

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
ESCOLA DE ENGENHARIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL**

Matheus Lora Camboim

**ANÁLISE DE RISCO E OTIMIZAÇÃO DE UM PORTFÓLIO
DE INVESTIMENTOS IMOBILIÁRIOS**

Porto Alegre
dezembro 2015

MATHEUS LORA CAMBOIM

**ANÁLISE DE RISCO E OTIMIZAÇÃO DE UM PORTFÓLIO
DE INVESTIMENTOS IMOBILIÁRIOS**

Trabalho de Diplomação apresentado ao Departamento de Engenharia Civil da Escola de Engenharia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, como parte dos requisitos para obtenção do título de Engenheiro Civil

Orientador: Francisco José Kliemann Neto

Porto Alegre
dezembro 2015

MATHEUS LORA CAMBOIM

**ANÁLISE DE RISCO E OTIMIZAÇÃO DE UM PORTFÓLIO
DE INVESTIMENTOS IMOBILIÁRIOS**

Este Trabalho de Diplomação foi julgado adequado como pré-requisito para a obtenção do título de ENGENHEIRO CIVIL e aprovado em sua forma final pelo/a Professor/a Orientador/a e pela Coordenadora da disciplina Trabalho de Diplomação Engenharia Civil II (ENG01040) da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Porto Alegre, dezembro de 2015

Prof. Francisco José Kliemann Neto
Dr. pelo Institut National Polytechnique de Lorraine
Orientador

Profa. Carin Maria Schmitt
Dra. pelo PPGA/UFRGS
Coordenadora

BANCA EXAMINADORA

Prof. Francisco José Kliemann Neto (UFRGS)
Dr. pelo Institut National Polytechnique de Lorraine

Prof. Ricardo Gonçalves Faria Corrêa
Mestre pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Profa. Ana Paula Beck da Silva Etges
Mestre pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao Prof. Francisco José Kliemann Neto, orientador deste trabalho, pelas conversas, conselhos e aprendizados compartilhados durante a graduação.

Agradeço aos meus pais pelo carinho, pelo amor, pela dedicação e pela educação que me proporcionaram, sem as quais este sonho não seria possível.

Agradeço à minha namorada pelo amor, pela paciência, e pelo suporte ao longo do trabalho.

Por fim, agradeço a todos meus amigos, que de alguma forma contribuíram para o meu desenvolvimento, intelectual e pessoal, e sempre estiveram ao meu lado nesta jornada.

“O sucesso em investimentos é obtido não por estar
correto ou preciso sempre, mas por estar constantemente
menos errado do que o resto.”

Aswath Damodaran

RESUMO

Este trabalho realizou uma análise e elaboração de um portfólio composto por investimentos em empreendimentos imobiliários e aplicações financeiras livres de risco, a fim de revelar que, quando da aplicação em conjunto nestes investimentos sob um mesmo portfólio, uma mitigação do risco das incertezas futuras quanto à rentabilidade dos investimentos em comparação com o investimento individual apenas em cada um destes ativos ocorre. A partir da revisão da literatura que aborda os principais conceitos de securitização de imóveis, análise de investimentos e análise de riscos, e teoria de seleção de portfólios, adotou-se critérios para a escolha de determinadas variáveis para realizar uma análise de viabilidade em um projeto de incorporação imobiliária e uma posterior análise de composição de um portfólio com este empreendimento. Primeiramente, foi realizado um estudo de viabilidade econômico-financeira para um projeto de incorporação imobiliária, aliado a uma análise de risco probabilística pelo método de simulação de Monte Carlo para diferentes cenários. Na segunda parte do trabalho, foi feita a composição de um portfólio constituído pelo empreendimento estudado e por aplicações em títulos de dívida pública, baseado em cenários históricos e estimados futuros de correlação entre os ativos. Constatou-se que, apesar da imprevisibilidade do comportamento das aplicações financeiras estudadas, a otimização de um portfólio por mitigação do risco conjunto da carteira é possível, isto é, existe uma fronteira eficiente desta carteira para determinados níveis de risco e combinações. Por fim, se conclui que o mesmo estudo depende da correta avaliação das premissas seguidas quanto aos parâmetros históricos e estimativas futuras, exigindo uma atualização constante dos analistas quando da realização de um estudo deste tipo.

Palavras-chave: Investimentos Imobiliários. Análise de Viabilidade.
Análise de Riscos. Simulação de Monte Carlo. Otimização de Portfólios. Fronteira Eficiente.

LISTA DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| Figura 1 – Diagrama das etapas de pesquisa | 17 |
| Figura 2 – Fronteira Eficiente de um Portfólio | 46 |
| Figura 3 – Comparação entre Curva de Vendas e Curva de Obra acumuladas | 52 |
| Figura 4 – Comparação entre dados reais e distribuição normal acumulada do CRC realizado <i>versus</i> orçado | 56 |
| Figura 5 – Comparação do % do VGV acumulado entre a curva de vendas original e curva de vendas para o cenário de risco analisado | 57 |
| Figura 6 – Comparação da evolução do VPL acumulado dos cenários analisados | 59 |
| Figura 7 – Distribuição de resultados para o VPL | 59 |
| Figura 8 – Distribuição de resultados para a TIR | 60 |
| Figura 9 – Distribuição de resultados para a TIRM | 61 |
| Figura 10 – Curva de Juros Futuros SELIC/CDI | 64 |
| Figura 11 – Fronteira Eficiente do Portfólio para o primeiro cenário de correlação | 67 |
| Figura 12 – Fronteira Eficiente do Portfólio para o segundo cenário de correlação | 69 |
| Figura 13 – Fronteira Eficiente do Portfólio para o primeiro cenário de correlação | 71 |

LISTA DE TABELAS

| | |
|--|----|
| Tabela 1 – Áreas do Projeto | 48 |
| Tabela 2 – Tipologia dos apartamentos | 49 |
| Tabela 3 – Valor Geral de Vendas | 50 |
| Tabela 4 – Componentes do fluxo de caixa | 53 |
| Tabela 5 – Resumo das Simulações de Monte Carlo | 61 |
| Tabela 6 – Resultados do Portfólio para o primeiro cenário | 65 |
| Tabela 7 – Composição otimizada do Portfólio para o primeiro cenário de correlação .. | 66 |
| Tabela 8 – Resultados do Portfólio para o segundo cenário | 68 |
| Tabela 9 – Composição otimizada do Portfólio para o segundo cenário de correlação ... | 69 |
| Tabela 10 – Resultados da análise de viabilidade econômico-financeira do empreendimento imobiliário | 70 |

LISTA DE SIGLAS

BM&F BOVESPA – Bolsa de Valores, Mercadorias e Futuros de São Paulo

CDB – Certificado de Depósito Bancário

CDI – Certificado de Depósito Interbancário

CMPC – Custo Médio Ponderado de Capital

CRC – Custo Raso de Construção

CUB – Custo Unitário Básico

DCF – *Discounted Cash Flow*

IBOVESPA – Índice BOVESPA

INCC-M – Índice Nacional de Custo da Construção do Mercado

LC – Letra de Câmbio

PIB – Produto Interno Bruto

SELIC – Sistema Especial de Liquidação e Custódia

SPE – Sociedade de Propósito Específico

SPV – *Special Purpose Vehicle*

TIR – Taxa Interna de Retorno

TIRM – Taxa Interna de Retorno Modificada

TMA – Taxa Mínima de Atratividade

UFRGS – Universidade Federal do Rio Grande do Sul

VPL – Valor Presente Líquido

WACC – *Weighted Average Cost of Capital*

SUMÁRIO

| | |
|--|-----------|
| 1 INTRODUÇÃO | 13 |
| 2 DIRETRIZES DA PESQUISA | 15 |
| 2.1 QUESTÃO DE PESQUISA | 15 |
| 2.2 OBJETIVOS DA PESQUISA | 15 |
| 2.2.1 Objetivo principal | 15 |
| 2.2.2 Objetivos secundários | 15 |
| 2.3 PRESSUPOSTO | 16 |
| 2.4 PREMISA | 16 |
| 2.5 DELIMITAÇÕES | 16 |
| 2.6 LIMITAÇÕES | 16 |
| 2.7 DELINEAMENTO..... | 17 |
| 3 ANÁLISE DE INVESTIMENTOS | 19 |
| 3.1 VALOR DO DINHEIRO NO TEMPO E CUSTO DE OPORTUNIDADE | 19 |
| 3.2 SELEÇÃO DE INVESTIMENTOS | 20 |
| 3.2.1 Investimentos imobiliários sob forma de <i>securities</i> | 21 |
| 3.2.2 Segmentos de investimentos imobiliários | 23 |
| 3.2.2.1 Classificação por prioridade | 23 |
| 3.2.2.2 Classificação por investimento | 24 |
| 3.2.3 Aplicações financeiras livres de risco | 24 |
| 3.3 COMPOSIÇÃO DE UM PORTFÓLIO DE INVESTIMENTOS | 25 |
| 3.3.1 Inclusão de ativos imobiliários | 25 |
| 3.3.2 Distinção das outras classes de investimentos | 27 |
| 3.4 MÉTODOS DE AVALIAÇÃO DE INVESTIMENTOS | 28 |
| 3.4.2 Taxa Mínima de Atratividade | 29 |
| 3.4.3 Custo Médio Ponderado de Capital | 29 |
| 3.5 INDICADORES DE VIABILIDADE ECONÔMICA | 30 |
| 3.5.1 <i>Payback</i> e <i>Payback</i> Descontado | 30 |
| 3.5.2 Valor Presente Líquido | 31 |
| 3.5.3 Taxa Interna de Retorno | 32 |
| 3.5.4 Taxa Interna de Retorno Modificada | 33 |

| | |
|---|-----------|
| 4 ANÁLISE DE RISCOS EM INVESTIMENTOS | 35 |
| 4.1 CONCEITOS DE RISCO E INCERTEZA | 35 |
| 4.2 MÉTODOS DE AVALIAÇÃO DE RISCO ASSOCIADOS A INVESTIMENTOS | 36 |
| 4.3 MÉTODOS QUANTITATIVOS DE ANÁLISE DE RISCO | 37 |
| 4.3.1 Métodos quantitativos determinísticos | 37 |
| 4.3.2 Métodos quantitativos probabilísticos | 37 |
| 4.4 PRINCIPAIS RISCOS DE INVESTIMENTOS | 38 |
| 5 TEORIA DE SELEÇÃO DE PORTFÓLIOS | 40 |
| 5.1 RETORNO ESPERADO | 40 |
| 5.1.1 Retorno esperado de um ativo | 41 |
| 5.1.2 Retorno esperado de um portfólio | 41 |
| 5.2 RISCO DE UM PORTFÓLIO | 42 |
| 5.2.1 Variância e desvio-padrão | 42 |
| 5.2.2 Covariância e correlação | 43 |
| 5.3 TEORIA DE MARKOWITZ | 45 |
| 5.3.1 Fronteira Eficiente de um Portfólio | 46 |
| 5.3.2 Índice de Sharpe | 47 |
| 6 ESTUDO DE VIABILIDADE DE UM EMPREENDIMENTO IMOBILIÁRIO | 48 |
| 6.1 ESTUDO DE VIABILIDADE DETERMINÍSTICO | 49 |
| 6.1.1 Receita de vendas | 50 |
| 6.1.2 Investimento no terreno | 51 |
| 6.1.3 Custo da Obra | 51 |
| 6.1.4 Despesas diversas e encargos | 53 |
| 6.1.5 Fluxo de Caixa Descontado do Projeto | 54 |
| 6.2 ANÁLISE DE RISCO | 55 |
| 6.2.1 Custo de Financiamento e Custo de Captação | 55 |
| 6.2.2 Custo Raso da Obra | 56 |
| 6.2.3 Cenário alternativo de receita de vendas | 57 |
| 6.2.4 INCC e CUB | 58 |
| 6.2.5 Simulações de Monte Carlo | 58 |
| 7 COMPOSIÇÃO DO PORTFÓLIO | 62 |
| 7.1 ANÁLISE DOS ATIVOS | 62 |
| 7.1.1 Retorno médio esperado | 62 |
| 7.1.2 Correlação entre os ativos | 63 |
| 7.2 OTIMIZAÇÃO DO PORTFÓLIO | 64 |

| | |
|---|-----------|
| 8 ANÁLISE FINAL E CONCLUSÕES | 70 |
| REFERÊNCIAS | 74 |
| APÊNDICE A | 77 |

1 INTRODUÇÃO

Embora tenha crescido e se desenvolvido exponencialmente na última década, o setor da construção civil vem sofrendo um desaquecimento notável nos últimos anos. O desenvolvimento de novos materiais e técnicas de produção e os incentivos federais à construção e aquisição de bens imobiliários acirraram a concorrência no segmento. Aliados ao cenário atual macroeconômico de recessão no País, esses fatores requerem das incorporadoras e construtoras uma análise cautelosa de seus novos projetos (SINDICATO DAS EMPRESAS DE COMPRA, VENDA, LOCAÇÃO E ADMINISTRAÇÃO DE IMÓVEIS, [2014]).

Investimentos no mercado imobiliário envolvem grande aporte de capital e possuem baixa liquidez – com imobilização deste montante durante um longo horizonte de tempo – e podem representar, por estes motivos, grandes riscos ao empreendedor (BALARINE, 1997). Além disso, Rocha-Lima Júnior (1993) comenta que, para um investidor comum, a incorporação imobiliária pode ser apenas mais uma forma de investimento, isto é, uma alternativa a mais para seu portfólio, uma possibilidade de diversificação de seus ativos. A composição de uma carteira de investimentos requer o uso de fundamentos da análise de riscos, objetivando a maximização do retorno e a mitigação do risco associado da carteira, seja por meio da total pulverização dos ativos ou de uma mescla entre investimentos de alto risco e investimentos em aplicações financeiras livres de risco, como títulos da dívida pública, por exemplo. Cabe ao investidor, porém, definir – através de uma análise pautada em indicadores econômico-financeiros – qual o nível de retorno esperado e, principalmente, a qual nível de risco que este deseja estar exposto.

Segundo Rocha-Lima Júnior (2001), indicadores econômico-financeiros refletem a qualidade do investimento num determinado empreendimento, e servem para que o investidor seja capaz de associar a qualidade assim indicada com parâmetros de mercado, especialmente os que permitem definir suas próprias fronteiras de atração, como, por exemplo, a taxa de atratividade referencial do mercado no setor econômico de inserção do empreendimento, o custo de oportunidade, que reflete a rentabilidade de uma aplicação isenta de riscos, e sua taxa de atratividade, que se associa a como o empreendedor vê os riscos do setor e do negócio no qual investe.

Assim, para uma correta definição e compreensão dos indicadores econômico-financeiros associados aos projetos de investimentos imobiliários, que permitem uma comparação entre diferentes aplicações, se faz necessária a realização de um estudo de viabilidade econômico-financeira do projeto (CASAROTTO FILHO; KOPITTKKE, 2010). Este estudo representa um fator chave para determinar a construção de um novo empreendimento: é com ele que, através de análises criteriosas das previsões e provisões de receitas e despesas geradas na implantação de um empreendimento imobiliário – desde gastos com construção até faturamento com vendas e outros fatores externos –, se podem avaliar os possíveis cenários econômicos e financeiros futuros e identificar as variáveis que contribuem para a incerteza do processo, realizando uma profunda análise de riscos, como análises de sensibilidade e simulações probabilísticas, para garantir maior segurança financeira quanto aos riscos e incerteza do processo para o investidor na tomada de decisão (BALARINE, 1997; ROCHA-LIMA JÚNIOR, 2001).

Com o propósito da mitigação da exposição do investidor ao risco de não obtenção do retorno estudado e esperado, o presente trabalho propõe analisar e comparar investimentos imobiliários com aplicações financeiras livres de risco, a fim de gerar diretrizes para a criação de um portfólio de investimentos pautado pelos fundamentos da gestão de riscos para análise de investimentos. Adicionalmente, se pretende verificar com o estudo de viabilidade econômico-financeira aplicado a um empreendimento real de incorporação imobiliária, a validação dos indicadores financeiros relacionados à realização do empreendimento, e auxiliar na tomada de decisão quanto à efetiva construção do projeto, buscando relacionar o investimento no setor com uma carteira composta por outros ativos e aplicações financeiras livres de risco. Finalmente, se deseja qualificar e quantificar quais os fatores decisivos – levando-se em conta retorno esperado e riscos associados – para uma análise de um investimento imobiliário exclusivamente como um investimento financeiro sob a ótica de um investidor, e como que, ao executar o projeto, pode ser feita a mitigação do risco por meio da inserção do empreendimento estudado em um portfólio em conjunto com outras aplicações.

2 DIRETRIZES DA PESQUISA

As diretrizes para desenvolvimento do trabalho são descritas nos próximos itens.

2.1 QUESTÃO DE PESQUISA

A questão de pesquisa do trabalho é: como construir um portfólio de investimentos composto por um investimento imobiliário estudado e aplicações financeiras livres de risco buscando o menor nível de risco associado para este portfólio?

2.2 OBJETIVOS DA PESQUISA

Os objetivos da pesquisa estão classificados em principal e secundários e são descritos a seguir.

2.2.1 Objetivo principal

O objetivo principal do trabalho é elaborar um portfólio composto por cotas de um empreendimento de incorporação imobiliária e por outras alternativas de aplicações financeiras livres de risco, pautado por técnicas de análise de risco e de otimização de portfólios de investimentos.

2.2.2 Objetivos secundários

Os objetivos secundários do trabalho são:

- a) descrição das variáveis qualitativas e quantitativas relevantes ao processo de seleção de alternativas de investimentos de capital relativas a um investidor;
- b) apresentação de um estudo de viabilidade econômico-financeira realizado para um projeto real de incorporação imobiliária.

2.3 PRESSUPOSTO

O trabalho tem por pressuposto que a composição de um portfólio de ativos é influenciada pelo cenário macroeconômico e, portanto, está sujeita a outro tipo de interpretação caso esse cenário seja diferente do atual. Ainda, se pressupõe que os títulos de dívida pública brasileira têm liquidez financeira inquestionável e são aplicações financeiras livres de risco sob qualquer situação econômica.

2.4 PREMISSA

O trabalho tem por premissa que a identificação e a análise qualitativa e quantitativa dos riscos associados a empreendimentos imobiliários têm relevância quanto à composição de um portfólio de ativos.

2.5 DELIMITAÇÕES

São delimitações do trabalho:

- a) o estudo de incorporação imobiliária localizado na cidade de Porto Alegre;
- b) o estudo de somente um projeto de empreendimento para a composição do portfólio;
- d) a análise do investimento imobiliário estudado apenas sob securitizada.

2.6 LIMITAÇÕES

São limitações do trabalho:

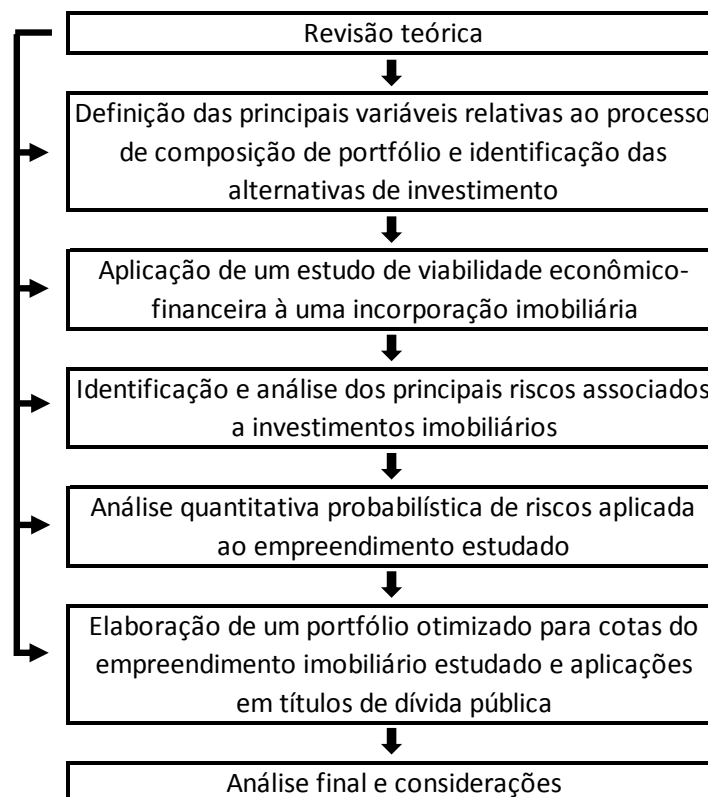
- a) a análise dos principais riscos associados especificamente ao cenário macroeconômico atual do País;
- b) o uso de dados históricos de incorporação de uma empresa apenas;
- c) a composição do portfólio proposto sendo apenas por cotas do empreendimento imobiliário estudado e por aplicações em títulos de dívida pública atrelados à rentabilidade da taxa básica de juros (SELIC) e ao Certificado de Depósito Interbancário (CDI).

2.7 DELINEAMENTO

O trabalho foi realizado através das etapas apresentadas a seguir, que estão representadas na Figura 1, e são descritas nos próximos parágrafos:

- a) revisão teórica;
- b) definição dos fatores-chave relativos ao processo de composição de portfólio e identificação de alternativas de investimento;
- c) aplicação de um estudo de viabilidade econômico-financeira a uma incorporação imobiliária;
- d) identificação e análise dos principais riscos associados aos investimentos imobiliários;
- e) análise quantitativa de riscos aplicada ao empreendimento imobiliário estudado;
- f) elaboração de um portfólio otimizado para cotas do empreendimento imobiliário estudado e aplicações em títulos de dívida pública;
- f) considerações finais.

Figura 1 – Diagrama das etapas de pesquisa



(fonte: elaborado pelo autor)

Foi realizada uma revisão teórica sobre o tema, com o objetivo de aprofundar o conhecimento acerca dos riscos associados aos investimentos imobiliários, sendo desenvolvida durante todo o decorrer do trabalho para fundamentar e oferecer um respaldo técnico e teórico aos raciocínios apresentados, assim como para fornecer os subsídios necessários para elaboração das etapas consequentes do estudo.

No primeiro momento da pesquisa se pretende avaliar e descrever, isto é, definir as principais variáveis relativas ao processo de composição de portfólio sob a ótica de investimentos securitizados no setor imobiliário. Em seguida, se buscará a identificação das principais alternativas de investimento presentes para a composição deste portfólio objetivado.

A segunda etapa do trabalho consistirá na aplicação de um estudo de viabilidade econômico-financeira a uma incorporação imobiliária no cenário macroeconômico atual – com dados coletados de um projeto real de incorporação imobiliária por meio de entrevistas com colaboradores de uma incorporadora de grande porte – a fim de definir as fronteiras de atratividade deste investimento em específico para a melhor compreensão da composição do portfólio de aplicações.

Tendo posse do estudo a ser realizado na segunda etapa, a terceira e a quarta etapa referem-se, respectivamente, à definição e avaliação dos principais riscos associados a estes investimentos com o uso de dados históricos e de mercado, e à aplicação de uma análise de risco considerando estas variáveis encontradas para melhor entendimento e compreensão do real retorno esperado para o investimento e o comportamento deste em diferentes cenários.

A quinta etapa corresponde à elaboração de uma ferramenta para análise e gestão de um portfólio de investimentos levando em conta dados da análise de riscos realizada para otimização e minimização de riscos e incertezas ao investidor. Assim, será buscado um perfil ideal de composição de ativos para uma carteira com o menor fator de risco associado para os investimentos estudados.

Por fim, serão feitas uma análise final e algumas considerações, expondo uma reflexão sobre a pesquisa realizada, analisando e avaliando o alcance dos objetivos propostos para o estudo em questão, quanto à eficiência da otimização do portfólio proposto.

3 ANÁLISE DE INVESTIMENTOS

O significado de investimento pode ser resumido como um comprometimento de capital durante um determinado período de tempo para alcançar no futuro uma situação melhor do que a anterior (GALESNE et al., 1999). Frequentemente, empresas e investidores se deparam com situações onde existem inúmeras possibilidades de investimento de capital e é preciso decidir quais alternativas levam ao melhor resultado esperado. São avaliados, para a tomada desta decisão, inúmeros critérios e fatores relevantes – tanto objetivos, como subjetivos – relativos ao processo de decisão de investimentos, em comparação com valores de referência definidos por técnicas de Engenharia Econômica, Análise de Riscos e Teoria de Portfólios.

