habitacional em porto alegre**. Porto Alegre: Edipucrs, 1996.

BLANK L.; TARQUIN A. **Engenharia econômica**. 6 ed. São Paulo: McGraw-Hill, 2008.

CASAROTTO FILHO, N.; KOPITKE, B. H. **Análise de Investimentos**. 9 ed. São Paulo: Atlas, 2006.

FERNANDES, C. A. Gerenciamento de riscos em projetos: como usar o Microsoft Excel para realizar a simulação Monte Carlo, 2005.

HOELSI, M.; JANI, E.; BENDER, A. Monte Carlo simulations for real estate valuation. **Journal of Property Investment & Finance**, Vol. 24, No. 2, 2006.

HUTCHISON, N; NANTHAKUMARAN, N. The calculation of investment worth: Issues of market efficiency, variable estimation and risk analysis. **Journal of Property Investment & Finance**, Vol. 18 n. 1, 2000, pp. 33-51.

IBGE (2009). PAIC (Pesquisa Anual da Indústria da Construção). Disponível em: http://www.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/noticia_visualiza.php?id_noticia=1392&id_pagina=1. Acesso em: 08/09/2010 às 21h24min.

OLIVEIRA, J. A. N. **Engenharia econômica**: uma abordagem às decisões de investimento. São Paulo: McGraw-Hill do Brasil, 1982.

OLIVEIRA, M. H. F. **A avaliação econômico-financeira de investimentos sob condição de incerteza**: uma comparação entre o método de Monte Carlo e o VPL *fuzzy*. 2008. 231 f. Dissertação (Mestrado) USP, São Carlos, 2008.

REZLER, G.; VIEIRA, W.; DEL CORSO, J. M. Mensuração do risco de um projeto de base imobiliária a partir do cash flow at risk. **Revista de Negócios**, ISSN 1980-4431, Blumenau, v. 14, n. 3 p. 88-104, 2009.

SILVA, F. N.; FERREIRA, M. A. M.; PAZZINZ, F. L. S.; ABRANTES, L. A. Abordagem determinística e de simulação de risco como instrumentos de análise de viabilidade financeira em investimentos imobiliários. **Revista de Negócios**, Blumenau, v. 12, n. 3, p. 03-17, 2007.

ZHAO, W.; LIU, R. Study on engineering project investment risk measure based on monte carlo method. **International Conference on Information Management, Innovation Management and Industrial Engineering (IEEE)**, 2008.