Dentre as mais diversas formas de investimentos presentes no mercado de capitais nos dias de hoje, os investimentos em fundos imobiliários e em empreendimentos na construção civil são e foram, durante muito tempo, dos mais atrativos e seguros. Ao mesmo tempo em que a imobilização de capital, característica deste tipo de ativo, representa um incremento nos riscos associados ao investimento, a confiabilidade e baixa volatilidade histórica no setor traz segurança quanto à obtenção do retorno mínimo esperado para o empreendimento, definido quando da fase de projeto. Além disso, a possibilidade de geração de receita adicional por meio da locação dos imóveis torna essa classe de ativos bastante atrativa.

3.1 VALOR DO DINHEIRO NO TEMPO E CUSTO DE OPORTUNIDADE

Os dois principais conceitos quando se trata de análise de investimentos são o valor do dinheiro no tempo e o custo de oportunidade, pois dizem respeito a duas ideias fundamentais para qualquer investimento a ser feito. O valor do dinheiro no tempo não é constante: um valor recebido no futuro não é equivalente a este mesmo valor caso ele fosse recebido no dia de hoje. Quando se deixa de receber dinheiro hoje e priva-se de utilizá-lo para recebê-lo depois, faz-se um sacrifício que deve ser recompensado no futuro, com a valorização do dinheiro ao longo do tempo. Juntam-se a isso fatores como a inflação e o aumento de preço generalizado em bens e serviços disponíveis no mercado, e o resultado dessa soma é a corrosão do poder de compra do dinheiro ao passar do tempo, fazendo com que a mesma quantia que temos hoje tenha menos valor no futuro. Por isso, quando fazemos qualquer tipo de aplicação financeira, sempre

consideramos o dinheiro remunerado a uma taxa de juros básica, que nada mais é do que o prêmio pela privação do uso do capital hoje e a compensação pela perda deste valor ao longo do tempo (GALESNE et al., 1999; GITMAN, 2004).

O custo de oportunidade, segundo Galesne et al. (1999), é definido como a remuneração alternativa que pode ser obtida no mercado com o mesmo capital que seria investido no projeto analisado. Comumente, utilizamos como referência para este valor a remuneração das aplicações livres de risco no mercado financeiro – CDB de empresas sólidas e com alta qualidade de crédito ou títulos de dívida pública. Se este valor for maior do que o retorno esperado pelo investimento estudado, é mais vantajoso aplicar o capital em uma aplicação segura, em virtude da inexistência virtual de riscos associada esta classe de ativos (CASAROTTO FILHO; KOPITTKÉ, 2010). Para o caso de um portfólio de investimentos, é necessário contrabalancear os casos em que o retorno esperado do papel imobiliário é maior do que as aplicações seguras com o risco que se incorre ao investir nesse ativo, que é muito maior do que o de um investimento em CDB ou em títulos de dívida pública. Assim, se busca achar um arranjo otimizado entre estes dois tipos de ativos, para que o retorno seja superior ao das aplicações em títulos e para que haja uma remuneração adicional pelos riscos incorridos, bem como para que ocorra uma mitigação destes tendo em vista a melhor relação risco retorno possível.

3.2 SELEÇÃO DE INVESTIMENTOS

Quando empresas ou indivíduos buscam selecionar investimentos, o objetivo primário a ser seguido é o de diversificação do portfólio de ativos onde o capital vai ser alocado e comprometido. São buscadas alternativas que possam trazer o menor nível de risco relativo ao retorno esperado desse portfólio, ou a menor variância conjunta possível.

Para o caso de investimentos imobiliários, não é diferente. Investidores assíduos nestes mercados, como fundos imobiliários, fundos de pensão, seguradoras, fundos de *private equity* e incorporadoras, diversificam seus portfólios de investimentos por meio de uma seleção de diferentes tipos de empreendimentos (edifícios comerciais, residenciais, *shopping centers*, etc.) e por aquisição ou desenvolvimento de propriedades em diferentes localizações geográficas, práticas com lastro teórico em estudos que comprovam que as taxas de apreciação ou depreciação de um empreendimento imobiliário variam de acordo com sua localização e

segmento. Portanto, representam diferentes níveis de riscos associados a cada investimento (WILLIAMS, 1995).

A adição de investimentos imobiliários a um portfólio de aplicações pode, potencialmente, acrescentar e entregar benefícios aos portfólios dos investidores. Apesar da imobilização do capital por grandes horizontes de tempo, ativos imobiliários podem ser fonte de altos retornos, inclusive com maior retorno ou valorizações anuais do que os principais indicadores econômicos de rendas variável e fixa. Simultaneamente, a volatilidade destes investimentos de base imobiliária não tem tido correlação definida de acordo com outras classes de ativos, o que abre espaço para uma maximização de um portfólio com diversificação do risco entre estes ativos. Ainda, é prática comum no mercado o investimento em ativos imobiliários para obter retorno por meio de contratos de locação, o que representa, além da expectativa de apreciação do imóvel, um fluxo de receitas potencial ao longo do tempo.

Fica evidente, portanto, que para uma otimização do portfólio de investimentos, com uma distribuição ótima de ativos com maior retorno esperado em relação ao risco associado, deve-se haver uma pulverização do capital alocado. Mais especificamente, ativos securitizados de *real estate* e aplicações financeiras livres de risco, como títulos de dívida pública, quando conjuntos, permitem a possibilidade da criação deste portfólio com menor correlação e, assim, maior mitigação do risco pela diversificação.

3.2.1 Investimentos imobiliários sob forma de *securities*

Um dos fatores característicos de investimentos imobiliários é a sua condição de prover proteção contra inflação, por meio de, por exemplo, repasses no preço de venda dos imóveis, ou mesmo pelo estabelecimento de contratos de aluguel com vencimentos curtos, que permitem que o locador possa aumentar os preços sequencialmente (ROCHA-LIMA JÚNIOR, 1997). Adicionalmente, os contratos de locação são frequentemente indexados ao Índice de Preços ao Consumidor Amplo (IPCA) e ao INCC (Índice Nacional de Custos da Construção), indicadores administrados pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) e pela Faculdade Getúlio Vargas (FGV), respectivamente, que medem, mensal e quinzenalmente, o preço consolidado de uma cesta de produtos variada ou relacionada à construção civil pré-definidos nas principais capitais brasileiras, e fornece dados sobre a variação de preços – e a real inflação, ou perda do valor do dinheiro – no País.

No entanto, apesar destes potenciais benefícios, muitos investidores ainda não têm o costume ou não aderiram à inclusão de ativos imobiliários nas suas carteiras de investimentos. O receio da exposição aos riscos externos dos empreendimentos e o direcionamento à procura de investimentos com liquidez mais presente acabam afastando potenciais investidores do mercado imobiliário. Com o intuito de blindar os investidores à estes riscos e para atrair mais investimentos no setor, foram criados os *securities* – ou ativos securitizados – isto é, empreendimentos isolados das ameaças externas ao empreendimento e transformados em ativos com liquidez para serem negociados livremente nos mercados de capitais, feitos comumente no mercado imobiliário sob a forma de um SPV (*Special Purpose Vehicle*) ou, em português, uma SPE – Sociedade de Propósito Específico (ROCHA-LIMA JÚNIOR, 1997).

Segundo Fabozzi e Kothari (2007), dentre as principais fontes de valor da estrutura de securitização estão: os menores custos de captação, já que, dada sua estrutura, a SPE pode ter um *rating* de crédito melhor do que a originadora; a diversificação das fontes e a redução dos custos de *funding*, no sentido de que, por terem riscos reduzidos e chances remotas de falência, a originadora não teria a obrigação de reservar o mesmo valor de anteriormente para provisões e para um lastro garantidor para as operações (GORTON; SOULELES, 2005); a fonte de liquidez; o gerenciamento de resultados; e a possibilidade de melhora de indicadores financeiros por meio de financiamento *off balance sheet*. Além dos benefícios já destacados, Fabozzi e Kothari (2007) apontam ainda a securitização como sendo uma ferramenta de gerenciamento de riscos, já que a empresa originadora deixa de possuir os riscos relacionados aos ativos securitizados, e da possível retirada do intermediador financeiro, já que a securitização permite acesso ao mercado de capitais sem a interferência de instituições financeiras, além de facilitar a obtenção de crédito pela simplicidade da estrutura de garantias (favorecendo a implantação de recebíveis do próprio empreendimento como garantia, por exemplo).

Os *securities* acabam mitigando, portanto, os riscos relativos ao processo envolvendo apenas uma das partes do negócio, como, por exemplo, o risco da inexistência de recursos adicionais por parte da construtora da obra, que compete apenas e somente a esta parte envolvida e que, por conseguinte, não deve ser repassado aos outros sócios, ou acionistas, do ativo – que, neste caso, é o empreendimento em si. Ainda, por tornar o empreendimento uma SPE, o mesmo passa a ser um ativo negociável e que tem, dadas certas limitações específicas de cada caso, liquidez facilitada em relação ao processo anterior e tradicional, onde a possibilidade de venda dos ativos

era baixa por inexistência de demanda e dificuldade de precificação e envolvimento com as partes (ROCHA-LIMA JÚNIOR, 1993).

Com a variedade de empreendimentos imobiliários securitizados disponível no mercado hoje em dia, portfólios de investimento compostos por *securities* podem ser facilmente customizados e otimizados de acordo com o perfil de cada investidor (BALARINE, 2002). Assim, compete ao mesmo, quando da seleção de investimentos imobiliários para a composição deste portfólio de ativos, realizá-la visando apenas empreendimentos securitizados, pois garantem menor risco e menor variância correspondente à carteira, conforme características supracitadas desta classe de investimentos.

3.2.2 Segmentos de investimentos imobiliários

Os diversos tipos de investimentos em ativos imobiliários podem ser classificados por dois aspectos: definição por tipo de prioridade e definição por tipo de investimento.

3.2.2.1 Classificação por prioridade

Uma das classificações que são utilizadas no mercado de imóveis para distinguir seus vários tipos de ativos é a de divisão por prioridade, isto é, pelo segmento ao qual o empreendimento faz parte. Alguns exemplos são:

- a) imóveis residenciais, como casas, condomínios ou apartamentos;
- b) imóveis comerciais, como lojas e escritórios;
- c) imóveis não-convencionais, como galpões industriais, hotéis, entre outros.

Este tipo de classificação tem relação intrínseca com o perfil de ativo securitizado que o investidor irá colocar seu foco, ou seja, caso queira direcionar sua carteira para investimentos em imóveis comerciais, por exemplo, é provável que o investidor tenha o intuito de obter uma geração de receita adicional por conta da locação do imóvel e não tenha tanto foco imediato em retorno pela apreciação do bem ao longo do tempo (WILLIAMS, 1995). No entanto, caso o investidor queira apenas obter o retorno da venda do imóvel o quanto antes possível, Rocha-Lima Júnior (2001) comenta que o ativo de maior liquidez dentre os investimentos imobiliários são os imóveis residenciais e comerciais, pois contam com inúmeros incentivos de

financiamento – inclusive a taxas subordinadas pelo governo – e, portanto, são vendáveis mais fácil e rapidamente para os consumidores.

3.2.2.2 Classificação por investimento

A outra principal classificação utilizada comumente no mercado compete à avaliação do ativo por distinção do tipo de investimento e de retorno considerado pelo investidor. Rocha-Lima Júnior (2001) destaca:

- a) investimentos com foco em geração de receita por meio de locação e em retornos compatíveis com investimentos que necessitem de menor desprendimento de capital e, por consequência, de uma menor alavancagem;
- b) investimentos com foco na apreciação do capital, com alta alavancagem e blindagem via securitização.

3.2.3 Aplicações financeiras livres de risco

Para uma correta conceituação do que são as aplicações financeiras livres de risco, se deve primeiro definir precisamente o significado de liquidez, que pode ser determinada como o grau de agilidade na conversão de um investimento em dinheiro, sem perda significativa de valor. Um investimento tem maior liquidez quanto mais fácil for a conversão do ativo em dinheiro e quanto menor for a perda de valor envolvida nesta transação.

Consideram-se como aplicações livres de risco no mercado financeiro, geralmente, títulos de dívida emitidos pelo Estado, ou Certificados de Depósito Bancário (CDB) emitidos por bancos sólidos e com excelente avaliação de *ratings* pelas agências de risco, pois são, teoricamente, os ativos mais seguros e líquidos existentes. Para essa definição é levado em conta o fato de o risco de que os governos e os grandes bancos, sob condições normais de cenários políticos externo e interno, pratiquem o *default*, ser muito baixo, ou praticamente inexistente. Ainda, por serem papéis financeiros livres de risco, pelos motivos acima citados, possuem a mais alta liquidez possível, na medida em que são utilizados como referência para a maioria das alternativas de investimentos existentes no mercado. Os títulos de dívida emitidos pelo Estado têm seu rendimento atrelado, geralmente, à taxa de juros básica da economia nacional – a Taxa SELIC. Os certificados bancários são associados ao rendimento dos Certificados de Depósito Interbancário (CDI), indicador que mede a rentabilidade dos principais títulos de emissão das

instituições financeiras, que lastreiam as operações do mercado interbancário, e tem meta de rentabilidade próxima à taxa SELIC.

3.3 COMPOSIÇÃO DE UM PORTFÓLIO DE INVESTIMENTOS

Conforme Gitman (2004), o objetivo ideal de um investidor é, ou deveria ser, o de criar uma carteira eficiente de ativos que:

- a) maximize o retorno para um certo nível de risco ao qual o investidor está disposto a se expor;
- b) minimize o risco para determinado nível de retorno esperado pelo investidor.

A utilização de métodos para a medição do retorno – e suas variáveis relacionadas – e do risco associado, por meio de análises de variância, desvio padrão e correlação, à esse portfólio de investimentos, permite a definição e a otimização da eficiência relativa à carteira estudada. Para o caso dos investimentos imobiliários, Porto e Rocha-Lima Júnior (2011) observam que a mitigação do risco associado a um portfólio de investimentos composto por estes ativos deve levar em conta a diversificação dos investimentos conforme os seguintes critérios:

- a) dispersão quanto à localização geográfica;
- b) dispersão por classe de imóvel;
- c) dispersão por fase no ciclo de vida e duração;
- d) dispersão por locatário e atividade fim de locação;
- e) dispersão quanto à liquidez do imóvel;
- f) proporção de cada ativo na carteira.

3.3.1 Inclusão de ativos imobiliários

Dentre as principais razões para a inclusão de papéis imobiliários na composição de um portfólio de investimentos multimercado, se destacam:

- a) aumento do retorno potencial da carteira;
- b) diversificação do risco;
- c) proteção contra a inflação à longo prazo;
- d) baixa volatilidade dos papéis;
- e) possibilidade de geração de receita adicional por meio de locação.

Ao longo das últimas décadas, os retornos anualizados médios históricos de papéis atrelados a investimentos imobiliários têm sido maiores do que os indicadores referenciais do mercado de capitais, com mínima correlação entre estes no período (SINDICATO DAS EMPRESAS DE COMPRA, VENDA E LOCAÇÃO DE IMÓVEIS, [2014]). A inclusão de papéis de *real estate* na composição de um portfólio de ativos equilibrado se faz, portanto, necessária, visando um possível incremento no potencial de retorno, isto é, a expectativa de que, ao incorporar estes ativos ao portfólio, combinados com outras aplicações mais seguras e de menor resultado esperado, a perspectiva de retorno da carteira consolidada seja aumentada.

Esta inexistência ou inobservância de uma correlação bem definida com os principais padrões referenciais do mercado de capitais nos períodos estudados também abre a possibilidade de uma maior diversificação e mitigação do risco composto da carteira. Ao passo em que o investimento apenas em títulos públicos tem, por regra, uma exposição e invariabilidade alta a determinadas variáveis de risco, por menores que estas sejam – se considerarmos estas aplicações como virtualmente livres de risco – elas ainda existem, e representam, mesmo que minimamente, uma incerteza digna de se tomar nota quanto à sua rentabilidade futura. No caso do investimento conjunto com ativos imobiliários, a exposição a estas variáveis específicas de risco mencionadas acima é diminuída no panorama consolidado do portfólio, e a carteira ganha uma maior segurança, ou blindagem, a esse determinado cenário possível de incerteza. Ainda, sob uma perspectiva macroeconômica, os fatores que impulsionam a maximização do retorno e uma performance acima da média do setor imobiliário diferem dos *drivers* de outras classes de ativos financeiros no mercado, possibilitando este benefício de diversificação para um portfólio multimercado objetivado.

Investimentos no mercado imobiliário são de longo prazo, e podem ser considerados como uma forma de proteção contra a inflação (ROCHA-LIMA JÚNIOR, 2001). Ao decorrer do tempo, o instrumento securitizado e os frutos de receitas relacionadas ao negócio imobiliário, como receitas de vendas e locações, fornecem uma certa forma de proteção à inflação, pois estes principais canais de receita são derivados de contratos com vencimentos de curto prazo, o que permite a reestruturação dos mesmos de acordo com os cenários econômicos de mercado interno e externo nacionais e uma equiparação, por conseguinte, a eventuais elevações de custos. Assim, na medida em que existe uma proteção contra picos elevados de inflação, por estarem indexadas à esta, e uma manutenção da receita indiferente à estas mudanças, o mesmo

vale para o cenário contrário: em períodos de baixa inflação, o retorno acompanha, igualmente, a performance deste indicador, em contraste com outras classes de ativos, que têm seu retorno maximizado. Por fim, dadas as condições de anteprojeto e estudos de viabilidade positivos, estes ativos imobiliários securitizados apresentam retorno estável e constante sob qualquer ótica econômica (WILLIAMS, 1995).

A baixa volatilidade dos papéis imobiliários em comparação com as outras classes de ativos financeiros se dá por duas razões principais. Primeiro, sob uma perspectiva de investimento, as estruturas de financiamento e *leasing* típicas de investimentos imobiliários são realizáveis a longo prazo, isto é, ajustáveis apenas gradualmente de acordo com mudanças ocasionais nas condições de mercado e, assim sendo, não têm uma variação drástica e mantêm um padrão estável e pouco volátil, na medida do possível, de retorno. Adicionalmente, taxas de retorno de investimentos em *real estate* são largamente dependentes de avaliações periódicas de ativos e, por consequência, não apresentam o mesmo nível de volatilidade que investimentos de ativos com grande liquidez e listados em bolsa, por exemplo (WILLIAMS, 1995).

Por fim, há ainda o investimento em imóveis buscando não apenas a apreciação do ativo, mas também uma geração de receita por meio de contratos de locação do imóvel ao longo do tempo. Além das taxas de valorização deste imóvel, objeto base do estudo de investimentos imobiliários mencionados até agora, há uma expectativa de obtenção de um fluxo de receitas mensal, como forma de retorno adicional ao investidor, e também uma alternativa de mitigação de riscos e atribuição de estabilidade e previsibilidade de receitas, igualmente.

3.3.2 Distinção das outras classes de investimentos

O mercado imobiliário tem forte correlação com o cenário global de atividade macroeconômica do País e é, portanto, bastante influenciável por fatores relacionados à existência de demanda, como taxas de desemprego, consumo no mercado interno de varejo e atacado, produção industrial e fluxo de importações e exportações. Difere, desta maneira, da performance dos indicadores do mercado de capitais, como ativos de renda variável negociados na BM&F BOVESPA, *commodities*, e aplicações de renda fixa, como os títulos da dívida pública. Como outros fatores de bastante interferência, se podem apontar os efeitos de oferta, impulsionados por políticas de concessões de crédito habitacional e por incentivos à construção civil, mas

principalmente inspirados por regimes e doutrinas específicas a mercados locais, como o desenvolvimento habitacional e projetos de infraestrutura em determinadas regiões do País.

Adicionalmente, o mercado de *real estate* é caracterizado por apresentar retribuições duráveis e estáveis em diferentes situações econômicas. Geralmente, o mercado imobiliário demonstra comportamento cíclico, pois tem seus picos de performance durante as fases expansionistas da economia interna e tende, também, a evoluir e desempenhar de forma previsível e definida seus períodos (ROCHA-LIMA JÚNIOR, 2001).

Por ter esta natureza cíclica, investimentos imobiliários são propensos a ter um melhor desempenho ou maiores taxas de retorno quando o investimento for feito em cenários de recuperação ou recessão econômica, para que o impacto da melhora de uma fase expansionista econômica seja maximizada e traga resultados mais positivos (ROCHA-LIMA JÚNIOR, 2001). Contudo, Rocha-Lima Júnior (2001) complementa que, assim como com as outras classes de ativos, muitas aplicações ou investimentos se beneficiam de condições econômicas diferentes, como por exemplo, investimentos de ocasião – ou situacionistas – que buscam capitalizar o investidor em arbitragens, deslocamentos e anomalias nos mercados de imóveis e de capitais, que exploram estas ocasionalidades e têm desempenho ótimo imediatamente após turbulências ou períodos recessivos econômicos.

3.4 MÉTODOS DE AVALIAÇÃO DE INVESTIMENTOS

Para um melhor entendimento do estudo de composição de um portfólio é necessário revisar os conceitos básicos competentes à avaliação dos investimentos, como a análise e o cálculo do possível retorno esperado de cada investimento. São frequentes os casos em que o administrador ou investidor precisa tomar a decisão de selecionar um investimento em detrimento de outro – opções mutuamente exclusivas – e esta decisão terá impacto direto no futuro próximo da empresa ou do fundo de investimentos, por exemplo. Os métodos de avaliação mais utilizados para a comparação e auxílio na tomada de decisão podem ser objetivos e subjetivos, e variam desde a pura intuição do investidor aos mais complexos e sofisticados modelos matemáticos.

3.4.1 Taxa Mínima de Atratividade

A taxa mínima de atratividade (TMA) de um projeto de investimento pode ser definida como a rentabilidade mínima exigida para a aceitação deste investimento, estando diretamente atrelada, no caso da composição de um portfólio de investimentos, aos conceitos de custo de oportunidade, níveis de risco e incertezas e custo de capital (GALESNE et al., 1999).

Quando da análise de um investimento imobiliário, pela natureza de sua existência, se faz necessário o desenvolvimento de um estudo de viabilidade econômica para cada projeto. Neste caso, a TMA tem papel muito importante: será por meio dela, dentre outros indicadores – muitos dos quais a utilizam em seu cálculo –, que a tomada de decisão quanto à realização ou não do projeto será executada (ROCHA-LIMA JÚNIOR, 2001). Para o cálculo da TMA de um investimento específico em um portfólio de investimentos, o método mais utilizado é o do *Weighted Average Cost of Capital* (WACC) – ou Custo Médio Ponderado de Capital, acrescido de um *spread* por prêmio de risco para o projeto.

3.4.2 Custo Médio Ponderado de Capital

O método do Custo Médio Ponderado de Capital é o mais recomendado na literatura para tomada de decisão e definição da TMA para o projeto, e é geralmente referido como a fórmula padrão para análise do custo de capital nos livros de finanças (GALESNE et al., 1999). O método do WACC pode é definido pela fórmula 1, segundo Gitman (2004) e Galesne et al. (1999):

$$WACC = \{[k_t(1 - IR)]w_t\} + (k_a w_a) + (k_p w_p) \quad (\text{fórmula 1})$$

Sendo:

$WACC$ = o custo médio ponderado de capital;

k_t = o custo de capital de terceiros;

IR = o imposto de renda deduzido do capital de terceiros;

k_a = o custo de capital da emissão de ações;

k_p = o custo de capital próprio;

w = a proporção de cada custo de capital individual na estrutura de capital.

Conforme Gitman (2004), para o caso de um projeto de incorporação pura, o WACC pode ser simplificado apenas como o custo de capital de terceiros, isto é, o custo de financiamento que a incorporadora obtém no mercado, seja por emissão de títulos de dívida própria (debêntures), seja pela contratação de financiamentos com instituições financeiras. Para o caso de uma SPE definida em um projeto de incorporação, o mais indicado é a contratação de dívida através de uma instituição financeira, ou seja, o custo de capital é diretamente a taxa de juros do financiamento obtida para o empreendimento (GALESNE et al., 1999; GITMAN, 2004).

3.5 INDICADORES DE VIABILIDADE ECONÔMICA

Para a análise de cada projeto específico, ainda é necessário realizar uma análise de viabilidade do mesmo, aliado aos indicadores mencionados anteriormente em busca de dados mais aprofundados para a realização do empreendimento.

3.5.1 *Payback* e *Payback* Descontado

O método de *payback* é considerado um dos mais simples e primitivos para a avaliação de investimentos, pois desconsidera o valor do dinheiro no tempo, e mede o tempo necessário para que o investidor recupere o valor investido inicial em determinado projeto. É calculado com base na soma das entradas de caixa operacionais até que o valor inicial seja superado, e é definido, portanto, como o tempo em que esse fluxo de caixa tende a igualar ou superar o investimento inicial (CASAROTTO FILHO; KOPITTKKE, 2010).

O critério para aceitação ou não deste método é descrito por Casarotto Filho e Kopittke (2010) como o período máximo aceitável para recuperação do investimento inicial do investidor, sendo o tempo este definido pelo investidor de acordo com o tipo de investimento e o risco associado a ele. O projeto é determinado como aceito pelo método caso o capital alocado inicialmente seja recuperado antes do tempo máximo definido, e rejeitado caso o período de *payback* seja maior do que o estipulado como referencial máximo.

Conceitualmente, o método de *payback* não é considerado sofisticado, pois não considera a depreciação do dinheiro ao longo do tempo e a definição do período máximo para recuperação do capital investido é muito subjetivo e não encontra definição explícita na teoria. Por ser extremamente simples de ser calculado, o método de *payback* é utilizado, geralmente, como um

dos indicadores iniciais por ser de rápido diagnóstico para o investidor. Também é considerada uma medida de exposição ao risco e, por isso, utilizado como uma avaliação complementar aliado a outros métodos para embasar e auxiliar na tomada de decisão. Contudo, como não aprecia a perda de valor do dinheiro ao longo do tempo, o método do *payback* não é o mais indicado para uma análise de viabilidade (GALESNE et al., 1999; GITMAN, 2004).

No entanto, para solucionar os problemas mencionados acima e apresentados pelo método do *payback* simples, criou-se o método do *payback* descontado: partindo da mesma premissa, este método considera a depreciação do capital ao longo do tempo e incorpora, portanto, o custo de capital ou a TMA exigida do investidor para aceitação do projeto (GALESNE et al., 1999). Sendo mais realista e correto do que o método simples, o método do *payback* descontado é uma alternativa importante e bastante útil na análise de viabilidade de investimentos.

3.5.2 Valor Presente Líquido

Galesne et al. (1999) e Gitman (2004) definem o Valor Presente Líquido (VPL) de um projeto de investimento como a diferença entre o valor presente das entradas líquidas de caixa associadas ao projeto e o investimento inicial necessário, descontando-se os fluxos de caixa futuros a uma taxa k definida pela empresa ou pelo investidor. Esta taxa k pode ser tida como o custo de capital (WACC) ou como a TMA do investimento, conceituada e definida anteriormente. O cálculo do VPL de um projeto pode ser representado, conforme Casarotto Filho e Kopittke (2010), como expresso pela fórmula 2:

$$VPL = \sum_{t=1}^T \frac{FC_t}{(1+k)^t} - I_0 \quad (\text{fórmula 2})$$

Sendo:

FC_t = o fluxo de caixa em um período t ;

k = a taxa de desconto utilizada;

t = o período analisado;

I_0 = o investimento inicial do projeto.

Todo projeto que tiver seu VPL positivo será viável economicamente, ou seja, considerando todas as entradas e saídas no fluxo de caixa projetado para o projeto trazidas para um valor presente – com seus devidos descontos em função da perda de valor do dinheiro ao longo do tempo – o projeto é passível de ser aceito pois esse indicador é positivo e, portanto, o empreendimento trará, muito provavelmente, retorno acima do mínimo exigido pelo investidor. Contrariamente, todo VPL que for negativo representa que o projeto não será rentável para o investidor e deve ser rejeitado (GITMAN, 2004).

Para o caso da taxa de desconto utilizada como sendo a TMA definida pelo investidor, se pode garantir ao investidor a correta viabilidade do empreendimento, pois o prêmio por risco incorrido para este projeto já está incluso no cálculo desta forma. Quando a taxa de desconto – para o caso igual a TMA – é muito elevada para um projeto, efetivamente, o valor dos fluxos de caixa futuros não é tão significativo, e o fator determinante para a tomada de decisão passa a ser o investimento inicial.

3.5.3 Taxa Interna de Retorno

Segundo Galesne et al. (1999), outro método importante para avaliação de um investimento é o cálculo da Taxa Interna de Retorno (TIR), que é definida como uma taxa r que torna o valor presente das entradas líquidas de caixa associadas ao projeto igual ao investimento inicial, ou seja, é a taxa r que torna o VPL do projeto igual a zero. O caráter rentável ou não de um projeto depende da posição da TIR em relação à TMA definida pelo investidor:

- a) caso a TIR seja maior do que a TMA, o projeto é aceito e considerado economicamente viável;
- b) caso a TIR seja menor do que a TMA, o projeto é rejeitado e considerado economicamente inviável.

O cálculo da TIR é bastante complexo e requer, para fluxos de caixa não convencionais, o uso de métodos numéricos avançados ou o auxílio de *softwares* de planilhas eletrônicas e calculadoras. Tem como grande vantagem a fácil comparação com o valor da TMA exigida pelo investidor quando da aplicação de capital ou com o rendimento de qualquer outro tipo de ativo existente no mercado, como a taxa de retorno de uma aplicação livre de risco, enquanto o VPL, por ser expresso em valor monetário e absoluto, não permite a comparação com o simples retorno de outro ativo (GITMAN, 2004).

No entanto, por considerar a reaplicação dos fluxos de caixa intermediários como a uma taxa igual à sua TIR calculada, o método da TIR não é recomendado para análise de investimentos com fluxos de caixa não convencionais, pois a taxa de reaplicação nem sempre será equivalente à TIR inicial do projeto. Ainda, para casos em que o VPL do projeto é positivo, a TIR retorna um valor acima do custo de capital da empresa, o que representa uma grande limitação do método (CASAROTTO FILHO; KOPITTKKE, 2010; GITMAN, 2014).

Já o método do VPL considera a reaplicação destes fluxos intermediários à uma taxa equivalente à TMA exigida pelo investidor, o que é uma hipótese bastante razoável, uma vez que a TMA é, de fato, o custo de oportunidade ou a taxa real alternativa que o investidor tem ou deveria ter possibilidade de aplicar seu capital. Ainda, o método da TIR não apresenta resultado único para projetos com fluxo de caixa não convencional, isto é, com investimentos ao longo do projeto contabilizando mais de uma troca de sinal no VPL ao decorrer da execução do empreendimento. Para adequar o método da TIR a taxas de reaplicação do fluxo mais realistas, criou-se o método da Taxa Interna de Retorno Modificada (CASAROTTO FILHO; KOPITTKKE, 2010; GITMAN, 2014).

3.5.4 Taxa Interna de Retorno Modificada

O método da Taxa Interna de Retorno Modificada (TIRM), criado por Kassai (1996), apresenta uma variação em relação à TIR, pois considera que os fluxos de caixa excedentes do projeto não vão ser aplicados a uma remuneração equivalente da TIR calculada: as entradas de recursos obtidos ao longo dos períodos do fluxo de caixa são remuneradas a uma taxa de captação constante compatível com o mercado, enquanto os investimentos ao longo do projeto são financiados ao custo de capital do incorporador, ou sua TMA. A TIRM consegue, portanto, distinguir o custo de capital da empresa da taxa de remuneração do capital excedente (DAMODARAN, 2011). A fórmula 3 demonstra o cálculo da TIRM idealizado por Kassai (1996):

$$TIRM = \sqrt[n]{\frac{VF (FC \text{ positivos, taxa captação})}{VP (FC \text{ negativos, taxa financiamento})}} - 1 \quad (\text{fórmula 3})$$

Sendo:

$TIRM$ = a taxa interna de retorno modificada;

VF = o valor futuro dos fluxos de caixa positivos do projeto elevados a uma taxa de captação pré-definida compatível com o mercado;

VP = o valor presente dos fluxos de caixa negativos do projeto descontados a uma taxa de financiamento pré-definida equivalente ao custo de capital ou à TMA do investidor;

n = o número de períodos analisado.

No entanto, conforme Eder et al. (2004), a TIRM ainda tem uma série de limitações. Embora dê solução aos problemas da TIR tradicional, o método da TIRM ainda depende de premissas bem definidas para ter um resultado realista, ou seja, as taxas de financiamento e captação devem ser bastante condizentes com a realidade da empresa ou do investidor para que o modelo de fluxo de caixa esteja correto e a TIRM tenha resultado aceitável. Além disso, ainda há um questionamento sobre qual seria a interpretação dos fluxos de caixa negativos e positivos excedentes de fato, isto é, um fluxo de caixa negativo não implica, obrigatoriamente, em captação adicional de recursos, pois estes podem vir de sobras internas da empresa, bem como fluxos positivos não significam que ocorreria reaplicação deste adicional, podendo o capital ser utilizado pela empresa para quitação de dívidas ou investimento em outros projetos. Apesar disso, o uso da TIRM pode ser benéfico, aliado à TIR e ao VPL, para análises de rentabilidade em termos de variações anuais de capital.

Contrapondo os pontos positivos e negativos de cada método, conclui-se que o melhor indicador financeiro para análise de viabilidade de um empreendimento imobiliário é, dadas as circunstâncias, o VPL. Adicionalmente, a TIR e a TIRM do projeto são bons indicadores para reforçar a viabilidade, sendo utilizadas para adequar o retorno esperado do projeto aos parâmetros de otimização de portfólios (DAMODARAN, 2011). A possibilidade de ajustar os valores presentes e futuros a taxas de desconto definidas e customizáveis faz com que o estudo de viabilidade se torne muito mais confiável do que apenas com uma simples análise de *payback* descontado ou de rentabilidade, por exemplo.

4. ANÁLISE DE RISCOS EM INVESTIMENTOS

Conforme Galesne et al. (1999), a capacidade de previsão do futuro que se espera de um investidor ou de um dirigente de uma empresa está, sem dúvidas, fundada num conhecimento ainda muito imperfeito do universo econômico. A análise de um novo investimento compete, efetivamente, a uma estimativa dos dados de entrada definidos pelo investidor e, de fato, os erros inerentes a este processo de estimativa podem afetar a rentabilidade real e final do projeto.

4.1 CONCEITOS DE RISCO E INCERTEZA

Souza (2011) afirma que podemos enumerar, como fatores que têm gerado grandes impactos no rumo dos investimentos e projetos atuais, a instabilidade dos mercados, o aumento da concorrência e o surgimento de novas técnicas de produção, e as mudanças nos cenários políticos nacional e internacional. Estas alterações confirmam uma redefinição nos conceitos aos quais os investidores estão expostos: as situações que antes eram consideradas de risco – quando o comportamento das variáveis de entrada é conhecido – passaram a ser consideradas como de incerteza, onde o diagnóstico e a possibilidade de associação de uma distribuição de probabilidade de ocorrência objetiva não são precisos ou aceitáveis (CASAROTTO FILHO; KOPITTKKE, 2010; SOUZA, 2011).

Damodaran (2008) descreve, precisamente, que o risco na análise de investimentos é definido em termos da variabilidade de retornos reais correspondentes a um retorno esperado, mesmo quando estes retornos representam resultados positivos. O conceito de risco não inclui, portanto, apenas os maus resultados, mas os resultados positivos também.

Assim, podemos considerar que os dois conceitos são, embora distintos, intimamente ligados. Se analisados conjuntamente, o risco e a incerteza dão uma boa ideia da noção real de risco incorrido em um novo investimento: por um lado temos a incerteza dos resultados associados ao projeto e, por outro, o caráter não desejado – determinado através do risco – de alguns destes resultados (GALESNE et al., 1999).

4.2 MÉTODOS DE AVALIAÇÃO DE RISCOS ASSOCIADOS A INVESTIMENTOS

Para Galesne et al. (1999), um projeto de investimento é arriscado se, e somente se, seus resultados são incertos. Ainda, segundo os autores, caso não existissem dúvidas em relação aos resultados futuros de determinado investimento, não haveria lugar para a noção do risco incorrido pelo investidor. Se o nível de rentabilidade do projeto fosse superior ao da TMA exigida, o projeto seria implementado e traria, de fato, o nível de rentabilidade inicialmente avaliado no futuro, sem desvios. Caso a rentabilidade fosse inferior à exigida na análise inicial, o projeto seria simplesmente rejeitado.

Por si só, comentam também os autores, a existência de incertezas em relação ao futuro do projeto não é fator definitivo para a existência de risco associado ao investimento: este último está presente somente se houver, dentro destas incertezas, alguma de caráter não desejado para alguns dos resultados possíveis deste projeto, que representaria risco ao investidor (GALESNE et al., 1999).

Kliemann et al. (2011) definem que, para cada evento futuro possível, deve-se fazer uma previsão dos fluxos de caixa do investimento, pois a presença do risco ocorre porque não se sabe qual destes eventos futuros ocorrerá de fato e, portanto, não se pode estar seguro de quais fluxos de caixa realmente ocorrerão. Assim, todos os fatores procedentes da análise de possíveis riscos ao investimento devem ser considerados.

Para realizar a análise destes possíveis riscos associados aos investimentos, são utilizadas duas abordagens principais na literatura relacionada: os métodos qualitativos de análise de risco e os métodos quantitativos. Os métodos qualitativos podem ser definidos, segundo Kliemann et al (2011), como:

- a) de priorização, quando se classificam os principais efeitos de acordo com suas ocorrências e seus impactos;
- b) de avaliação, quando permitem valorar a distribuição de probabilidades dos possíveis resultados de uma decisão específica e podem, portanto, estabelecer uma preferência entre as decisões associadas a estas determinadas distribuições de probabilidades dos resultados.

4.3 MÉTODOS QUANTITATIVOS DE ANÁLISE DE RISCO

Os métodos quantitativos de avaliação de risco são os mais usados na prática do mercado, por trazerem consigo um embasamento matemático para apoiar na tomada de decisão dos investidores. Galesne et al. (1999) afirmam que os métodos quantitativos podem ser definidos como métodos determinísticos ou métodos probabilísticos. Os métodos determinísticos julgam que os dados de entrada da análise de risco são perfeitamente conhecidos, ou seja, são informações sem qualquer variabilidade (KLIEMANN et al., 2011). Já os métodos probabilísticos consideram que os dados de entrada têm, sim, alguma variabilidade e seguem algum tipo de distribuição probabilística (CASAROTTO FILHO; KOPITTKKE, 2010; KLIEMANN et al., 2011).

4.3.1 Métodos quantitativos determinísticos

Como principal método quantitativo determinístico, a Análise de Sensibilidade é utilizada para determinar o impacto de alguma alteração em uma variável específica relacionada ao projeto causa no resultado final deste investimento. Casarotto Filho e Kopittke (2010) comentam que, apesar desta análise ser considerada de fácil e rápida execução, ela desconsidera possíveis correlações ou ligações entre mais de uma variável referentes ao projeto e, portanto, torna a análise incompleta, pois frequentemente quando da análise de risco as variáveis relacionadas são dependentes entre si.

4.3.2 Métodos quantitativos probabilísticos

Galesne et al. (1999) comentam que a incerteza relativa a cada um dos parâmetros do cálculo do investimento leva, obrigatoriamente, a uma variabilidade do resultado esperado do projeto, e pode, por consequência, obrigar o investidor a correr um certo risco, associado aos resultados não desejados. Para ajudar na identificação e prevenção destes riscos, torna-se adequada a realização de uma análise quantitativa probabilística, que busca entender como se comporta probabilisticamente a distribuição de resultados futuros esperados para o investimento estudado.

Um dos mais comumente usados métodos é o método da Simulação de Monte Carlo. De acordo com Kliemann et al. (2011), a Simulação de Monte Carlo permite a simulação do resultado

econômico do projeto – como o VPL ou a TIRM, por exemplo – considerando que as variáveis associadas a este têm distribuições de probabilidade definidas. A simulação é executada com um número específico de repetições, com as variáveis de entrada modeladas probabilisticamente, e os resultados são mostrados também como distribuições de probabilidade graficamente, identificados com cada probabilidade de ocorrência relacionada a eles baseada na incerteza dentro desta relação modelada.

Os principais elementos a serem estudados na análise de riscos de investimentos são itens relativos ao fluxo de caixa do projeto e à duração do empreendimento, isto é, o risco do fluxo de caixa e do prazo de execução do projeto serem diferentes do estimado, dependendo do evento que ocorrer (SOUZA, 2011). No entanto, não apenas estes elementos podem ser apresentados em forma de uma distribuição probabilística: a Simulação de Monte Carlo irá gerar uma distribuição para a variável resultante de análise, como o VPL ou a TIRM, e vai possibilitar a identificação da chance destes fatores serem aceitáveis ou não, auxiliando definitivamente na tomada de decisão por parte do investidor.

Através da Simulação de Monte Carlo se pode, ainda, calcular o *Value at Risk* (VaR) – ou Valor em Risco –, uma medida ou indicador da perda potencial do valor de um ativo ou de uma carteira de ativos com risco ao longo de um determinado período de tempo e para um certo nível de confiança definido (DAMODARAN, 2008). Segundo Damodaran (2008) e Souza (2011), se o VaR de um projeto é de R\$ 100 milhões e consideramos um nível de confiança de 95%, a chance de que o projeto gere uma perda superior a estes R\$ 100 milhões é de 5%. O VaR é mais precisamente calculado pelo método da Simulação de Monte Carlo, pois permite que o primeiro seja identificado com uma determinada distribuição de probabilidade gerada por inúmeras validações de cenários associados (KLIEMANN et al., 2011).

4.4 PRINCIPAIS RISCOS DE INVESTIMENTOS

Podemos definir os principais riscos associados a qualquer tipo de investimento como sendo, conforme Casarotto Filho e Kopittke (2010), Damodaran (2008) e Tostes (2007):

- a) risco de crédito, quando não há o pagamento de determinado recebível referente ao fluxo de caixa de entrada do empreendimento, ou a perda econômica que o investidor irá sofrer, neste caso;
- b) risco de mercado, relativo à volatilidade no preço dos ativos ao longo do tempo, ou o que o mercado está disposto a pagar por estes;

- c) risco operacional, relacionado à incerteza da ocorrência dos fluxos de caixa conforme o esperado, do atraso na entrega de empreendimentos imobiliários, ou até mesmo o risco físico da integridade do projeto quando da interferência de fenômenos naturais;
- d) risco de liquidez, quando a demanda ou a oferta para o tipo de determinado ativo não é muito grande e, portanto, a possibilidade de se desfazer do ativo não é imediata, o que é bastante presente em investimentos imobiliários.

Ainda, para investimentos imobiliários existem outros riscos específicos que devem ser analisados ao se realizarem avaliações quantitativas determinísticas e probabilísticas de risco, competentes à influência na tomada de decisão do investidor. Serão estudados e definidos, para o trabalho, os tipos de riscos característicos dos papéis imobiliários, a serem apresentados posteriormente.

5 TEORIA DE SELEÇÃO DE PORTFÓLIOS

Elton et al. (2010) afirmam que um portfólio de investimentos é a forma mais primitiva de posse de ativos: quase todo indivíduo detém um conjunto de ativos que, combinados, formam um portfólio, como um carro, um imóvel, um eletrodoméstico. A composição deste portfólio pode ser fruto de várias decisões impensadas ou sem relação alguma entre elas, mas também pode ser produto de um estudo elaborado. O estudo da teoria dos portfólios busca racionalizar a composição de uma carteira que tenha, ao mesmo tempo, um retorno satisfatório e, principalmente, o menor risco possível de incertezas futuras quanto a este retorno objetivado (ELTON et al., 2010).

Como fora estudado anteriormente, a partir de uma análise dos ativos selecionados e de seus retornos esperados, de suas volatilidades – por meio de variância e desvio-padrão –, e da correlação entre os ativos, objetiva-se realizar a composição de um portfólio otimizado em relação ao seu risco e ao seu retorno potenciais e esperados. Conforme Markowitz (1952), a questão-chave na definição de um portfólio ou na seleção de investimentos para a composição deste portfólio é a maximização do retorno esperado futuro do investimento para um determinado e escolhido nível de risco. A eliminação da imprevisibilidade dos resultados futuros de um investimento é certamente quase impossível, mas a possibilidade de combinar diversas aplicações financeiras para obter um retorno esperado futuro com um grau confortável de volatilidade e confiabilidade é possível por meio da composição de um portfólio eficiente (MARKOWITZ, 1952).

5.1 RETORNO ESPERADO

O retorno esperado de um investimento é definido pela razão entre o valor do ativo ao final do período analisado e o valor do ativo no período de tempo inicial, similarmente ao conceito de rentabilidade apresentado anteriormente, como mostra a fórmula 4:

$$R = \frac{V_f}{V_i} - 1 \quad (\text{fórmula 4})$$

Sendo:

R = o retorno esperado do investimento;

V_f = o valor do investimento esperado ao final do período de tempo analisado;

V_i = o valor inicial do investimento.

5.1.1 Retorno esperado de um ativo

Ao analisar o fluxo de caixa dos investimentos em empreendimentos imobiliários e o histórico dos retornos em aplicações de renda fixa e renda variável, no entanto, se percebe que os investimentos quase nunca apresentam os mesmos rendimentos consistentemente ao longo do seu período de vida, ou seja, os retornos são voláteis, variam no tempo. Desta forma, podemos definir o retorno esperado do ativo como a média aritmética dos vários retornos obtidos num determinado período, conforme a fórmula 5 (DAMODARAN, 2011):

$$\bar{R} = \frac{\sum_{t=1}^N R_t}{N} \quad (\text{fórmula 5})$$

Sendo:

\bar{R} = o retorno esperado médio do investimento;

R_t = o retorno do investimento no período de tempo t ;

N = o número de retornos observados.

5.1.2 Retorno esperado de um portfólio

O retorno esperado para uma carteira ou portfólio com mais de um ativo pode ser calculado pela média ponderada do retorno de cada ativo constituinte do portfólio em relação à proporção da composição total da carteira (MARKOWITZ, 1952). Considerando que a soma das proporções individuais dos ativos é igual a 1, se define o retorno do portfólio pela fórmula 6, conforme Markowitz (1952):

$$\bar{R}_p = \sum_{i=1}^N \bar{R}_i w_i \quad (\text{fórmula 6})$$

Sendo:

\bar{R}_p = o retorno médio do portfólio;

w_i = a proporção do i-ésimo ativo no portfólio;

\bar{R}_i = o retorno médio do i-ésimo ativo.

5.2 RISCO DE UM PORTFÓLIO

Segundo Markowitz (1952), é necessário ter em mente que o risco total de uma carteira de ativos não é simplesmente a soma do risco individual dos ativos que compõem este portfólio: o risco de um ativo inserido em uma carteira é diferente do risco deste mesmo ativo mantido fora dela, em virtude da covariância, ou da correlação, entre os ativos inseridos no portfólio. Sendo assim, se busca uma minimização do risco através da diversificação deste portfólio, ao invés de investir apenas em um ativo específico (CASSETTARI, 2001).

5.2.1 Variância e desvio-padrão

Para se calcular como se comportam os valores de um conjunto quanto à dispersão destes em relação a um ponto central ou médio, são utilizados instrumentos matemáticos conhecidos como medidas de dispersão. A abordagem comum na teoria de portfólios consiste em considerar o risco de um investimento como sendo determinado pela variabilidade do valor esperado, pois quanto maior for a volatilidade desta série de valores, menos certeza se terá de um resultado no futuro (CASSETTARI, 2001).

Markowitz (1952) afirma que a maneira mais correta para quantificação do risco de um investimento é o valor de seu desvio padrão, ou de sua variância, pois define precisamente quais são as chances de um valor ser diferente do esperado. Ou seja, quanto maior for o valor da variância – ou do desvio-padrão, que nada mais é que a raiz quadrada da variância – de um ativo, maior será a imprevisibilidade do comportamento dos retornos e, portanto, maior será o risco. O desvio-padrão de um ativo pode ser definido conforme a fórmula 7:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{t=1}^n (R_t - \bar{R})^2}{n - 1}} \quad (\text{fórmula 7})$$

Sendo:

σ = o desvio-padrão do ativo;

\bar{R} = o retorno esperado médio do investimento;

R_t = o retorno do investimento no período de tempo t;

n = o número de observações.

5.2.2 Covariância e correlação

A covariância tem por objetivo identificar como determinados valores se relacionam ao longo do tempo. Através dela, podemos avaliar como dois ativos interagem ao mesmo tempo em relação aos seus valores médios, isto é, a existência de simetria entre eles (MARKOWITZ, 1952). A covariância entre dois ativos é definida pela fórmula 8.

$$COV_{A,B} = \frac{\sum_{t=1}^n (R_A - \bar{R}_A) \times (R_B - \bar{R}_B)}{n - 1} \quad (\text{fórmula 8})$$

Sendo:

$COV_{A,B}$ = a covariância entre dois ativos (A e B);

R = o retorno do ativo;

\bar{R} = o retorno esperado médio do ativo;

n = o número de retornos observados.

Podemos interpretar a covariância entre os ativos da seguinte forma:

- a) caso a covariância seja positiva, os ativos são diretamente relacionados, isto é, apresentam comportamento de mesma tendência – um ativo segue o outro;
- b) caso a covariância seja negativa, os ativos apresentam comportamento inverso, a tendência de comportamento entre eles é inversamente oposta, quando um varia positivamente, o outro varia em mesmo valor absoluto negativamente;
- c) caso a covariância seja igual a zero, não há associação alguma entre os ativos.

O conceito de correlação surge analogamente à definição de covariância: com o mesmo intuito de avaliar o grau de relacionamento demonstrado no comportamento entre duas variáveis, o coeficiente de correlação busca padronizar esta medida de dispersão para obter resultados entre -1 e 1. O coeficiente de correlação pode ser representado, portanto, pela covariância entre dois ativos dividida pelo produto do desvio padrão de cada ativo, ou conforme mostra a fórmula 9 (MARKOWITZ, 1952):

$$\rho_{A,B} = \frac{COV_{A,B}}{\sigma_A \sigma_B} \quad (\text{fórmula 9})$$

Sendo:

$\rho_{A,B}$ = o coeficiente de correlação entre os ativos *A* e *B*;

$COV_{A,B}$ = a covariância entre os ativos *A* e *B*;

σ = o desvio-padrão do ativo.

Assim, o coeficiente de correlação entre dois ativos pode ser interpretado de maneira semelhante à covariância:

- a) correlação perfeita positiva, quando o coeficiente de correlação é igual a 1, os ativos variam em mesmo valor absoluto;
- b) correlação positiva, quando o coeficiente de correlação está entre 0 e 1;
- c) correlação nula, quando os ativos não tem qualquer tendência de correlação e o coeficiente é igual a 0;
- d) correlação negativa, quando o coeficiente de correlação está entre 0 e -1;
- e) correlação perfeita negativa, quando o coeficiente de correlação é igual a -1 e os ativos têm variação perfeitamente contrária em mesmos valores absolutos.

A situação ideal desejada para mitigação de risco no portfólio de investimentos, portanto, é a ocorrência de correlação negativa entre os ativos constituintes. A existência de uma correlação levemente positiva ou uma correlação nula entre as aplicações, entretanto, pode ser satisfatória do ponto de vista de mitigação do risco, mas a observação de uma fronteira eficiente para o portfólio seria dificultada, pois não haveria muita chance de existir pontos de mesma variância ou desvio-padrão e retornos distintos.

5.3 TEORIA DE MARKOWITZ

Markowitz (1952) foi o primeiro autor na literatura a descrever de forma objetiva em termos matemáticos o risco de um portfólio e a ligação entre a volatilidade dos ativos que compõem um portfólio, com sua Teoria de Seleção de Portfólios (*Portfolio Selection Theory*, de 1952). Markowitz (1952) afirma que um investidor optará, entre ativos de mesmo risco, por aquele que apresentar o maior retorno esperado; e por aquele de menor risco para ativos com o mesmo retorno esperado. Partindo deste princípio, o autor mostra como um investidor pode reduzir seu risco e aumentar sua rentabilidade esperada através da diversificação de seus investimentos, priorizando uma carteira com ativos que tenham baixa correlação entre si.

O risco (volatilidade, ou desvio-padrão) de um portfólio contendo n ativos pode ser calculado conforme a fórmula 10, segundo Markowitz (1952):

$$\sigma_p = \sqrt{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_i w_j \sigma_i \sigma_j \rho_{i,j}} \quad (\text{fórmula 10})$$

Sendo:

σ_p = o desvio-padrão, ou o risco (volatilidade) de um portfólio;

w_i = a proporção do ativo i na carteira;

σ_i = o desvio-padrão do ativo i ;

$\rho_{i,j}$ = o coeficiente de correlação entre os ativos i e j ;

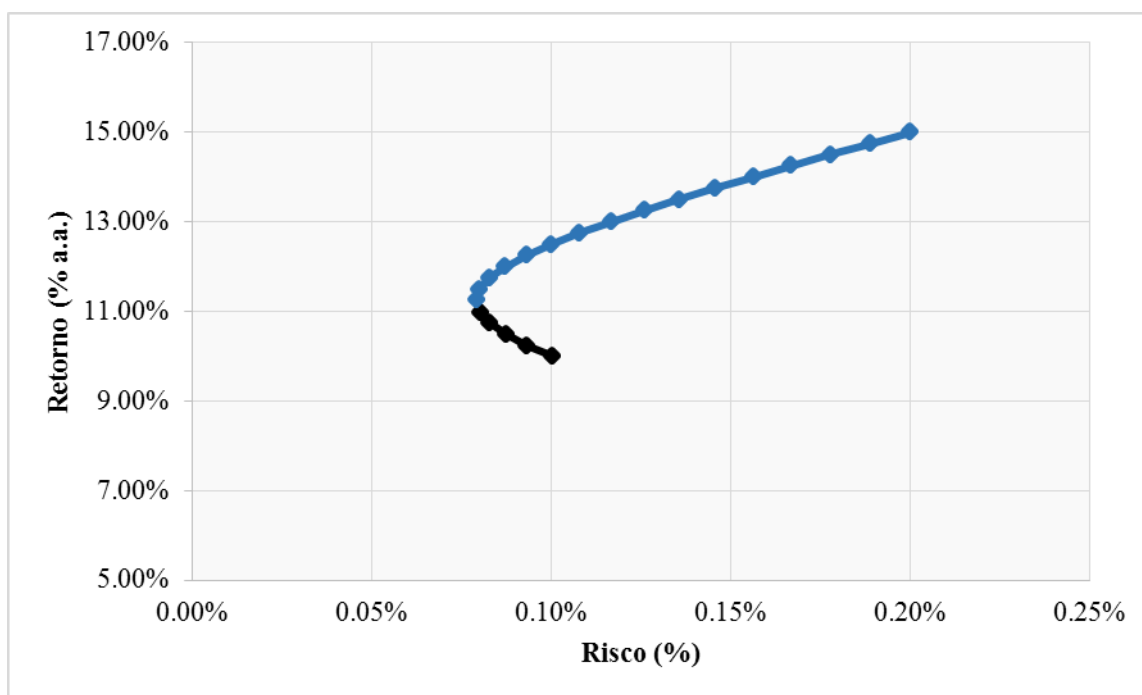
n = o número de ativos no portfólio.

Segundo Markowitz (1952), é importante notar que a diversificação com o propósito de redução da volatilidade não é uma decisão aleatória: precisa ser elaborada observando-se as correlações dos retornos dos ativos envolvidos no portfólio, a fim de estabelecer a melhor composição possível para estes ativos nesta carteira. Assim, é possível identificar, ao combinarmos todas as variações possíveis de composição de um determinado portfólio, quais as melhores proporções de ativos para desejados níveis de risco ou retorno, o que é definido como a fronteira eficiente do portfólio (CASSETTARI, 2001; ELTON et al., 2010).

5.3.1 Fronteira Eficiente do Portfólio

A Fronteira Eficiente do Portfólio pode ser descrita como o conjunto das combinações ótimas dos ativos– isto é, as composições com o maior nível de retorno para cada nível de risco (MARKOWITZ, 1952). A Figura 2 representa a fronteira eficiente de um determinado portfólio: os pontos na cor azul são as combinações ótimas da carteira, onde há um nível de retorno máximo para determinado nível de risco, havendo ou outros pontos correspondentes aos mesmos níveis de risco, enquanto todas as outras combinações possíveis, ou todos os outros pontos no gráfico (na cor preta), no caso, possuem uma relação risco *versus* retorno menos favorável, isto é, existe uma outra combinação com risco equivalente porém com retorno maior para o portfólio (ELTON et al., 2010).

Figura 2 – Fronteira Eficiente de um Portfólio



(fonte: adaptado de MARKOWITZ, 1952)

Novamente, Markowitz (1952) acrescenta que esta lógica de seleção para a fronteira eficiente do portfólio só tem sentido caso o investidor respeite a relação de aversão ao risco previamente mencionada.

5.3.2 Índice de Sharpe

O Índice de Sharpe, ou *Sharpe Ratio*, é uma maneira de avaliar o retorno ajustado para o risco de um investimento. Este índice mede o retorno excedente de um ativo por unidade de risco em relação a um investimento em uma aplicação livre de risco, como um CDB ou um título de dívida pública do Estado (SHARPE, 1994). O cálculo do Índice de Sharpe é demonstrado pela fórmula 11:

$$S = \frac{(R_p - R_f)}{\sigma_p} \quad (\text{fórmula 11})$$

Sendo:

S = o Índice de Sharpe do portfólio ou do ativo estudado;

R_p = o retorno de um ativo ou de um portfólio p ;

R_f = o retorno de uma aplicação livre de risco;

σ_p = o desvio-padrão, ou o risco (volatilidade) de um portfólio.

Geralmente, o valor para o Índice de Sharpe acima de 1 é considerado satisfatório na literatura, e valores acima de 2 são considerados de excelente retorno para o nível de risco incorrido adicional (CASSETTARI, 2001; ELTON et al., 2010).

6 ESTUDO DE VIABILIDADE DE UM EMPREENDIMENTO IMOBILIÁRIO

Foi estudado o projeto de um empreendimento que fora avaliado por uma construtora e incorporadora de grande porte, com ações negociadas na BM&F Bovespa, que será mantida anônima neste trabalho. É importante observar que o projeto estudado não representa custos para a empresa, pois é realizado por um escritório de arquitetura e engenharia, que abre mão dos honorários pela promessa de ser contratado pela incorporadora, caso o empreendimento venha a ser realizado.

O empreendimento estudado se situa na cidade de Porto Alegre, Rio Grande do Sul, e consiste em uma torre residencial de 15 pavimentos-tipo e um pavimento térreo, de padrão construtivo médio-alto e localizado no bairro Petrópolis. A área total construída deste empreendimento é de 18.878,76 metros quadrados, com uma área privativa total de 12.238,80 metros quadrados, o que corresponde a um índice de eficiência de aproximadamente 65%. A Tabela 1 exibe o detalhamento das áreas do empreendimento.

Tabela 1 – Áreas do Projeto

| Local | Área (m²) |
|------------------------------------|-----------------------------|
| Guarita | 31.05 |
| Salão de Festas | 141.32 |
| Estacionamento - Subsolos 1, 2 e 3 | 2,692.54 |
| Torre - Pavimento Térreo | 2,355.97 |
| Torre - Pavimento Tipo | 13,462.68 |
| Casa de Máquinas e Reservatório | 195.20 |
| Área Total Construída | 18,878.76 |
| Área Total Privativa | 12,238.80 |
| Índice de Eficiência | 65% |

(fonte: elaborado pelo autor)

A torre residencial conta, além dos 8 apartamentos com duas tipologias diferentes em cada pavimento-tipo, com 3 pavimentos dedicados a estacionamento no subsolo. Na Tabela 2 estão descritas as tipologias e as respectivas áreas privativas dos apartamentos.

Tabela 2 – Tipologia dos apartamentos

| Tipologia | Área (m ²) | Número de | |
|--------------|------------------------|------------|-------------|
| | | Unidades | Dormitórios |
| Tipo 1 | 91.20 | 60 | 2 |
| Tipo 2 | 112.78 | 60 | 3 |
| Total | 12,238.80 | 120 | - |

(fonte: elaborado pelo autor)

A incorporadora, a fim de avaliar o potencial de vendas do empreendimento, também realizou uma pesquisa de demanda, com entrevistas relacionadas à intenção de compra dos entrevistados quanto aos valores unitários dos apartamentos e à localização do empreendimento. Adicionalmente, através de levantamentos históricos da construtora na região e de um acompanhamento dos empreendimentos atualmente vendidos na região da obra, foi constatado que o preço de venda do empreendimento estava em um patamar similar ao dos concorrentes e ao histórico da própria incorporadora.

O empreendimento, após passada a fase de anteprojeto e projeto executivo (com duração prevista de 15 meses) e aprovada a sua construção, seria constituído de forma securitizada sob uma SPE, permitindo assim a comercialização de cotas para investidores e diminuição do aporte de capital da incorporadora neste projeto específico. O endividamento permaneceria isolado na SPE e as garantias dadas seriam a cessão dos recebíveis imobiliários do empreendimento. No entanto, do ponto de vista do investidor, para obter a rentabilidade do investimento em sua plenitude, o comprometimento com a operação deve respeitar a duração total do empreendimento – 60 meses estipulados do início do projeto executivo até o período final da garantia pós-entrega das chaves.

6.1 ESTUDO DE VIABILIDADE DETERMINÍSTICO

O projeto de construção do empreendimento foi dividido em quatro grupos de receitas e custos para a composição do fluxo de caixa do empreendimento e o cálculo do estudo de viabilidade determinístico do projeto. Os itens considerados foram: receita de vendas, investimento no terreno, custo raso de obra e despesas diversas.

6.1.1 Receita de vendas

A análise da receita de vendas tem sua composição definida, primariamente, pela receita gerada pelas vendas totais do empreendimento. O valor total de vendas do empreendimento é definido pela análise do Valor Geral de Vendas (VGV), indicador calculado pela multiplicação da estimativa de preços de venda por metro quadrado pela área total privativa dos apartamentos. A Tabela 3 demonstra o cálculo do VGV para o empreendimento, que é de R\$ 83.398.123,49, considerando o preço de venda médio por metro quadrado estimado de R\$ 6.802,08, variando de acordo com o andar e o *layout* de cada apartamento.

Tabela 3 – Valor Geral de Vendas

| Tipologia | Área (m²) | Número de Unidades | Preço Médio de Venda (R\$/m²) | Valor Geral de Vendas |
|------------------|-----------------------------|---------------------------|---|------------------------------|
| Tipo 1 | 91.20 | 60 | R\$ 6,686.72 | R\$ 36,589,731.84 |
| Tipo 2 | 112.78 | 60 | R\$ 6,917.36 | R\$ 46,808,391.65 |
| VGV | | | R\$ 6,802.08 | R\$ 83,398,123.49 |

(fonte: elaborado pelo autor)

Para análise do fluxo de caixa das receitas do empreendimento, através da distribuição temporal dos valores, foi utilizada uma Tabela de Vendas (Tabela A1, apresentada no apêndice) geral utilizada pela incorporadora com base no histórico de seus empreendimentos. Esta tabela demonstra e estabelece para uma unidade de apartamento, o desembolso percentual por período, isto é, o valor de entrada, o valor dos reforços e o valor dos pagamentos mensais feitos pelos compradores de cada unidade. O fluxo de vendas considera que, geralmente, a incorporadora financie suas vendas através de uma instituição financeira, recebendo apenas cerca de 25% até a entrega das chaves dos apartamentos – entre reforços, entradas e parcelas mensais – e o restante (cerca de 75% do montante de cada apartamento) no mês subsequente da entrega das chaves, como desembolso único. No entanto, caso o habite-se ocorra antes da entrega das chaves dos apartamentos, a incorporadora recebe da instituição financeira o restante do saldo devedor em cinco parcelas a contar do mês seguinte, que assume a dívida do financiamento a partir deste momento.

Ainda, para concluir a análise do fluxo das receitas do empreendimento, se utilizam dados estatísticos do mercado, como o relatório mensal da velocidade de vendas divulgado pelo Sinduscon/RS, e informações históricas da performance de vendas de outros empreendimentos

da incorporadora para estimar o número de unidades vendidas por mês. Para este empreendimento, a estimativa é de venda de 10 unidades por mês durante os primeiros seis meses a partir do lançamento do empreendimento – previsto para o 12º mês –, isto é, após a fase de conclusão do projeto executivo. Após estes seis meses iniciais, é estimada a venda de cinco unidades por mês durante os próximos oito meses, e quatro unidades para os cinco meses restantes até a venda de todas as unidades do empreendimento.

De posse destas informações, é calculada a Curva de Vendas (Tabela A2 no apêndice) do empreendimento, a partir da multiplicação dos valores percentuais totais de recebimento da venda de cada unidade presente na Tabela A1 pelo número estimado de unidades vendidas em cada mês de acordo com as informações levantadas anteriormente, para obter o percentual do VGV por período do fluxo de caixa. É preciso constatar ainda que, para o estudo de avaliação econômica, a receita de vendas de cada período é majorada pela taxa estimada da inflação decorrente do índice INCC para cada período.

6.1.2 Investimento no terreno

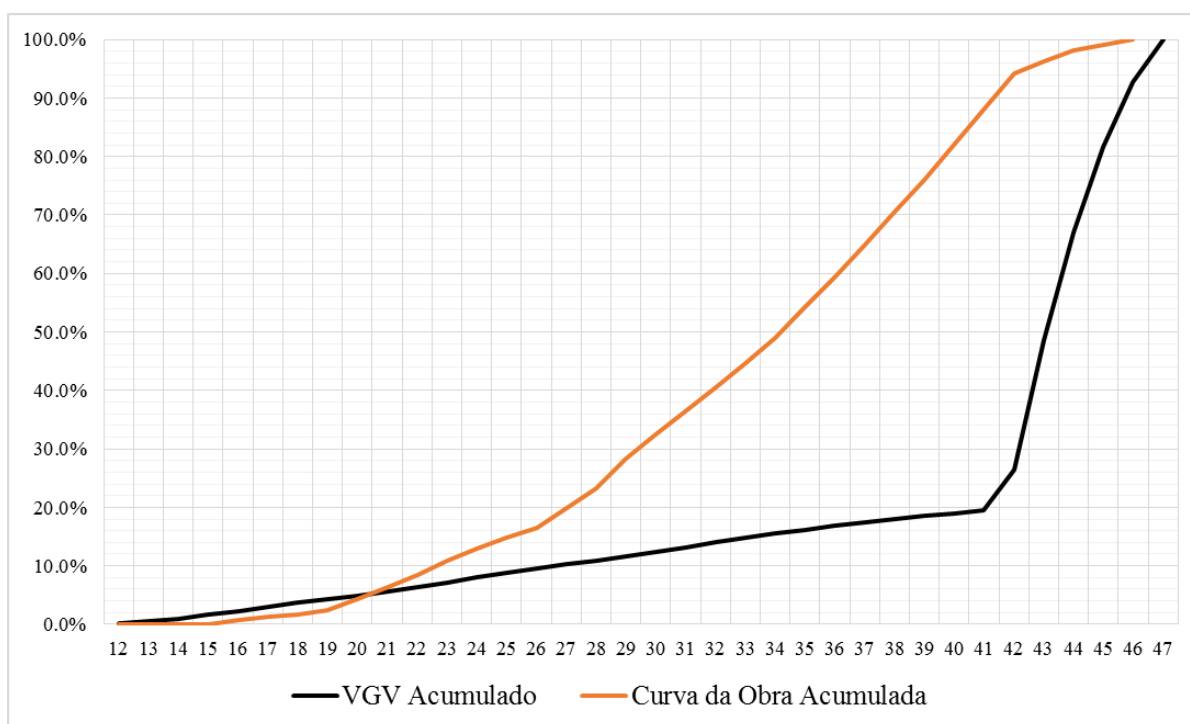
O investimento no terreno abrange todas as despesas relativas à aquisição do terreno para construção do empreendimento. Os primeiros desembolsos são calculados para o primeiro mês do estudo, de aproximadamente R\$ 2.000.000,00 referente ao adicional de solo criado para o índice construtivo do terreno, e de em torno de 6% do valor nominal do terreno, destinado a pagar despesas como ITBI e demolição de estruturas já existentes. O preço acordado para o metro quadrado do terreno foi de R\$ 4.100,00, para uma área de 2.355,97 metros quadrados, totalizando R\$ 9.659.473,00 a serem desembolsados ao longo do recebimento das vendas do empreendimento, sob forma de permuta financeira. Ainda, o custo adicional da corretagem do terreno é de 5% do valor total do terreno, pago em três parcelas iguais a partir do lançamento do empreendimento. Ainda, os custos relativos ao terreno da obra são majorados por uma taxa estimada equivalente à variação do índice CUB no período, representando a inflação dos preços relacionados ao custo de construção de empreendimentos no setor imobiliário.

6.1.3 Custo da obra

Para o custo de construção da obra, as despesas são divididas em: Custo Raso de Construção (CRC), Taxa de Administração e Manutenção. O CRC engloba os custos relativos ao projeto e

à execução da obra – que tem previsão de início no mês 15 e término no mês 46 –, e é calculado e orçado de acordo com as características do empreendimento em estudo. Para ajustar o CRC ao fluxo da obra, se faz a distribuição temporal de acordo com a Curva de Obra do empreendimento estudado, que é estimada de acordo com o histórico da incorporadora em empreendimentos de duração e escopo equivalentes. O Custo Raso de Construção e a Curva da Obra são apresentados nas Tabelas A3 e A4, respectivamente. Uma comparação do VGV acumulado da obra com a Curva da Obra acumulada é apresentada na Figura 3.

Figura 3 – Comparação entre Curva de Vendas e Curva de Obra acumuladas



(fonte: elaborado pelo autor)

A taxa de administração corresponde aos gastos com infraestrutura e encargos da administração central e da equipe técnica da obra, no valor estimado de 10% do CRC da obra. As despesas com manutenção da obra após entrega das chaves são cobertas pelo item Manutenção, que é estimado em 2.15% do valor do CRC da obra e tem seu fluxo distribuído igualmente até o 60º mês, período em que termina a vigência da garantia que a incorporadora concede sobre a obra. Por fim, adiciona-se, assim como para o item relativo ao investimento no terreno, uma equivalência da taxa estimada do CUB para obras de médio-alto padrão a cada período do fluxo de caixa.

6.1.4 Despesas diversas e encargos

Além das despesas anteriormente citadas, devem ser incluídos no cálculo do fluxo de caixa do empreendimento os custos comerciais correspondentes ao Plantão de Vendas, ao custo com Marketing e ao custo com Comissão de Vendas, com seus valores estimados sendo de 1.90%, 2.15% e 5% do VGV do empreendimento. Adicionalmente, nos últimos três meses de execução da obra, custos com a Decoração Condominial, no valor de R\$ 760.000,00 divididos em parcelas iguais foram estimados.

Por fim, reservas de custos com Despesas Jurídicas no valor de 2% do VGV distribuídos durante a duração da obra em parcelas iguais e Impostos, correspondentes a 6.35% do VGV direto também distribuídos igualmente ao longo da execução da obra foram considerados. Destes, para simplificação dos cálculos e como coeficiente de segurança, é adicionada novamente uma taxa majorada equivalente ao CUB estimado do período. Um quadro com o resumo dos componentes-chave do fluxo de caixa total do empreendimento é apresentado na Tabela 4.

Tabela 4 – Componentes do fluxo de caixa

| Item do fluxo de caixa | Valor | Cronograma de desembolso |
|---------------------------------|--------------------------------|---|
| Receita com vendas | 100% do VGV | Recebimento conforme a Curva de Vendas |
| ITBI, Demolição e outros | 6% do valor nominal do terreno | Desembolso no primeiro mês do estudo |
| Corretagem do Terreno | 5% do valor nominal do terreno | Três parcelas iguais a partir do lançamento do empreendimento |
| Pagamento do Terreno | 100% do valor do terreno | Desembolso conforme a Receita com Vendas |
| Custo Raso de Obra | 100% do CRC | Conforme a Curva de Obra |
| Taxa de Administração | 10% do CRC | Desembolso proporcional a Curva de Obra |
| Manutenção | 2.15% do CRC | Desembolso proporcional a Curva de Obra |
| Plantão de Vendas | 2% do VGV | 1.10% do VGV em três parcelas anteriores ao lançamento e os outros 0.90% linearmente ao longo da execução da obra |
| Marketing | 2.15% do VGV | Desembolso proporcional a Receita com Vendas |
| Comissão de Vendas | 5% do VGV | Desembolso proporcional a Receita com Vendas |
| Decoração Condominial | R\$ 760.000,00 | Parcelas iguais nos últimos três meses de execução da obra |
| Despesas Jurídicas | 2% do VGV | Linearmente ao longo da execução da obra |
| Impostos Retidos | 6.35% do VGV | Desembolsados conforme a Receita com Vendas (3.65% PIS/COFINS e 2.70% Imposto de Renda) |

(fonte: elaborado pelo autor)

6.1.5 Fluxo de Caixa Descontado do Projeto

De posse dos itens supracitados, se realiza a análise do Fluxo de Caixa Descontado (DCF, *Discounted Cash Flow*, em inglês) do projeto, como demonstra a tabela A5, apresentada no apêndice, levando em conta um custo médio de capital ponderado (WACC) para a incorporadora igual a rentabilidade do Certificado de Depósito Interbancário ou da taxa SELIC do período acrescido de um *spread* de financiamento com capital de terceiros de 4%. Foi considerada a cotação do CDI e da SELIC anualizada de 14.25% a.a. como taxa para custo de captação, o que totaliza um WACC deduzido de impostos para capital de terceiros (30%) de 13.17% a.a., uma vez que o projeto prevê apenas o uso do capital de terceiros, sem ponderação pelo custo de repasse de dividendos aos acionistas.

Adicionalmente, a incorporadora prevê para a aceitação do projeto uma TMA de WACC acrescido de uma média ponderada da inflação estimada para os índices INCC e CUB do período, de 7.66% a.a. A TMA do projeto é igual, portanto, a 21.85% a.a. A incorporadora ainda exige, como análise preliminar do projeto, um *payback* descontado de até 5 anos, ou 60 meses, equivalente ao término do projeto.

Assim, como demonstra a Tabela A5, o modelo de DCF utilizado para o período de 60 meses do empreendimento indica que o Valor Presente Líquido resulta em R\$ 5.257.221,00, o que torna o empreendimento viável economicamente ao final de sua construção, dado que o VPL é o indicador mais confiável para decisão de investimentos. Adicionalmente, foram calculadas a TIR e a TIRM para o projeto: a TIR retornou, para o fluxo de caixa calculado, uma taxa de 42.94% a.a., cumprindo o requerimento de ser maior ou igual a TMA; já o indicador da Taxa Interna de Retorno Modificado, parametrizado com um custo de financiamento igual ao WACC acrescido de inflação de 21.85% a.a. (ou simplesmente a TMA do projeto) e taxa de captação de 14.25% a.a.– igual à taxa SELIC do período, portanto – retornou um valor de 25.10% a.a. Embora não sejam indicadores-chave para tomada de decisão apenas por si só, a TIR e a TIRM acima da TMA do investidor reforçam a rentabilidade satisfatória e a viabilidade econômica do investimento para a incorporadora. O projeto apresentou ainda um *payback* descontado pela sua TMA de aproximadamente 46 meses, cumprindo novamente exigência da empresa.

6.2 ANÁLISE DE RISCO

Após a realização do estudo determinístico, foi realizada uma análise de sensibilidade para definição das variáveis que mais teriam impacto no resultado do VPL, da TIR e da TIRM do empreendimento. De acordo com os dados da própria incorporadora de empreendimentos similares passados, e segundo a análise realizada, foram constatados que quatro fatores têm mais significância quanto ao resultado final dos indicadores de viabilidade do empreendimento foram:

- a) Custo de Financiamento e Custo de captação da empresa, por meio da WACC e variação da taxa de juros básica;
- b) Custo Raso da Obra;
- c) Receita de Vendas;
- d) INCC e CUB.

6.2.1 Custo de Financiamento e Custo de Captação

Uma alteração nos parâmetros do custo de captação e do custo de financiamento da obra – as taxas de desconto utilizadas para cálculo do VPL e da TIRM – produziria efeitos relevantes nos indicadores de viabilidade do empreendimento. Por exemplo, com uma alteração da taxa de rentabilidade do CDI ou da taxa SELIC de 14.25% para 13%, a TIRM do projeto diminuiria igualmente cerca de 0.85 ponto percentual, para 24.25% a.a., o que demonstra e reforça a influência destas taxas na decisão de investir.

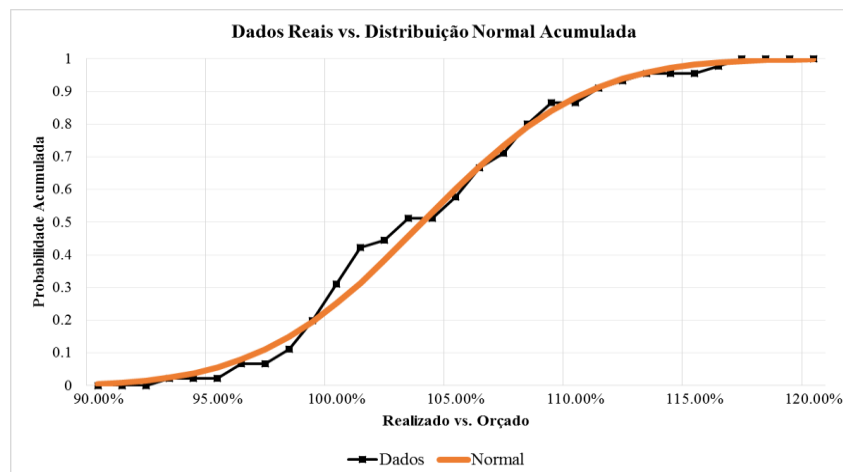
Através de dados da série histórica do CDI para o período dos últimos dez anos, se constatou que o desvio-padrão anual médio para o certificado foi de 2.03% (BANCO CENTRAL DO BRASIL, 2015). Com o auxílio do software *Crystal Ball*, foi realizado o teste qui-quadrado para definir a distribuição probabilística mais próxima dos dados reais. A distribuição probabilística da forma normal foi considerada a mais apropriada e, por isso, foi utilizada para realizar a distribuição dos números do CDI no desenvolvimento da análise de sensibilidade e risco para as variáveis estudadas, em função da imprevisibilidade do comportamento das taxas de juros em um horizonte de tempo tão longo. Os resultados serão demonstrados a seguir em conjunto com a análise de risco para os outros fatores-chave de risco do empreendimento.

6.2.2 Custo Raso da Obra

A análise de risco do Custo Raso da Obra foi feita de forma probabilística tomando-se por base o histórico de volatilidade nos valores percentuais do Custo Raso de Construção das obras realizado *versus* orçado para empreendimentos passados da incorporadora, conforme demonstra a Tabela A6, apresentada nos apêndices, composta pelo histórico de 45 obras da construtora concluídas em aproximadamente 5 anos. O cálculo probabilístico se deu por meio da inclusão de um coeficiente de probabilidade considerando uma distribuição normal de valores, definida como a distribuição mais aproximada para os dados históricos com auxílio do software *Crystal Ball* pelo teste qui-quadrado, que multiplica o CRC total da obra, fazendo assim com que os valores não incidam diretamente sobre o valor absoluto das variáveis VPL, TIR e TIRM. A média dos valores históricos de CRC realizado *versus* orçado das obras da incorporadora foi de 103.61%, e se observou um desvio-padrão de 5.40% nos valores da série histórica.

Através do ajuste da distribuição histórica para a normal, conforme a Figura 3, se percebe que, de fato, as experiências históricas das obras da incorporadora têm desempenho muito semelhante com o de uma distribuição probabilística normal. A aproximação para o modelo de distribuição normal na análise de risco desta variável é, portanto, bastante satisfatório. A incorporadora comenta que, apesar do controle pontual histórico da execução do CRC orçado de seus empreendimentos, não há neste controle registro de algum risco singular efetivo que represente ou motive o aumento generalizado no CRC e sua média acima dos valores orçados.

Figura 4 – Comparação entre dados reais e distribuição normal acumulada do CRC realizado *versus* orçado

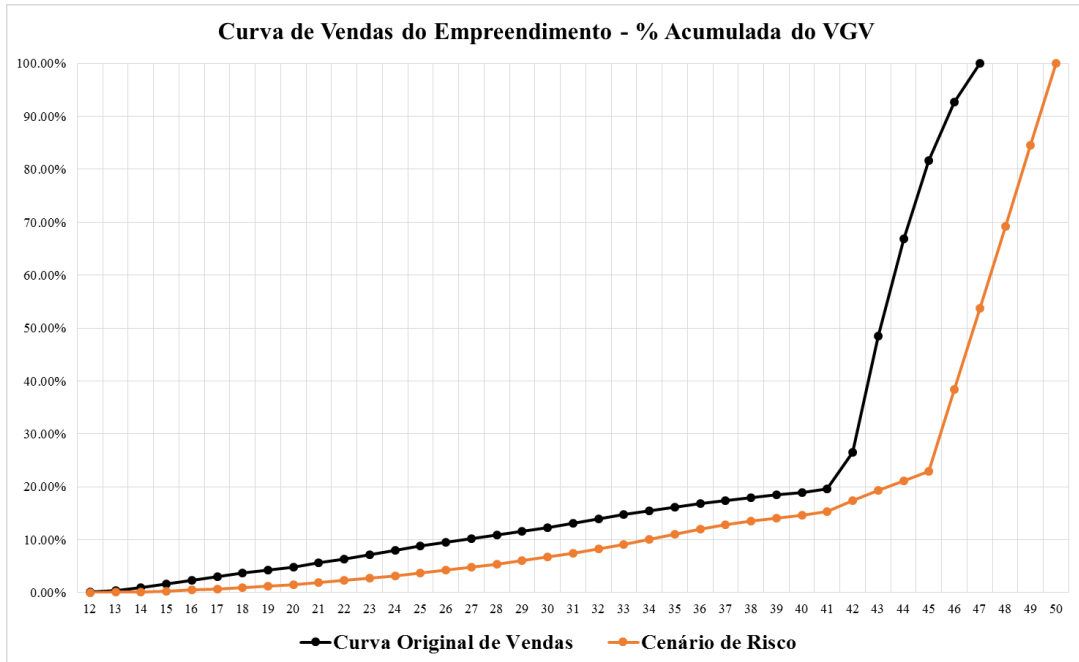


(fonte: elaborado pelo autor)

6.2.3 Cenário alternativo de receita de vendas

Para análise de sensibilidade e de cenários de risco da variável receita de vendas, foi proposto um cenário diferente do estimado por experiências passadas e por dados de pesquisas de mercado realizadas pela incorporadora. Ao invés de estimar a venda de 10 unidades nos primeiros seis meses, 5 unidades nos próximos 8 e 4 unidades nos meses restantes até totalizar 120 unidades, postergou-se o período de recebimento das receitas: foram estimadas para este cenário de risco a venda de 5 unidades mensais a partir do lançamento do empreendimento até a venda total das 120 unidades (24 meses), isto é, o *payback* do empreendimento foi levemente adiado e o valor presente dos fluxos de caixa positivos ao final da obra reduzido. Observou-se que, pelo fato de aproximadamente 75% da receita ser desembolsada nos cinco meses subsequentes à entrega das chaves, as mudanças no fluxo de caixa – caso todas as unidades fossem vendidas até o lançamento do empreendimento – não seriam significativas. A Figura 5 demonstra as diferenças do cenário original de vendas para o cenário de risco analisado.

Figura 5 – Comparação do % do VGV acumulado entre a curva de vendas original e curva de vendas para o cenário de risco analisado



(fonte: elaborado pelo autor)

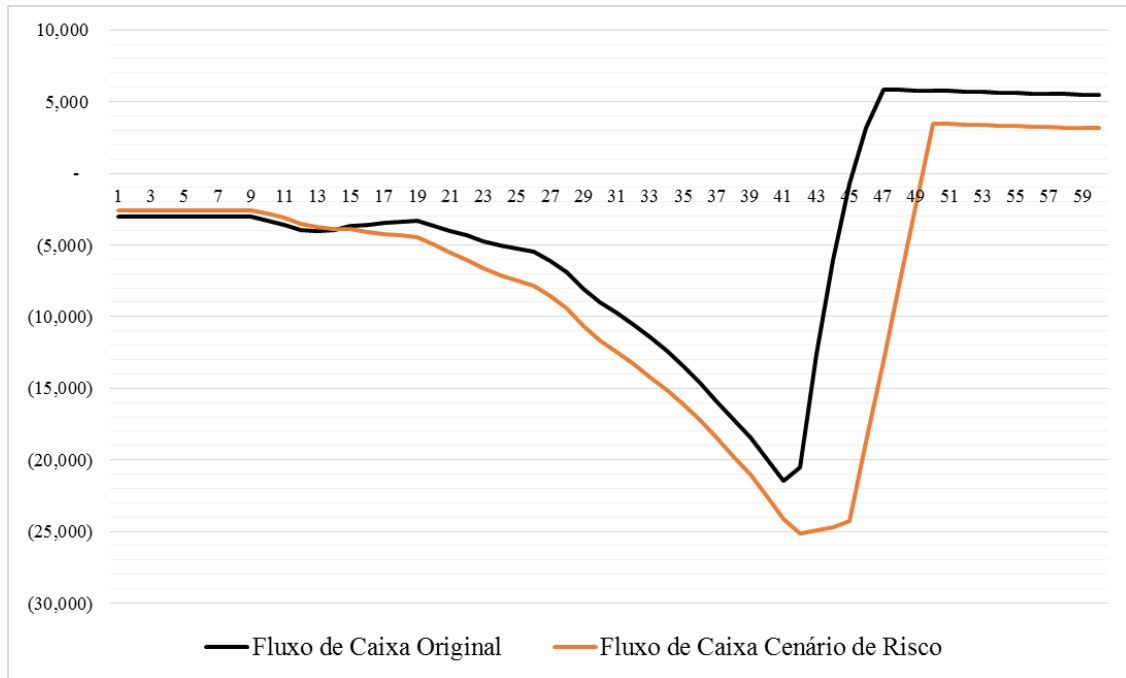
6.2.4 INCC e CUB

Com auxílio do software Crystal Ball, foram analisadas as séries históricas dos últimos dois anos dos índices INCC e CUB (FACULDADE GETÚLIO VARGAS, 2015; SINDICATO DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO CIVIL DO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL, 2015) aplicados sob forma de taxa majorada às receitas e despesas do empreendimento ao longo do tempo, para determinação da distribuição probabilística mais otimizada para simulação destas variáveis. Foi constatado que ambos indicadores podem ser aproximados para a forma de distribuição normal com êxito, tendo o INCC média de variação de aproximadamente 7.00% a.a. e desvio-padrão de 0.65%, e o CUB tendo média de aproximadamente 8.50% a.a. e desvio-padrão de 1.75%.

6.2.5 Simulações de Monte Carlo

Com auxílio do software Crystal Ball, foram realizadas simulações de Monte Carlo para o impacto conjunto das quatro variáveis estudadas na análise de risco, descritos anteriormente. Foram realizadas 100.000 iterações para o cenário conjunto das variáveis, e foram estudados seus impactos nos indicadores VPL, TIR e TIRM, utilizando o método *Mersenne Twister* como diretriz para geração de valores aleatórios. Foi utilizada a mesma tabela de cálculos do DCF demonstrada na Tabela 5 para o modelo, apenas com as variáveis definidas no cronograma de recebimento do VGV, na razão do CRC realizado *versus* orçado, nas taxas de financiamento e captação e nos índices de inflação. O modelo de DCF utilizado está apresentado na Tabela A7, localizada no apêndice, e seu fluxo de evolução do VPL apresentado na Figura 6, em comparação com o fluxo de caixa original do projeto.

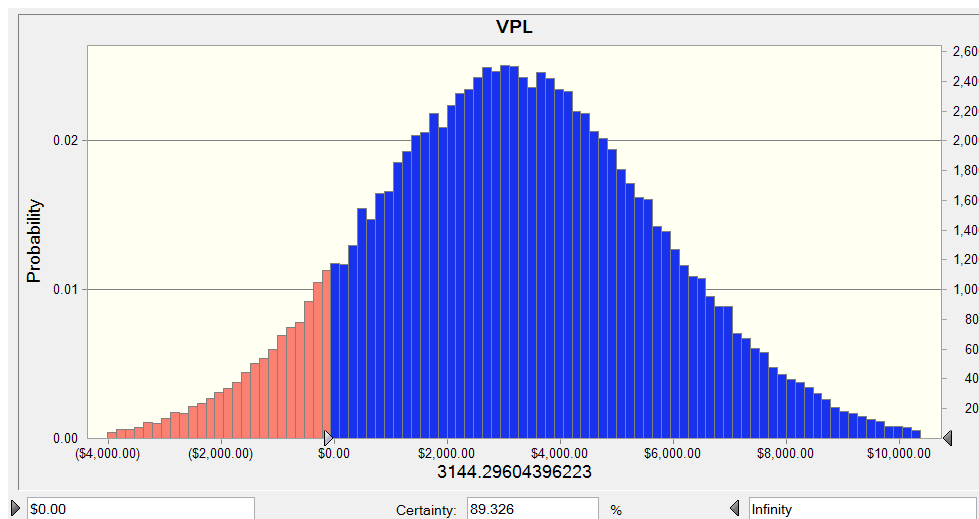
Figura 6 – Comparação da evolução do VPL acumulado dos cenários analisados



(fonte: elaborado pelo autor)

Os resultados para a simulação do indicador VPL com os parâmetros indicados apresentaram uma média de valores de R\$ 3.182.170,00. Foi observado que o VPL do empreendimento seria positivo em aproximadamente 89.3% das observações, e os resultados são mostrados na Figura 7. Ainda, o *Var* – ou o VPL em risco – com 95% de confiança do projeto seria de cerca de R\$ 1.003.710,00. O resultado de VPL positivo para o cenário de risco comprova a viabilidade econômica do projeto.

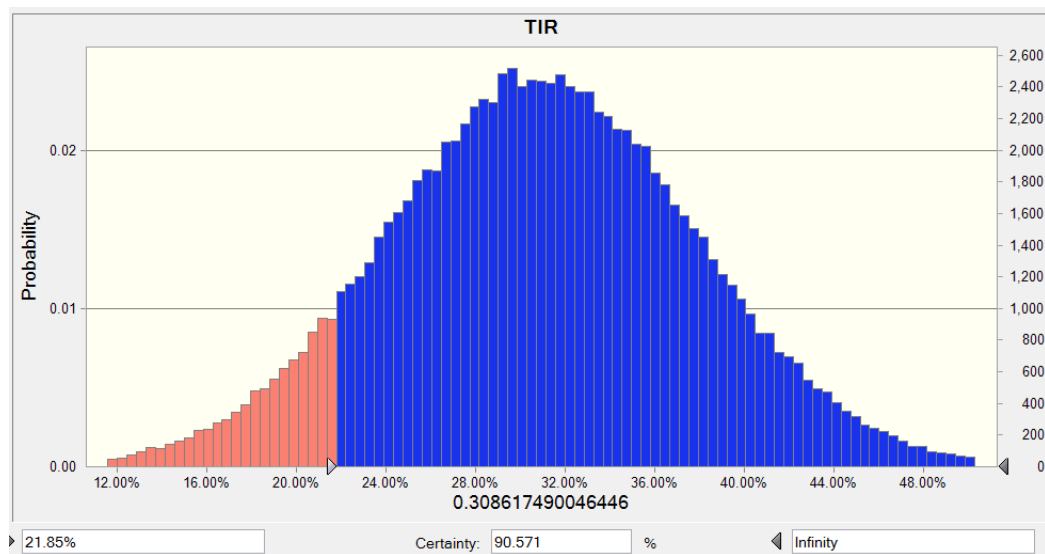
Figura 7 – Distribuição de resultados para o VPL



(fonte: elaborado pelo autor)

Adicionalmente, o indicador TIR apresentou média de 30.92% a.a., com um desvio padrão de 6.91%. Foi identificado um nível de certeza de acima de 90.5% de que a TIR do projeto seria maior do que a TMA estabelecida de 21.85% a.a., reforçando a confirmação da viabilidade econômica do empreendimento. O *VaR* para a TIR com um nível de confiança de 95% encontrado foi de aproximadamente 19.52% a.a. Os resultados probabilísticos da análise do TIR são apresentados na Figura 8.

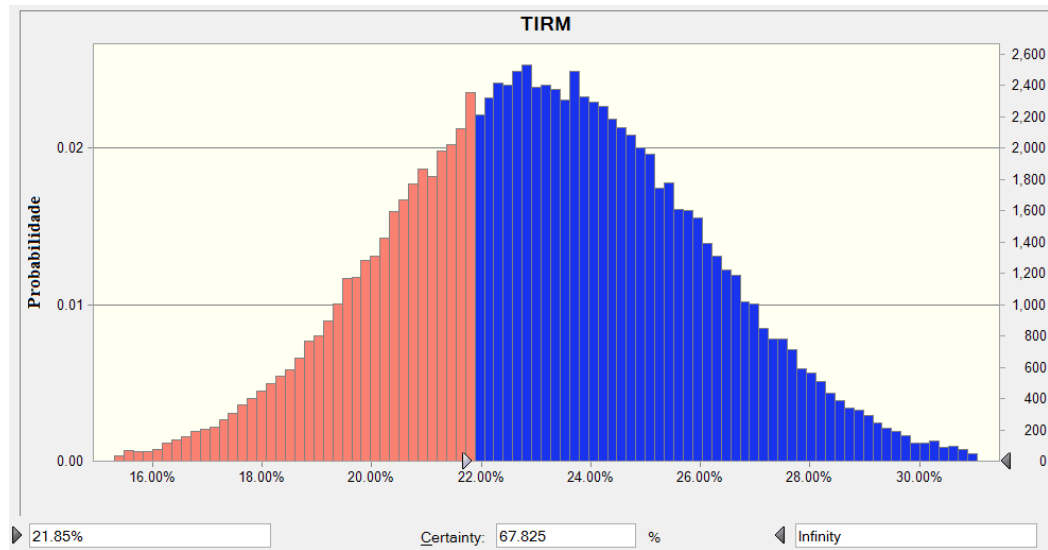
Figura 8 – Distribuição de resultados para a TIR



(fonte: elaborado pelo autor)

Já a TIRM do projeto apresentou, para os cenários de risco estudados, média de 23.18% a.a., com um desvio padrão de 2.81%. Observou-se que, em 67.8% dos cenários simulados, o indicador TIRM seria maior do que a TMA estabelecida de 21.85% a.a., reforçando novamente a confirmação da viabilidade do projeto deste empreendimento. O *VaR* para a TIRM com nível de confiança de 95% encontrado foi de 18.62% a.a. Os resultados probabilísticos da análise do TIRM são apresentados na Figura 9.

Figura 9 – Distribuição de resultados para a TIRM



(fonte: elaborado pelo autor)

A Tabela 5 apresenta um resumo com os valores encontrados para as simulações de Monte Carlo dos indicadores testados.

Tabela 5 – Resumo das Simulações de Monte Carlo

| Resultados | VPL | TIR | TIRM |
|-----------------------------------|-------------------|------------|-------------|
| Média | R\$ 3,202,230.00 | 30.92% | 23.18% |
| Desvio-Padrão | - | 6.91% | 2.81% |
| Probabilidade de VPL > 0 | 89.3% | - | - |
| Probabilidade de TIR e TIRM > TMA | - | 90.5% | 67.8% |
| VAR (95% de confiança) | -R\$ 1,003,710.00 | 19.52% | 18.62% |

(fonte: elaborado pelo autor)

7 COMPOSIÇÃO DO PORTFÓLIO

De posse dos resultados obtidos com o estudo de viabilidade econômica do empreendimento imobiliário analisado, foi realizado o estudo para a composição de um portfólio de ativos constituído pelo investimento no caso do imóvel estudado e por aplicações financeiras livres de risco – títulos de dívida pública, como o Tesouro SELIC, e títulos de dívida privada, como CDB, LC, etc. – com rentabilidade atrelada ao desempenho de 100% do CDI ou da taxa SELIC, prática comum no mercado financeiro. Foram aplicados os conceitos anteriormente abordados sobre desenvolvimento de um portfólio eficiente, buscando uma otimização na composição da carteira dos ativos, a fim de encontrar a fronteira eficiente de retorno *versus* risco para este portfólio.

7.1 ANÁLISE DOS ATIVOS

O empreendimento imobiliário previamente analisado seria fundamentado na comercialização de cotas da SPE própria do imóvel. Assim, há a possibilidade da incorporadora de alocar apenas uma parcela de seu capital e comprometer apenas parte de seu investimento neste empreendimento específico, permitindo a diversificação de seus ativos. O restante do portfólio seria composto por investimento em aplicações livres de risco com rentabilidade associada a 100% do CDI ou da taxa SELIC no período.

7.1.1 Retorno médio esperado

O retorno médio esperado para a composição do portfólio do empreendimento estudado na análise de viabilidade foi considerado igual à Taxa Interna de Retorno Modificada do empreendimento da análise de risco, no valor de 23.18% a.a., com sua volatilidade – ou risco – considerada igual ao desvio-padrão esperado para o investimento no valor de 2.81% conforme obtido na análise de risco realizada anteriormente. Apesar das falhas já apresentadas do método da TIRM, estes valores foram utilizados pelo desvio-padrão do método ser menor que o da TIR, o que possibilita a composição de um portfólio com mitigação de risco, ao passo que o uso da TIR praticamente impossibilitaria a existência de um portfólio otimizado para estes níveis de risco. O portfólio foi complementado por uma aplicação financeira teórica com rendimento de

100% do CDI ou da taxa SELIC para o período estudado, conforme dados obtidos em fontes do mercado financeiro.

7.1.2 Correlação entre os ativos

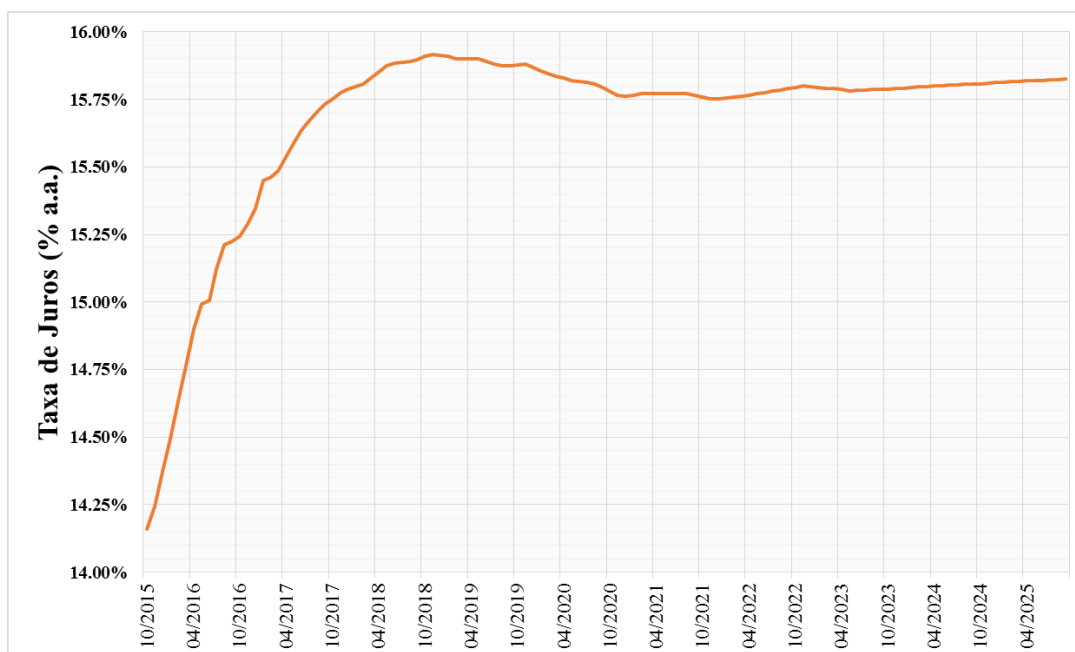
A análise de correlação entre os rendimentos do empreendimento imobiliário e da aplicação em um título livre de risco foi feita de três formas:

- a) baseada na série histórica dos retornos mensais dos últimos 10 anos do CDI e com uma aproximação de distribuição normal probabilística aleatória da TIRM calculada no capítulo anterior;
- b) baseada nas projeções da curva das taxas de juros e do CDI futuros para os próximos 10 anos e em uma aproximação de distribuição normal probabilística aleatória da TIRM;
- c) baseada na análise de risco realizada anteriormente do empreendimento estudado para a TIRM, com variação nos parâmetros previamente analisados, por meio de uma correlação entre os cenários probabilísticos de todas as variáveis e especificamente dos custos de captação e financiamento, indexados parcial ou totalmente ao CDI, com auxílio do software de modelagem probabilística *Crystal Ball*.

Os resultados para a primeira análise de correlação são demonstrados na tabela A7. Através da comparação da distribuição probabilística da TIRM e da série histórica do CDI para o período dos últimos 10 anos – com volatilidade observada de 2.03% (BANCO CENTRAL DO BRASIL, 2005) –, o coeficiente de correlação médio encontrado entre os dois investimentos foi de 0.06. Isto significa que há uma correlação levemente positiva – quase neutra – entre os dois ativos, o que evidencia a possibilidade de existência de um portfólio eficiente com minimização de risco passível de ser alcançado.

A segunda análise de correlação entre a TIRM e o CDI foi realizada com dados da curva futura de juros precificada no presente momento deste trabalho, conforme a Figura 10 (VALOR ECONÔMICO, 2015). A série futura do CDI mensal para 10 anos tem média de 15.68% a.a. e desvio-padrão anualizado de 0.35%, e foi comparada com a mesma série obtida através de distribuição normal probabilística aleatória da TIRM. O coeficiente de correlação encontrado foi de – 0.12, ou seja, há correlação negativa entre os dois ativos. Os resultados desta análise são verificados na tabela A8.

Figura 10 – Curva de Juros Futuros SELIC/CDI



(fonte: adaptado de VALOR ECONÔMICO, 2015)

Já a terceira análise teve como resultado o coeficiente de correlação igual a 0.25 entre os ativos, conforme análise de risco do cenário estudado anteriormente com auxílio do software *Crystal Ball*. Esta análise tem resultado satisfatório, mas incorre na projeção incerta da distribuição probabilística normal do cenário futuro das taxas de juros, que não é o comportamento mais adequado de projeção para esta variável.

Após a observação dos três cenários de correlação entre os ativos, foram escolhidas a primeira simulação, pois é o quadro que mais se aproxima de um cenário indeterminado macroeconômico, com alta volatilidade da taxa de juros; e a segunda simulação, que considera as últimas projeções – feitas pelos economistas especialistas no mercado – de curto, médio e longo prazo para o cenário econômico do país, com o impacto na precificação da curva de taxa de juros futura.

7.2 OTIMIZAÇÃO DO PORTFÓLIO

De posse dos dados de correlação entre os ativos, dos retornos médios esperados, e do desvio-padrão estimado pelas séries histórica e futura para o caso do CDI e da taxa SELIC, e pela análise de risco da TIRM para o cenário baseado em dados históricos da incorporadora, foi realizada uma simulação de um portfólio composto por estes dois ativos. Através do auxílio de

uma planilha eletrônica de cálculo, buscou-se a combinação otimizada para o menor valor de desvio-padrão do portfólio para os dois cenários. Os resultados são demonstrados na Tabela 6.

Tabela 6 – Resultados do portfólio para o primeiro cenário

| CDI | TIRM | Total | Retorno | Risco |
|---------------|---------------|--------------|----------------|--------------|
| 100% | 0% | 100% | 14.25% | 2.03% |
| 95% | 5% | 100% | 14.70% | 1.94% |
| 90% | 10% | 100% | 15.14% | 1.86% |
| 85% | 15% | 100% | 15.59% | 1.79% |
| 80% | 20% | 100% | 16.04% | 1.73% |
| 75% | 25% | 100% | 16.48% | 1.69% |
| 70% | 30% | 100% | 16.93% | 1.67% |
| 65% | 35% | 100% | 17.38% | 1.67% |
| 60% | 40% | 100% | 17.82% | 1.68% |
| 55% | 45% | 100% | 18.27% | 1.71% |
| 50% | 50% | 100% | 18.72% | 1.76% |
| 45% | 55% | 100% | 19.16% | 1.82% |
| 40% | 60% | 100% | 19.61% | 1.89% |
| 35% | 65% | 100% | 20.05% | 1.98% |
| 30% | 70% | 100% | 20.50% | 2.08% |
| 25% | 75% | 100% | 20.95% | 2.18% |
| 20% | 80% | 100% | 21.39% | 2.30% |
| 15% | 85% | 100% | 21.84% | 2.42% |
| 10% | 90% | 100% | 22.29% | 2.54% |
| 5% | 95% | 100% | 22.73% | 2.67% |
| 0% | 100% | 100% | 23.18% | 2.81% |
| 66.14% | 33.86% | 100% | 17.27% | 1.67% |

(fonte: elaborado pelo autor)

O cenário do portfólio otimizado para o menor nível de risco é demonstrado na Tabela 7.

Tabela 7 – Composição otimizada do Portfólio para o primeiro cenário de correlação

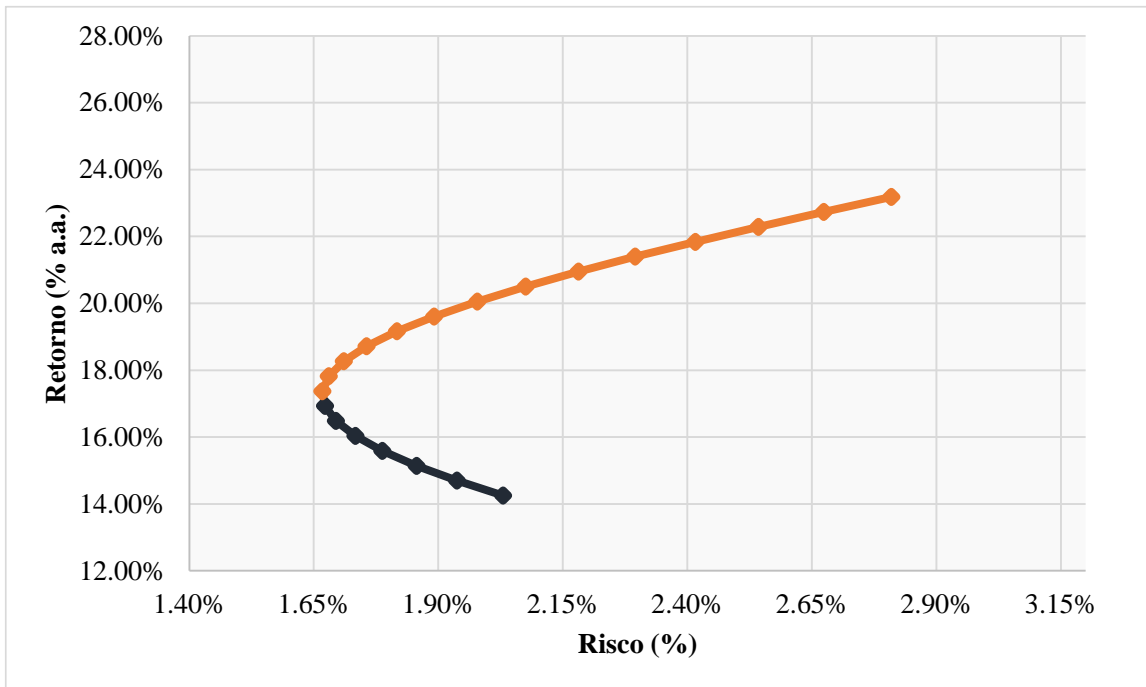
| Portfólio | | |
|----------------------|---------------|---------------|
| Retorno Total | | 17.27% |
| | CDI | TIRM |
| Retorno Esperado | 14.25% | 23.18% |
| Volatilidade | 2.03% | 2.81% |
| Alocação | 66.14% | 33.86% |
| Correlação | <i>CDI</i> | <i>TIRM</i> |
| CDI | 1 | |
| TIRM | 0.06 | 1 |
| Risco | | 1.667% |
| Índice de Sharpe | | 1.81 |

(fonte: elaborado pelo autor)

A composição ótima em que o portfólio apresenta o menor nível de risco é a de 66.14% do portfólio alocado em aplicações financeiras como CDB ou títulos de dívida pública, atrelados à SELIC ou ao CDI; e 33.86% em cotas do empreendimento imobiliário estudado, combinando para um retorno esperado total de 17.27% para o portfólio. O desvio-padrão encontrado para o portfólio de 1.667% comprova que a mitigação de risco é efetiva para este caso se comparada com a simples aplicação individual em títulos livres de risco ou em cotas do empreendimento imobiliário, que possuem desvio-padrão em 2.03% e 2.81%, respectivamente. O Índice de Sharpe encontrado para esta composição do portfólio foi de 1.81, um excelente índice de retorno excedente sobre risco.

A fronteira eficiente para o primeiro cenário de correlação entre os ativos, no qual a série de valores históricos da taxa de juros é confrontada com uma determinação probabilística da TIRM do empreendimento, é demonstrada na Figura 11. Os pontos e a linha em laranja na figura demonstram os pontos onde o portfólio é otimizado para maximizar o retorno da carteira com mitigação do risco.

Figura 11 – Fronteira Eficiente do Portfólio para o primeiro cenário de correlação



(fonte: elaborado pelo autor)

Para o segundo cenário de correlação, onde fora comparada a curva de juros futura obtida junto a fontes do mercado financeiro e a TIRM do projeto analisado, os resultados são demonstrados na Tabela 8, que demonstra a série de resultados com variação de cinco pontos percentuais entre as diversas opções de composição do portfólio. Pode-se observar que o resultado da mitigação, em função de existir uma grande disparidade entre as medidas do desvio-padrão de cada ativo, o portfólio é otimizado quando é basicamente composto apenas por aplicações em títulos de dívida.

Tabela 8 – Resultados do portfólio para o segundo cenário

| CDI | TIRM | Total | Retorno | Risco |
|---------------|--------------|--------------|----------------|---------------|
| 100% | 0% | 100% | 15.68% | 0.350% |
| 95% | 5% | 100% | 16.06% | 0.353% |
| 90% | 10% | 100% | 16.43% | 0.409% |
| 85% | 15% | 100% | 16.81% | 0.501% |
| 80% | 20% | 100% | 17.18% | 0.612% |
| 75% | 25% | 100% | 17.56% | 0.735% |
| 70% | 30% | 100% | 17.93% | 0.863% |
| 65% | 35% | 100% | 18.31% | 0.996% |
| 60% | 40% | 100% | 18.68% | 1.131% |
| 55% | 45% | 100% | 19.06% | 1.267% |
| 50% | 50% | 100% | 19.43% | 1.405% |
| 45% | 55% | 100% | 19.81% | 1.544% |
| 40% | 60% | 100% | 20.18% | 1.683% |
| 35% | 65% | 100% | 20.56% | 1.823% |
| 30% | 70% | 100% | 20.93% | 1.963% |
| 25% | 75% | 100% | 21.31% | 2.104% |
| 20% | 80% | 100% | 21.68% | 2.245% |
| 15% | 85% | 100% | 22.06% | 2.386% |
| 10% | 90% | 100% | 22.43% | 2.527% |
| 5% | 95% | 100% | 22.81% | 2.668% |
| 0% | 100% | 100% | 23.18% | 2.810% |
| 97.76% | 2.24% | 100% | 15.85% | 0.344% |

(fonte: elaborado pelo autor)

A composição ótima em que o portfólio apresenta o menor nível de risco é a de 97.76% do portfólio alocado em aplicações financeiras como CDB ou títulos de dívida pública, atrelados à SELIC ou ao CDI; e 2.24% em cotas do empreendimento imobiliário estudado. O desvio-padrão encontrado para o portfólio de 0.344%, e o Índice de Sharpe encontrado para esta composição dos ativos foi de 0.49, abaixo do nível satisfatório de 1. Os números do portfólio otimizado são mostrados na Tabela 9.

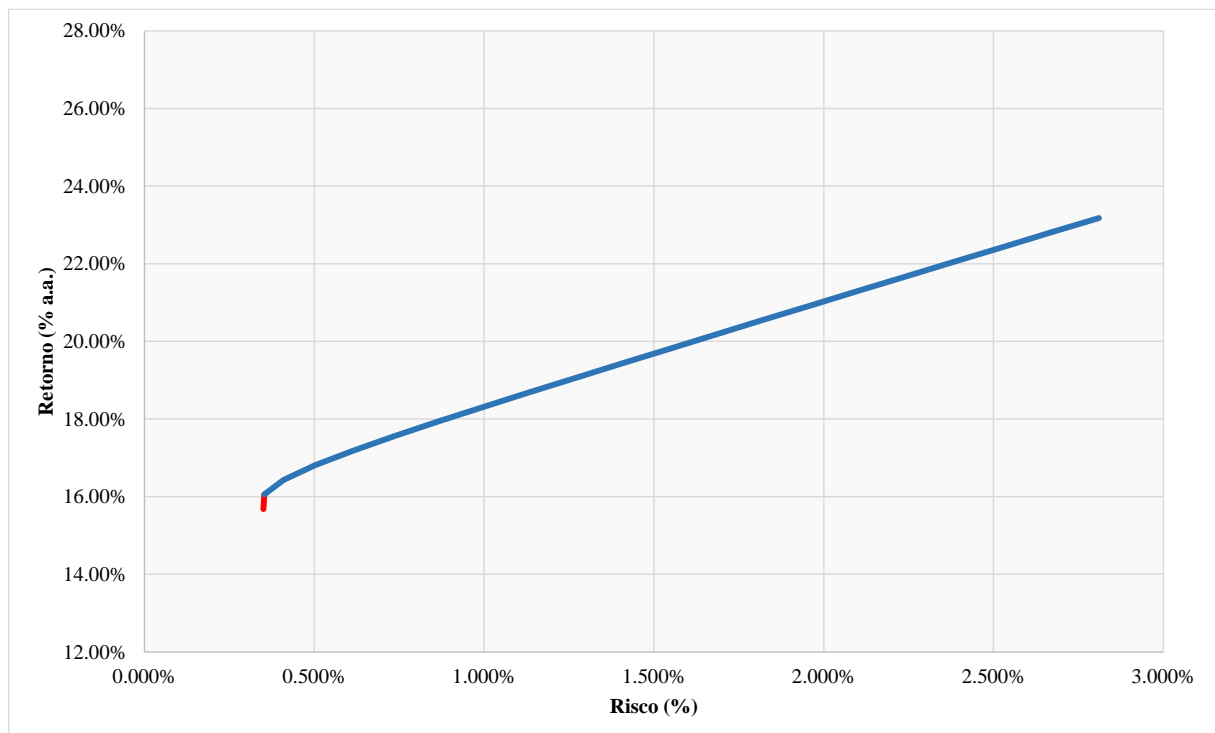
Tabela 9 – Composição otimizada do Portfólio para o segundo cenário de correlação

| Portfólio | | |
|----------------------|------------|---------------|
| Retorno Total | | 15.85% |
| | CDI | TIRM |
| Retorno Esperado | 15.68% | 23.18% |
| Volatilidade | 0.35% | 2.81% |
| Alocação | | 2.24% |
| Correlação | | CDI |
| CDI | 1 | |
| TIRM | -0.12 | 1 |
| Risco | | 0.344% |
| Índice de Sharpe | | 0.49 |

(fonte: elaborado pelo autor)

A Fronteira Eficiente do Portfólio é observada na Figura 12. Os pontos e a linha em azul descrevem a fronteira eficiente da carteira, onde se tem máximo retorno para mesmos níveis de risco.

Figura 12 – Fronteira Eficiente do Portfólio para o segundo cenário de correlação



(fonte: elaborado pelo autor)

8 ANÁLISE FINAL E CONCLUSÕES

Os resultados apresentados anteriormente confirmam a viabilidade do projeto imobiliário estudado e a existência de um portfólio otimizado para investimento no mesmo empreendimento e em aplicações financeiras livres de risco. O projeto foi considerado economicamente viável pelo estudo realizado, confirmando a análise e o parecer feito pela incorporadora de aceitar o projeto, uma vez que os indicadores VPL, TIR e TIRM tiveram valores positivos e acima da TMA exigida, conforme destacado na Tabela 10. Ainda, os números de *Value at Risk* do VPL, da TIR e da TIRM foram considerados aceitáveis perto do potencial e provável retorno do empreendimento.

Tabela 10 – Resultados da análise de viabilidade econômico-financeira do empreendimento imobiliário

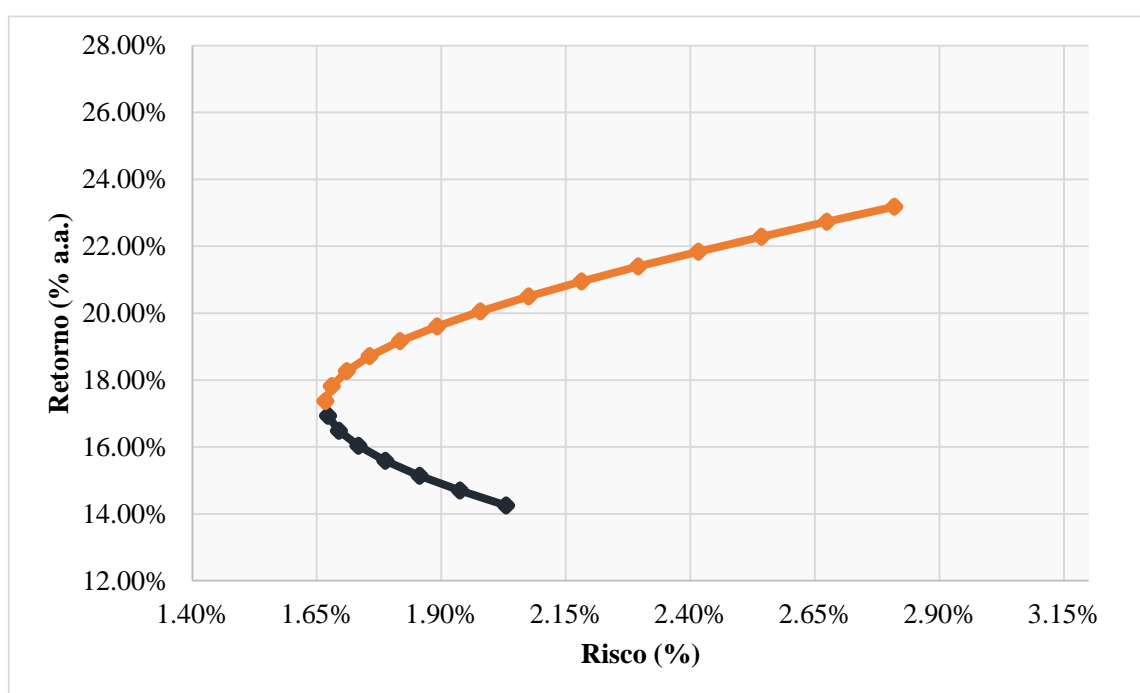
| Resultados | VPL | TIR | TIRM |
|-----------------------------------|-------------------|------------|-------------|
| Média | R\$ 3,202,230.00 | 30.92% | 23.18% |
| Desvio-Padrão | - | 6.91% | 2.81% |
| Probabilidade de VPL > 0 | 89.3% | - | - |
| Probabilidade de TIR e TIRM > TMA | - | 90.5% | 67.8% |
| VAR (95% de confiança) | -R\$ 1,003,710.00 | 19.52% | 18.62% |

(fonte: elaborado pelo autor)

A observação do comportamento dos cenários de correlação analisados explicita o quão volátil, sutil e incerto é o futuro. Através de aproximações de distribuições probabilísticas e análises de séries históricas e estimativas futuras, a variação demonstrada entre os coeficientes de correlação dos cenários estudados foi bastante considerável, o que pode ser explicado pela incerteza futura quanto ao cenário macroeconômico atual do País. No entanto, com um certo nível de confiabilidade, foi demonstrado que existe a possibilidade de construção de um portfólio otimizado para um menor nível de risco composto por um empreendimento imobiliário e uma aplicação livre de risco, que pode ser replicado para mais ativos em futuras análises. Isto ocorre pela observância de, independente da variabilidade dos resultados de correlação entre os cenários, uma tendência comum: a correlação existente entre estes ativos é muito baixa (de -0.12 a 0.25), o que, salvo algumas exceções, possivelmente viabiliza a mitigação de risco pela construção de um portfólio.

O primeiro cenário de correlação apresentou os melhores resultados para o portfólio, pelo fato do risco do retorno do CDB ou título de dívida pública ser da mesma ordem de grandeza do empreendimento imobiliário – da ordem de dois pontos percentuais para uma base anual –, isto é, a existência de uma correlação quase nula (0.06) entre os ativos e um desvio-padrão de mesma ordem de grandeza facilita a composição de um portfólio com mitigação do risco conjunto. A fronteira eficiente para o portfólio do primeiro cenário de correlação é novamente apresentada na Figura 13, e destaca-se o menor risco conjunto do portfólio encontrado de 1.667% em oposição aos 2.03% do título de dívida pública e 2.81% da TIRM do empreendimento imobiliário, o que leva a um retorno esperado maximizado de 17.27% em comparação aos 14.25% esperados para a aplicação em títulos de dívida com um menor nível de risco. Ainda, para o mesmo nível aproximado de risco da aplicação financeira, o retorno esperado para o portfólio seria de cerca de 20.50% (portfólio composto por 30% de CDB ou títulos de dívida pública e 70% de cotas do empreendimento imobiliário analisado) para em torno de 2.08% de desvio-padrão conjunto.

Figura 13 – Fronteira Eficiente do Portfólio para o primeiro cenário de correlação



(fonte: elaborado pelo autor)

Sobretudo, observa-se que o uso da TIR e da TIRM para o cálculo de uma taxa de retorno sobre o capital do empreendimento tem inúmeras limitações. Por considerar o reinvestimento dos fluxos de caixa intermediários à uma taxa igual a ela própria, o método da TIR sugere que, para

projetos com VPL positivo, esta taxa seja maior do que o custo de capital da empresa. O método da TIRM, por outro lado, implica que os fluxos negativos e positivos sejam obrigatoriamente financiados e reinvestidos, respectivamente, o que nem sempre pode ocorrer: a existência de um fluxo negativo não implica que haja captação de recursos, pois há a possibilidade de existirem recursos dentro da própria empresa, ao passo que fluxos positivos não acarretam, obrigatoriamente, em reinvestimento a uma taxa de aplicações no mercado, pois os recursos excedentes podem ser direcionados à quitação de dívidas da empresa. No entanto, considerando a premissa de que o empreendimento esteja blindado sob a forma de SPE e que, impreterivelmente, a incorporadora não tenha o controle majoritário sobre o empreendimento e suas cotas sejam pulverizadas (isto é, não há um sócio majoritário detentor de cotas do empreendimento), o que implica que a incorporadora não pode retirar os fluxos excedentes para pagamento de dívidas e deve, sim, reaplicá-los, e que não haja sobras dentro da sociedade, com a utilização sempre de capital de terceiros para captação de recursos quando necessário, o uso da TIRM seria razoável.

Adicionalmente, através do estudo, percebe-se que o conceito da incorporadora no mercado é extremamente importante para obter a comercialização das cotas de investimento no empreendimento, dado que um ativo no setor imobiliário ainda carece da liquidez e da atratividade ao investidor comum, portanto, de mercados de capitais como a BM&F Bovespa. Além disso, a alternativa de menor risco para a carteira recomenda que a incorporadora seja a responsável pela execução e incorporação técnica do projeto mas responda por apenas aproximadamente 34% da SPE constituída, o que evidencia a real tendência do cenário macroeconômico do País atual, com falta de atratividade e incentivos aos investimentos em infraestrutura e mercado imobiliário, fazendo com que o empreendedor componha, seguindo uma cultura de baixo risco, mais da metade de seu portfólio com aplicações financeiras.

O presente estudo ainda propõe, para a análise de próximos empreendimentos, a composição de um portfólio com, além das aplicações já estudadas, fundos de investimento multimercado lastreados nos principais índices do mercado de renda variável, como o Ibovespa ou o S&P 500, por exemplo, e também por outros projetos de incorporação imobiliária. Acredita-se que, através de uma carteira corretamente diversificada, é possível minimizar ainda mais a volatilidade do retorno de um investimento individual seja em um empreendimento imobiliário, seja em uma aplicação financeira livre de risco.

Por fim, se conclui que o estudo de correlação entre os ativos e, portanto, de otimização de um portfólio, depende da correta avaliação das premissas seguidas quanto aos parâmetros históricos e estimativas futuras da variância, desvio-padrão e retornos médios esperados para as aplicações financeiras, exigindo uma atualização constante dos analistas quando da realização de um estudo deste tipo.

REFERÊNCIAS

BALARINE, O. F. O. **Contribuições Metodológicas ao Estudo de Viabilidade Econômico-Financeira das Incorporações Imobiliárias**. Porto Alegre: PQPCC/RS, 1997. p. 11-28.

_____. **Planejamento Estratégico na Indústria Imobiliária: evidências de mercado**. Ambiente Construído, São Paulo, v. 2, n.1, p. 7-14, 2002.

BANCO CENTRAL DO BRASIL. **Sistema Gerenciador de Séries Temporais**. Brasília, 2015. Apresenta séries históricas de indicadores financeiros. Disponível em: <<https://www3.bcb.gov.br/sgspub/>>. Acesso em: 26 out. 2015.

CASAROTTO FILHO, N.; KOPITTKE, B. H. **Análise de Investimentos**. 11. ed. São Paulo: Atlas, 2010.

CASSETTARI, A. Uma forma alternativa para alocação ótima de capital em carteiras de risco. **Revista de Administração**, São Paulo, v. 36, n. 3, p. 70-85, Set. 2001. Disponível em: <<http://www.rausp.usp.br/download.asp?file=v36n3p70a85.pdf>>. Acesso em: 27 out. 2015.

DAMODARAN, A. **Strategic Risk Taking: a framework for risk management**. New Jersey, USA: Wharton School Publishing, 2008.

_____. **Applied Corporate Finance**. 3. ed. New Jersey, USA: John Wiley & Sons, 2011.

EDER, C. F.; MENESES, G.; FITERMAN, L.; TINOCO, M. A. C. **Avaliação dos Métodos da Taxa Interna de Retorno Modificada: uma aplicação prática**. Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção – PPGE. Porto Alegre: 2004.

ELTON, E. J.; GRUBER, M. J.; BROWN, S. J.; GOETZMANN, W. N. **Modern Portfolio Theory and Investment Analysis**. 8. ed. New Jersey, USA: John Wiley & Sons, 2010.

FABOZZI, F. J.; KOTHARI, V. **Securitization: the tool of financial transformation**. [New Haven, USA]: Yale International Center for Finance, 2007. Working Paper n. 07-07. Disponível em: <<http://ssrn.com/abstract=997079>>. Acesso em 15 jun. 2015.

FUNDAÇÃO GETÚLIO VARGAS. **Instituto Brasileiro de Economia**. São Paulo, 2015. Apresenta séries históricas dos índices de preços auferidos pela própria fundação e instituto. Disponível em: <<http://portalibre.fgv.br/>>. Acesso em: 11 dez. 2015.

GALESNE, A.; FENSTERSEIFER, J. E.; LAMB, R. **Decisões de Investimentos da Empresa**. 1. ed. (2. tir). São Paulo: Atlas, 1999.

GITMAN, L. J. **Princípios de Administração Financeira**. 10. ed. São Paulo: Pearson Addison Wesley, 2004.

GORTON, G. B.; SOULELES, N. S. **Special Purpose Vehicles and Securitization**. [Philadelphia, USA]: Federal Reserve Bank of Philadelphia, 2005. Working Paper n. 05-21. Disponível em: <<http://ssrn.com/abstract=713782>>. Acesso em: 15 jun. 2015.

KASSAI, J. R. Conciliação entre a TIR e o ROI. **Caderno de Estudos FIPECAFI**, n. 14. São Paulo: 1996.

KLIEMANN, F. J. N.; SOUZA, J. S. de; CARMON, C. U. de M.; MARGUERON, C.; RANGEL, D. A.; ABENSUR, E. O.; CARVALHO JUNIOR, L. J. de; LEIT, M. S. A.; MOTTA, R. da R.; OLIVEIRA, T. K. de; AQUINO, T. A. Gestão de riscos como ferramenta para aumento da competitividade das empresas. In: OLIVEIRA, V. F. de; CAVENAGHI, V.; MÁSCULO, F. S. (Org.). **Tópicos Emergentes e Desafios Metodológicos em Engenharia de Produção: casos, experiências e proposições** (volume IV). Rio de Janeiro: ABEPRO, 2011. p. 149-210.

MARKOWITZ, H. M. Portfolio Selection. **The Journal of Finance**, New Jersey, USA, v. 7, n. 1, p. 77-91, Mar. 1952. Disponível em: < <http://www.jstor.org/stable/2975974>>. Acesso em: 27 out. 2015.

_____. **Portfolio Selection: efficient diversification of investments**. New York, USA: John Wiley & Sons, 1959.

PORTO, P. T.; ROCHA-LIMA JÚNIOR, J. da. **Método para gestão de portfólios de investimentos em edifícios de escritórios para locação no Brasil**. São Paulo: EPUSP, 2011. Boletim Técnico PCC n. 565.

ROCHA-LIMA JÚNIOR, J. da. **Securitização de Portfólios de Base Imobiliária**. São Paulo: EPUSP, 1993. Boletim Técnico PCC n. 99.

_____. **Os sistemas operacionais para securitização de portfólios imobiliários e de base imobiliária via debêntures**. São Paulo: EPUSP, 1997. Boletim Técnico PCC n. 186.

_____. **Análise econômica de empreendimentos de longo horizonte de maturação: indicadores avançados para análise da qualidade do investimento**. São Paulo: EPUSP, 2001. Boletim Técnico PCC n. 271.

SINDICATO DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO CIVIL DO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL. **CUB: Preços, Custos e Composição**. Porto Alegre, 2015. Apresenta séries históricas dos índices CUB auferido pelo sindicato. Disponível em: < <http://www.sindusconrs.com.br/produtos-e-servicos/pesquisas-e-indices/cub-rs/>>. Acesso em: 11 dez. 2015.

SINDICATO DAS EMPRESAS DE COMPRA, VENDA, LOCAÇÃO E ADMINISTRAÇÃO DE IMÓVEIS. **Balanco do Mercado Imobiliário 2014**. São Paulo, [2014]. Disponível em: <www.secovi.com.br/files/Downloads/balanco-do-mercado-imobiliario-2014-v2pdf.pdf>. Acesso em: 11 mai. 2015.

SHARPE, W. F. The Sharpe Ratio. **The Journal of Portfolio Management**, New York, USA, v. 21, n.1, p. 49-58, 1994. Disponível em: <<https://web.stanford.edu/~wfsarpe/art/sr/sr.htm>>. Acesso em: 27 out. 2015.

SOUZA, J. S. de. **Modelo para Identificação e Gerenciamento do Grau de Risco de Empresas** – MIGGRI. 2011. 193 f. Tese (Doutorado em Engenharia) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2011.

TOSTES, F. P. **Gestão de risco de mercado: metodologias financeira e contábil**. 1. ed. Rio de Janeiro: Editora FGV, 2007.

VALOR ECONÔMICO. **Indicadores de Mercado**. São Paulo, 2015. Apresenta séries futuras e históricas dos principais indicadores financeiros do mercado. Disponível em: <<http://www.valor.com.br/valor-data/indices-financeiros/indicadores-de-mercado>>. Acesso em: 28 out. 2015.

WILLIAMS, J. E. Real Estate Portfolio Diversification by Sources of Return. In: SCHWARTZ, A. L.; KAPPLIN, S. D. (Ed.). **Alternative Ideas in Real Estate Investment**. Norwell, USA: Kluwer Academic Purposes, 1995. p. 99-112.

APÊNDICE A – Tabelas

Tabela A1 – Tabela de Vendas

| Período | Entrada | Pagamentos Mensais | Reforços | Entrega de Chaves | Repasse Final | Percentual do Valor Total | Percentual acumulado do Valor Total |
|----------------|----------------|---------------------------|-----------------|--------------------------|----------------------|----------------------------------|--|
| 1 | 1.75% | | | | | 1.75% | 1.75% |
| 2 | 1.75% | 0.33% | | | | 2.08% | 3.83% |
| 3 | 1.75% | 0.33% | | | | 2.08% | 5.92% |
| 4 | 1.75% | 0.33% | | | | 2.08% | 8.00% |
| 5 | | 0.33% | | | | 0.33% | 8.33% |
| 6 | | 0.33% | | | | 0.33% | 8.67% |
| 7 | | 0.33% | | | | 0.33% | 9.00% |
| 8 | | 0.33% | | | | 0.33% | 9.33% |
| 9 | | 0.33% | | | | 0.33% | 9.67% |
| 10 | | 0.33% | 3.00% | | | 3.33% | 13.00% |
| 11 | | 0.33% | | | | 0.33% | 13.33% |
| 12 | | 0.33% | | | | 0.33% | 13.67% |
| 13 | | 0.33% | | | | 0.33% | 14.00% |
| 14 | | 0.33% | | | | 0.33% | 14.33% |
| 15 | | 0.33% | | | | 0.33% | 14.67% |
| 16 | | 0.33% | | | | 0.33% | 15.00% |
| 17 | | 0.33% | | | | 0.33% | 15.33% |
| 18 | | 0.33% | | | | 0.33% | 15.67% |
| 19 | | 0.33% | | | | 0.33% | 16.00% |
| 20 | | 0.33% | 3.00% | | | 3.33% | 19.33% |
| 21 | | 0.33% | | | | 0.33% | 19.67% |
| 22 | | 0.33% | | | | 0.33% | 20.00% |
| 23 | | 0.33% | | | | 0.33% | 20.33% |
| 24 | | 0.33% | | | | 0.33% | 20.67% |
| 25 | | 0.33% | | | | 0.33% | 21.00% |
| 26 | | 0.33% | | | | 0.33% | 21.33% |
| 27 | | 0.33% | | | | 0.33% | 21.67% |
| 28 | | 0.33% | | | | 0.33% | 22.00% |
| 29 | | 0.33% | | | | 0.33% | 22.33% |
| 30 | | 0.33% | | 2.00% | | 2.33% | 24.67% |
| 31 | | 0.33% | | | 75% | 75.33% | 100% |
| Total | 7.00% | 10.00% | 6.00% | 2.00% | 75% | 100.00% | |

(fonte: elaborado pelo autor)

Tabela A2 – Curva de Vendas

| Período | Unidades Vendidas | Percentual do VGV |
|----------------|--------------------------|--------------------------|
| 12 | 10 | 0.15% |
| 13 | 10 | 0.32% |
| 14 | 10 | 0.49% |
| 15 | 10 | 0.67% |
| 16 | 10 | 0.69% |
| 17 | 10 | 0.72% |
| 18 | 5 | 0.68% |
| 19 | 5 | 0.62% |
| 20 | 5 | 0.56% |
| 21 | 5 | 0.75% |
| 22 | 5 | 0.76% |
| 23 | 5 | 0.78% |
| 24 | 5 | 0.79% |
| 25 | 5 | 0.81% |
| 26 | 4 | 0.80% |
| 27 | 4 | 0.68% |
| 28 | 4 | 0.67% |
| 29 | 4 | 0.67% |
| 30 | 4 | 0.68% |
| 31 | 0 | 0.88% |
| 32 | 0 | 0.83% |
| 33 | 0 | 0.77% |
| 34 | 0 | 0.71% |
| 35 | 0 | 0.68% |
| 36 | 0 | 0.68% |
| 37 | 0 | 0.56% |
| 38 | 0 | 0.56% |
| 39 | 0 | 0.56% |
| 40 | 0 | 0.46% |
| 41 | 0 | 0.63% |
| 42 | 0 | 6.88% |
| 43 | 0 | 22.06% |
| 44 | 0 | 18.38% |
| 45 | 0 | 14.71% |
| 46 | 0 | 11.03% |
| 47 | 0 | 7.35% |
| Total | 120 | 100.00% |

(fonte: elaborado pelo autor)

Tabela A3 – Custo Raso da Obra

| Item | Etapa | Valor (R\$) | Peso |
|--------------|-----------------------------------|--------------------------|-------------|
| 1 | Projetos | R\$ 1,218,212.01 | 3.21% |
| 2 | Terraplenagem | R\$ 284,628.98 | 0.75% |
| 3 | Despesas Administrativas | R\$ 5,684,989.39 | 14.98% |
| 4 | Implantação | R\$ 1,225,802.12 | 3.23% |
| 5 | Equipamentos | R\$ 2,645,151.94 | 6.97% |
| 6 | Infraestrutura | R\$ 2,599,611.31 | 6.85% |
| 7 | Supraestrutura | R\$ 6,531,286.21 | 17.21% |
| 8 | Alvenaria externa | R\$ 1,290,318.02 | 3.40% |
| 9 | Revestimentos internos e externos | R\$ 2,804,544.17 | 7.39% |
| 10 | Pavimentação | R\$ 705,879.86 | 1.86% |
| 11 | Impermeabilização | R\$ 204,932.86 | 0.54% |
| 12 | Cobertura | R\$ 428,840.99 | 1.13% |
| 13 | Acabamentos em gesso | R\$ 352,939.93 | 0.93% |
| 14 | Esquadrias e Dry-wall | R\$ 2,561,660.78 | 6.75% |
| 15 | Pintura interna | R\$ 1,024,664.31 | 2.70% |
| 16 | Acabamento externo | R\$ 2,216,310.95 | 5.84% |
| 17 | Instalações Elétricas | R\$ 2,379,498.23 | 6.27% |
| 18 | Instalações Hidrossanitárias | R\$ 2,053,123.67 | 5.41% |
| 19 | Instalações Mecânicas | R\$ 1,259,957.60 | 3.32% |
| 20 | Diversos | R\$ 478,176.68 | 1.26% |
| Total | | R\$ 37,950,530.00 | 100% |

(fonte: elaborado pelo autor)

Tabela A4 – Curva da Obra

| Período | Percentual mensal | Percentual acumulado | Descrição |
|----------------|--------------------------|-----------------------------|--|
| 16 | 0.67% | 0.67% | |
| 17 | 0.60% | 1.27% | Despesas com projetos, sondagens e instalações provisórias |
| 18 | 0.49% | 1.76% | |
| 19 | 0.72% | 2.48% | |
| 20 | 1.81% | 4.29% | |
| 21 | 2.06% | 6.35% | Início da execução da obra |
| 22 | 2.08% | 8.43% | Despesas com a execução da obra |
| 23 | 2.47% | 10.90% | |
| 24 | 2.04% | 12.94% | |
| 25 | 1.85% | 14.79% | |
| 26 | 1.77% | 16.56% | |
| 27 | 3.25% | 19.81% | |
| 28 | 3.46% | 23.27% | |
| 29 | 5.00% | 28.27% | |
| 30 | 4.26% | 32.53% | |
| 31 | 3.91% | 36.44% | |
| 32 | 4.06% | 40.50% | |
| 33 | 4.25% | 44.75% | |
| 34 | 4.30% | 49.05% | |
| 35 | 5.16% | 54.21% | |
| 36 | 5.18% | 59.39% | |
| 37 | 5.48% | 64.87% | |
| 38 | 5.60% | 70.47% | |
| 39 | 5.57% | 76.04% | |
| 40 | 5.99% | 82.03% | |
| 41 | 6.06% | 88.09% | |
| 42 | 6.13% | 94.22% | |
| 43 | 2.10% | 96.32% | Término da execução da obra |
| 44 | 1.87% | 98.19% | Despesas com limpeza e preparação final do condomínio |
| 45 | 0.96% | 99.15% | |
| 46 | 0.85% | 100.00% | |

(fonte: elaborado pelo autor)

Tabela A5 – Fluxo de Caixa Descontado

| | % | Valor Base | Valor Nominal | Valor Presente | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 |
|----------------------------------|------------------|------------------|--------------------|--------------------|----------------|---|---|---|---|---|---|---|---|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| VENDAS + INCC | | | 105,120.42 | 53,767.72 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 130 | 287 | 445 | 605 |
| Unidades | | | 120 | | | | | | | | | | | | | 10 | 10 | 10 | 10 |
| Curva Receita de Vendas | | | 100.0% | | | | | | | | | | | | | 0.15% | 0.32% | 0.49% | 0.67% |
| Receita VGV | | 83,398.12 | 83,398.12 | 53,767.72 | | | | | | | | | | | | 122 | 266 | 411 | 556 |
| TERRENO + CUB | | | (16,400.44) | (10,000.79) | (3,101) | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | (190) | (210) | (229) | (71) |
| Índice Construtivo | | 2,000.00 | 2,500.00 | 2,459.17 | 2,500 | | | | | | | | | | | | | | |
| ITBI | 6.00% | VN TERR | 579.57 | 570.10 | 580 | | | | | | | | | | | | | | |
| Corretagem | 5.00% | VN TERR | 482.97 | 314.14 | | | | | | | | | | | | 161 | 161 | 161 | |
| Pagamento Terreno | | 9,659.47 | 9,659.47 | 5,958.83 | | | | | | | | | | | | 14 | 31 | 48 | 64 |
| OBRA + CUB | | | (48,082.74) | (27,503.89) | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Curva da Obra | 100.00% | VN C RASO | 100.00% | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Custo Raso de Construção | | 33,981.77 | 33,981.77 | 25,173.46 | | | | | | | | | | | | | | | |
| Taxa de Administração | 10.00% | VN C RASO | 3,398.18 | 2,517.35 | | | | | | | | | | | | | | | |
| Manutenção | 2.15% | VN C RASO | 730.61 | 647.15 | | | | | | | | | | | | | | | |
| DESPESAS E ENCARGOS + CUB | | | (19,797.22) | (10,805.59) | - | - | - | - | - | - | - | - | - | (327) | (330) | (408) | (125) | (147) | (170) |
| Plantão de Vendas | 2.00% | VN VGV | 1,667.96 | 1,442.64 | | | | | | | | | | 306 | 306 | 306 | 24 | 24 | 24 |
| Marketing | 2.15% | VN VGV | 1,793.06 | 1,106.12 | | | | | | | | | | | | 3 | 6 | 9 | 12 |
| Comissão de Vendas | 5.00% | VN VGV | 4,169.91 | 2,572.37 | | | | | | | | | | | | 6 | 13 | 21 | 28 |
| Decoração Condominial | | 760.00 | 760.00 | 735.44 | | | | | | | | | | | | | | | |
| Despesas Judiciais | 2.00% | VN VGV | 1,667.96 | 1,295.57 | | | | | | | | | | | | 54 | 54 | 54 | 54 |
| Impostos Retidos | 6.35% | VN VGV | 5,295.78 | 3,266.91 | | | | | | | | | | | | 8 | 17 | 26 | 35 |
| FLUXO DE CAIXA | | | 20,840.03 | 5,457.45 | (3,101) | - | - | - | - | - | - | - | - | (327) | (330) | (468) | (47) | 69 | 364 |
| | <i>Taxa a.m.</i> | <i>Taxa a.a.</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| WACC / TMA | 1.66% | 21.85% | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Taxa de Captação | 1.12% | 14.25% | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| TIR | 3.02% | 42.94% | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| TIRM | 1.88% | 25.10% | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Inflação Global</i> | <i>0.62%</i> | <i>7.66%</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>CUB</i> | <i>0.68%</i> | <i>8.50%</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>INCC</i> | <i>0.57%</i> | <i>7.00%</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Tabela A5 – (continuação)

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|----------------|--------------|--------------|--------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 | 31 | 32 | 33 | 34 | 35 |
| 634 | 663 | 625 | 574 | 522 | 704 | 721 | 738 | 756 | 774 | 777 | 657 | 657 | 657 | 672 | 877 | 824 | 770 | 716 | 694 |
| 10 | 10 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | | | | | |
| 0.69% | 0.72% | 0.68% | 0.62% | 0.56% | 0.75% | 0.76% | 0.78% | 0.79% | 0.81% | 0.80% | 0.68% | 0.67% | 0.67% | 0.68% | 0.88% | 0.83% | 0.77% | 0.71% | 0.68% |
| 579 | 602 | 565 | 515 | 466 | 625 | 637 | 649 | 660 | 672 | 671 | 564 | 561 | 558 | 568 | 737 | 688 | 639 | 591 | 570 |
| (75) | (78) | (74) | (68) | (62) | (84) | (86) | (88) | (90) | (92) | (93) | (78) | (79) | (79) | (81) | (105) | (99) | (93) | (86) | (84) |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 67 | 70 | 65 | 60 | 54 | 72 | 74 | 75 | 76 | 78 | 78 | 65 | 65 | 65 | 66 | 85 | 80 | 74 | 68 | 66 |
| (279) | (252) | (207) | (306) | (775) | (888) | (903) | (1,080) | (898) | (820) | (790) | (1,460) | (1,565) | (2,276) | (1,953) | (1,804) | (1,886) | (1,988) | (2,025) | (2,447) |
| 0.7% | 0.6% | 0.5% | 0.7% | 1.8% | 2.1% | 2.1% | 2.5% | 2.0% | 1.9% | 1.8% | 3.3% | 3.5% | 5.0% | 4.3% | 3.9% | 4.1% | 4.3% | 4.3% | 5.2% |
| 228 | 204 | 167 | 245 | 615 | 700 | 707 | 839 | 693 | 629 | 601 | 1,104 | 1,176 | 1,699 | 1,448 | 1,329 | 1,380 | 1,444 | 1,461 | 1,753 |
| 23 | 20 | 17 | 24 | 62 | 70 | 71 | 84 | 69 | 63 | 60 | 110 | 118 | 170 | 145 | 133 | 138 | 144 | 146 | 175 |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| (174) | (179) | (174) | (168) | (161) | (187) | (190) | (194) | (197) | (200) | (201) | (185) | (186) | (187) | (190) | (219) | (212) | (206) | (199) | (197) |
| 24 | 24 | 24 | 24 | 24 | 24 | 24 | 24 | 24 | 24 | 24 | 24 | 24 | 24 | 24 | 24 | 24 | 24 | 24 | 24 |
| 12 | 13 | 12 | 11 | 10 | 13 | 14 | 14 | 14 | 14 | 14 | 12 | 12 | 12 | 12 | 16 | 15 | 14 | 13 | 12 |
| 29 | 30 | 28 | 26 | 23 | 31 | 32 | 32 | 33 | 34 | 34 | 28 | 28 | 28 | 28 | 37 | 34 | 32 | 30 | 28 |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 54 | 54 | 54 | 54 | 54 | 54 | 54 | 54 | 54 | 54 | 54 | 54 | 54 | 54 | 54 | 54 | 54 | 54 | 54 | 54 |
| 37 | 38 | 36 | 33 | 30 | 40 | 40 | 41 | 42 | 43 | 43 | 36 | 36 | 35 | 36 | 47 | 44 | 41 | 38 | 36 |
| 106 | 154 | 170 | 32 | (477) | (455) | (458) | (623) | (429) | (338) | (306) | (1,067) | (1,172) | (1,884) | (1,551) | (1,252) | (1,374) | (1,516) | (1,595) | (2,033) |

Tabela A5 – (continuação)

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 36 | 37 | 38 | 39 | 40 | 41 | 42 | 43 | 44 | 45 | 46 | 47 | 48 | 49 | 50 | 51 | 52 | 53 | 54 | 55 | 56 | 57 | 58 | 59 | 60 |
| 698 | 574 | 577 | 580 | 479 | 657 | 7,266 | 23,443 | 19,647 | 15,806 | 11,922 | 7,993 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 0.68% | 0.56% | 0.56% | 0.56% | 0.46% | 0.63% | 6.88% | 22.06% | 18.38% | 14.71% | 11.03% | 7.35% | | | | | | | | | | | | | |
| 570 | 466 | 466 | 466 | 382 | 521 | 5,734 | 18,396 | 15,330 | 12,264 | 9,198 | 6,132 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| (84) | (69) | (70) | (70) | (58) | (80) | (884) | (2,854) | (2,395) | (1,929) | (1,456) | (978) | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 66 | 54 | 54 | 54 | 44 | 60 | 664 | 2,131 | 1,776 | 1,420 | 1,065 | 710 | - | - | - | - | | | | | | | | | |
| (2,473) | (2,634) | (2,710) | (2,714) | (2,939) | (2,993) | (3,049) | (1,052) | (943) | (487) | (434) | (72) | (72) | (73) | (73) | (74) | (74) | (75) | (75) | (76) | (76) | (77) | (77) | (78) | (78) |
| 5.2% | 5.5% | 5.6% | 5.6% | 6.0% | 6.1% | 6.1% | 2.1% | 1.9% | 1.0% | 0.9% | | | | | | | | | | | | | | |
| 1,760 | 1,862 | 1,903 | 1,893 | 2,036 | 2,059 | 2,083 | 714 | 635 | 326 | 289 | | | | | | | | | | | | | | |
| 176 | 186 | 190 | 189 | 204 | 206 | 208 | 71 | 64 | 33 | 29 | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | 52 | 52 | 52 | 52 | 52 | 52 | 52 | 52 | 52 | 52 | 52 | 52 | 52 | 52 |
| (198) | (181) | (182) | (184) | (503) | (531) | (1,471) | (3,359) | (2,791) | (2,248) | (1,698) | (1,139) | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 24 | 24 | 24 | 24 | 24 | 24 | 24 | 24 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 12 | 10 | 10 | 10 | 8 | 11 | 123 | 396 | 330 | 264 | 198 | 132 | | | | | | | | | | | | | |
| 28 | 23 | 23 | 23 | 19 | 26 | 287 | 920 | 767 | 613 | 460 | 307 | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | 253 | 253 | 253 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 54 | 54 | 54 | 54 | 54 | 54 | 54 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 36 | 30 | 30 | 30 | 24 | 33 | 364 | 1,168 | 973 | 779 | 584 | 389 | | | | | | | | | | | | | |
| (2,057) | (2,311) | (2,386) | (2,388) | (3,021) | (2,947) | 1,863 | 16,179 | 13,518 | 11,142 | 8,333 | 5,804 | (72) | (73) | (73) | (74) | (74) | (75) | (75) | (76) | (76) | (77) | (77) | (78) | (78) |

(fonte: elaborado pelo autor)

Tabela A6 – Diferença entre CRC orçado e realizado histórico

| Empreendimento | Razão CRC Realizado vs. Orçado (%) | Data de Conclusão (mês/ano) |
|-----------------------|---|------------------------------------|
| Obra 1 | 111.3% | 03/2010 |
| Obra 2 | 110.6% | 05/2010 |
| Obra 3 | 108.2% | 05/2010 |
| Obra 4 | 108.8% | 06/2010 |
| Obra 5 | 108.0% | 09/2010 |
| Obra 6 | 98.1% | 10/2010 |
| Obra 7 | 116.7% | 10/2010 |
| Obra 8 | 107.3% | 01/2011 |
| Obra 9 | 105.3% | 03/2011 |
| Obra 10 | 97.5% | 05/2011 |
| Obra 11 | 95.1% | 09/2011 |
| Obra 12 | 105.3% | 10/2011 |
| Obra 13 | 100.6% | 10/2011 |
| Obra 14 | 100.2% | 12/2011 |
| Obra 15 | 115.5% | 04/2012 |
| Obra 16 | 100.3% | 04/2012 |
| Obra 17 | 100.3% | 04/2012 |
| Obra 18 | 105.4% | 05/2012 |
| Obra 19 | 102.9% | 07/2012 |
| Obra 20 | 107.2% | 08/2012 |
| Obra 21 | 105.3% | 11/2012 |
| Obra 22 | 102.9% | 11/2012 |
| Obra 23 | 100.0% | 12/2012 |
| Obra 24 | 100.0% | 04/2013 |
| Obra 25 | 98.6% | 05/2013 |
| Obra 26 | 92.1% | 05/2013 |
| Obra 27 | 100.0% | 09/2013 |
| Obra 28 | 108.1% | 10/2013 |
| Obra 29 | 99.7% | 10/2013 |
| Obra 30 | 99.2% | 10/2013 |
| Obra 31 | 101.2% | 10/2013 |
| Obra 32 | 102.5% | 11/2013 |
| Obra 33 | 97.7% | 03/2014 |
| Obra 34 | 106.8% | 06/2014 |
| Obra 35 | 110.6% | 07/2014 |
| Obra 36 | 100.2% | 09/2014 |
| Obra 37 | 107.4% | 09/2014 |
| Obra 38 | 112.3% | 10/2014 |
| Obra 39 | 95.5% | 11/2014 |
| Obra 40 | 104.5% | 12/2014 |
| Obra 41 | 106.1% | 01/2015 |
| Obra 42 | 104.6% | 02/2015 |
| Obra 43 | 104.8% | 06/2015 |
| Obra 44 | 99.0% | 06/2015 |
| Obra 45 | 98.7% | 07/2015 |
| Média | 103.61% | |
| Desvio-Padrão | 5.40% | |

(fonte: elaborado pelo autor)

Tabela A7 – Fluxo de Caixa Descontado

| | % | Valor Base | Valor Nominal | Valor Presente | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 |
|----------------------------------|------------------|------------------|--------------------|--------------------|----------------|---|---|---|---|---|---|---|---|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| VENDAS + INCC | | | 107,550.49 | 51,395.42 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 26 | 57 | 89 | 121 |
| Unidades | | | 120 | | | | | | | | | | | | | 5 | 5 | 5 | 5 |
| Curva Receita de Vendas | | | 100.0% | | | | | | | | | | | | | 0.03% | 0.06% | 0.10% | 0.13% |
| Receita VGV | | 83,398.12 | 83,398.12 | 51,395.42 | | | | | | | | | | | | 24 | 53 | 82 | 111 |
| TERRENO + CUB | | | (16,253.23) | (9,248.47) | (2,597) | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | (178) | (183) | (188) | (14) |
| Índice Construtivo | | 2,000.00 | 2,000.00 | 1,967.34 | 2,000 | | | | | | | | | | | | | | |
| ITBI | 6.00% | VN TERR | 579.57 | 570.10 | 580 | | | | | | | | | | | | | | |
| Corretagem | 5.00% | VN TERR | 482.97 | 314.14 | | | | | | | | | | | | 161 | 161 | 161 | |
| Pagamento Terreno | | 9,659.47 | 9,659.47 | 5,559.65 | | | | | | | | | | | | 3 | 6 | 10 | 13 |
| OBRA + CUB | | | (49,818.52) | (28,496.78) | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Curva da Obra | 103.61% | VN C RASO | 103.61% | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Custo Raso de Construção | | 33,981.77 | 35,208.51 | 26,082.22 | | | | | | | | | | | | | | | |
| Taxa de Administração | 10.00% | VN C RASO | 3,520.85 | 2,608.22 | | | | | | | | | | | | | | | |
| Manutenção | 2.15% | VN C RASO | 756.98 | 670.51 | | | | | | | | | | | | | | | |
| DESPESAS E ENCARGOS + CUB | | | (20,212.40) | (10,505.88) | - | - | - | - | - | - | - | - | - | (327) | (330) | (394) | (93) | (98) | (103) |
| Plantão de Vendas | 2.00% | VN VGV | 1,667.96 | 1,442.64 | | | | | | | | | | 306 | 306 | 306 | 24 | 24 | 24 |
| Marketing | 2.15% | VN VGV | 1,793.06 | 1,032.02 | | | | | | | | | | | | 1 | 1 | 2 | 2 |
| Comissão de Vendas | 5.00% | VN VGV | 4,169.91 | 2,400.05 | | | | | | | | | | | | 1 | 3 | 4 | 6 |
| Decoração Condominial | | 760.00 | 760.00 | 735.44 | | | | | | | | | | | | | | | |
| Despesas Judiciais | 2.00% | VN VGV | 1,667.96 | 1,295.57 | | | | | | | | | | | | 54 | 54 | 54 | 54 |
| Impostos Retidos | 6.35% | VN VGV | 5,295.78 | 3,048.06 | | | | | | | | | | | | 2 | 3 | 5 | 7 |
| FLUXO DE CAIXA | | | 21,266.33 | 3,144.30 | (2,597) | - | - | - | - | - | - | - | - | (327) | (330) | (545) | (218) | (197) | 4 |
| | <i>Taxa a.m.</i> | <i>Taxa a.a.</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| WACC / TMA | 1.66% | 21.85% | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Taxa de Captação | 1.12% | 14.25% | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| TIR | 2.27% | 30.92% | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| TIRM | 1.75% | 23.18% | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Inflação Global</i> | <i>0.62%</i> | <i>7.66%</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>CUB</i> | <i>0.68%</i> | <i>8.50%</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>INCC</i> | <i>0.57%</i> | <i>7.00%</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Tabela A7 – (continuação)

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|----------------|--------------|--------------|--------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 | 31 | 32 | 33 | 34 | 35 |
| 153 | 191 | 229 | 268 | 280 | 353 | 382 | 411 | 440 | 504 | 520 | 551 | 585 | 619 | 678 | 748 | 798 | 854 | 911 | 1,019 |
| 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 |
| 0.17% | 0.21% | 0.25% | 0.29% | 0.30% | 0.38% | 0.40% | 0.43% | 0.46% | 0.53% | 0.54% | 0.57% | 0.60% | 0.63% | 0.69% | 0.75% | 0.80% | 0.85% | 0.90% | 1.00% |
| 140 | 174 | 207 | 241 | 250 | 313 | 337 | 361 | 385 | 438 | 449 | 473 | 499 | 525 | 572 | 628 | 666 | 709 | 752 | 836 |
| (18) | (23) | (27) | (32) | (33) | (42) | (45) | (49) | (52) | (60) | (62) | (66) | (70) | (74) | (81) | (90) | (96) | (103) | (110) | (123) |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 16 | 20 | 24 | 28 | 29 | 36 | 39 | 42 | 45 | 51 | 52 | 55 | 58 | 61 | 66 | 73 | 77 | 82 | 87 | 97 |
| (289) | (261) | (214) | (317) | (803) | (920) | (936) | (1,119) | (930) | (849) | (818) | (1,512) | (1,621) | (2,359) | (2,023) | (1,870) | (1,955) | (2,060) | (2,098) | (2,535) |
| 0.7% | 0.6% | 0.5% | 0.7% | 1.9% | 2.1% | 2.2% | 2.6% | 2.1% | 1.9% | 1.8% | 3.4% | 3.6% | 5.2% | 4.4% | 4.1% | 4.2% | 4.4% | 4.5% | 5.3% |
| 236 | 211 | 173 | 254 | 637 | 725 | 732 | 870 | 718 | 651 | 623 | 1,144 | 1,218 | 1,760 | 1,500 | 1,377 | 1,429 | 1,496 | 1,514 | 1,817 |
| 24 | 21 | 17 | 25 | 64 | 73 | 73 | 87 | 72 | 65 | 62 | 114 | 122 | 176 | 150 | 138 | 143 | 150 | 151 | 182 |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| (108) | (114) | (120) | (126) | (128) | (139) | (143) | (148) | (153) | (163) | (166) | (170) | (176) | (181) | (190) | (201) | (209) | (217) | (226) | (242) |
| 24 | 24 | 24 | 24 | 24 | 24 | 24 | 24 | 24 | 24 | 24 | 24 | 24 | 24 | 24 | 24 | 24 | 24 | 24 | 24 |
| 3 | 4 | 4 | 5 | 5 | 7 | 7 | 8 | 8 | 9 | 10 | 10 | 11 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 18 |
| 7 | 9 | 10 | 12 | 13 | 16 | 17 | 18 | 19 | 22 | 22 | 24 | 25 | 26 | 29 | 31 | 33 | 35 | 38 | 42 |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 54 | 54 | 54 | 54 | 54 | 54 | 54 | 54 | 54 | 54 | 54 | 54 | 54 | 54 | 54 | 54 | 54 | 54 | 54 | 54 |
| 9 | 11 | 13 | 15 | 16 | 20 | 21 | 23 | 24 | 28 | 29 | 30 | 32 | 33 | 36 | 40 | 42 | 45 | 48 | 53 |
| (262) | (206) | (132) | (207) | (684) | (748) | (743) | (905) | (695) | (568) | (525) | (1,198) | (1,282) | (1,995) | (1,617) | (1,413) | (1,462) | (1,526) | (1,524) | (1,882) |

Tabela A7 – (continuação)

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|--------------|--------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| 36 | 37 | 38 | 39 | 40 | 41 | 42 | 43 | 44 | 45 | 46 | 47 | 48 | 49 | 50 | 51 | 52 | 53 | 54 | 55 | 56 | 57 | 58 | 59 | 60 |
| 954 | 839 | 723 | 606 | 636 | 727 | 2,052 | 2,058 | 2,063 | 1,890 | 16,654 | 16,748 | 16,843 | 16,938 | 17,034 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 0.93% | 0.82% | 0.70% | 0.58% | 0.61% | 0.69% | 1.94% | 1.94% | 1.93% | 1.76% | 15.41% | 15.41% | 15.41% | 15.41% | 15.41% | | | | | | | | | | |
| 778 | 681 | 584 | 486 | 507 | 577 | 1,619 | 1,615 | 1,610 | 1,466 | 12,849 | 12,849 | 12,849 | 12,849 | 12,849 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| (115) | (101) | (88) | (73) | (77) | (88) | (250) | (251) | (252) | (231) | (2,035) | (2,049) | (2,063) | (2,077) | (2,091) | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 90 | 79 | 68 | 56 | 59 | 67 | 188 | 187 | 186 | 170 | 1,488 | 1,488 | 1,488 | 1,488 | 1,488 | - | | | | | | | | | |
| (2,563) | (2,729) | (2,808) | (2,812) | (3,045) | (3,102) | (3,159) | (1,090) | (977) | (505) | (450) | (74) | (75) | (75) | (76) | (76) | (77) | (78) | (78) | (79) | (79) | (80) | (80) | (81) | (81) |
| 5.4% | 5.7% | 5.8% | 5.8% | 6.2% | 6.3% | 6.4% | 2.2% | 1.9% | 1.0% | 0.9% | | | | | | | | | | | | | | |
| 1,824 | 1,929 | 1,972 | 1,961 | 2,109 | 2,134 | 2,158 | 739 | 658 | 338 | 299 | | | | | | | | | | | | | | |
| 182 | 193 | 197 | 196 | 211 | 213 | 216 | 74 | 66 | 34 | 30 | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | 54 | 54 | 54 | 54 | 54 | 54 | 54 | 54 | 54 | 54 | 54 | 54 | 54 | 54 |
| (234) | (219) | (203) | (187) | (525) | (541) | (732) | (324) | (293) | (269) | (2,372) | (2,388) | (2,404) | (2,420) | (2,437) | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 24 | 24 | 24 | 24 | 24 | 24 | 24 | 24 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 17 | 15 | 13 | 10 | 11 | 12 | 35 | 35 | 35 | 32 | 276 | 276 | 276 | 276 | 276 | | | | | | | | | | |
| 39 | 34 | 29 | 24 | 25 | 29 | 81 | 81 | 81 | 73 | 642 | 642 | 642 | 642 | 642 | | | | | | | | | | |
| | | | | 253 | 253 | 253 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 54 | 54 | 54 | 54 | 54 | 54 | 54 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 49 | 43 | 37 | 31 | 32 | 37 | 103 | 103 | 93 | 816 | 816 | 816 | 816 | 816 | 816 | | | | | | | | | | |
| (1,958) | (2,210) | (2,376) | (2,467) | (3,011) | (3,004) | (2,088) | 393 | 542 | 886 | 11,798 | 12,237 | 12,301 | 12,366 | 12,430 | (76) | (77) | (78) | (78) | (79) | (79) | (80) | (80) | (81) | (81) |

(fonte: elaborado pelo autor)

Tabela A8 – Análise de correlação entre série histórica do CDI e TIRM

| Mês | CDI | TIRM | Mês (cont.) | CDI | TIRM |
|-------------------|--------|--------|-------------|-------------|--------|
| 09/2015 | 14.13% | 23.48% | 09/2010 | 11.37% | 22.89% |
| 08/2015 | 14.13% | 25.31% | 08/2010 | 11.17% | 22.08% |
| 07/2015 | 14.14% | 27.18% | 07/2010 | 11.05% | 26.14% |
| 06/2015 | 14.09% | 26.79% | 06/2010 | 10.87% | 23.34% |
| 05/2015 | 13.95% | 30.35% | 05/2010 | 10.61% | 23.05% |
| 04/2015 | 13.78% | 27.64% | 04/2010 | 10.42% | 24.50% |
| 03/2015 | 13.69% | 23.48% | 03/2010 | 10.24% | 23.81% |
| 02/2015 | 13.37% | 25.64% | 02/2010 | 9.97% | 28.67% |
| 01/2015 | 13.17% | 25.19% | 01/2010 | 9.75% | 28.67% |
| 12/2014 | 13.00% | 27.29% | 12/2009 | 9.53% | 22.97% |
| 11/2014 | 12.70% | 24.19% | 11/2009 | 9.37% | 22.89% |
| 10/2014 | 12.52% | 24.26% | 10/2009 | 9.25% | 25.00% |
| 09/2014 | 12.29% | 22.73% | 09/2009 | 9.08% | 22.97% |
| 08/2014 | 12.01% | 25.12% | 08/2009 | 8.87% | 23.27% |
| 07/2014 | 11.82% | 23.61% | 07/2009 | 8.79% | 22.18% |
| 06/2014 | 11.54% | 24.07% | 06/2009 | 8.75% | 23.55% |
| 05/2014 | 11.40% | 28.67% | 05/2009 | 8.76% | 24.81% |
| 04/2014 | 11.26% | 22.18% | 04/2009 | 8.95% | 21.17% |
| 03/2014 | 10.95% | 24.38% | 03/2009 | 9.18% | 26.21% |
| 02/2014 | 10.91% | 22.97% | 02/2009 | 9.46% | 27.52% |
| 01/2014 | 10.81% | 26.45% | 01/2009 | 9.88% | 26.88% |
| 12/2013 | 10.62% | 25.71% | 12/2008 | 10.30% | 28.45% |
| 11/2013 | 10.48% | 20.32% | 11/2008 | 10.67% | 20.80% |
| 10/2013 | 10.33% | 27.40% | 10/2008 | 11.20% | 24.44% |
| 09/2013 | 10.11% | 27.18% | 09/2008 | 11.65% | 26.70% |
| 08/2013 | 9.93% | 27.52% | 08/2008 | 12.00% | 20.58% |
| 07/2013 | 9.68% | 24.81% | 07/2008 | 12.32% | 21.17% |
| 06/2013 | 9.43% | 25.78% | 06/2008 | 12.54% | 20.00% |
| 05/2013 | 9.13% | 22.28% | 05/2008 | 12.65% | 24.81% |
| 04/2013 | 8.90% | 24.44% | 04/2008 | 12.72% | 23.88% |
| 03/2013 | 8.66% | 25.00% | 03/2008 | 12.58% | 20.80% |
| 02/2013 | 8.34% | 27.93% | 02/2008 | 12.51% | 24.81% |
| 01/2013 | 8.06% | 23.19% | 01/2008 | 12.38% | 24.69% |
| 12/2012 | 7.80% | 20.32% | 12/2007 | 12.08% | 22.47% |
| 11/2012 | 7.62% | 28.26% | 11/2007 | 11.90% | 28.45% |
| 10/2012 | 7.41% | 27.52% | 10/2007 | 11.63% | 24.69% |
| 09/2012 | 7.24% | 26.29% | 09/2007 | 11.30% | 25.00% |
| 08/2012 | 7.23% | 21.97% | 08/2007 | 11.27% | 23.27% |
| 07/2012 | 7.20% | 23.61% | 07/2007 | 11.17% | 25.85% |
| 06/2012 | 7.25% | 26.21% | 06/2007 | 11.11% | 21.33% |
| 05/2012 | 7.40% | 30.35% | 05/2007 | 11.28% | 27.29% |
| 04/2012 | 7.51% | 25.00% | 04/2007 | 11.33% | 18.90% |
| 03/2012 | 7.80% | 27.64% | 03/2007 | 11.56% | 25.00% |
| 02/2012 | 8.08% | 20.00% | 02/2007 | 11.64% | 27.29% |
| 01/2012 | 8.40% | 24.69% | 01/2007 | 11.82% | 26.14% |
| 12/2011 | 8.80% | 21.61% | 12/2006 | 11.98% | 25.06% |
| 11/2011 | 9.14% | 25.92% | 11/2006 | 12.17% | 26.97% |
| 10/2011 | 9.43% | 26.21% | 10/2006 | 12.36% | 26.70% |
| 09/2011 | 9.87% | 27.29% | 09/2006 | 12.64% | 27.78% |
| 08/2011 | 10.29% | 26.06% | 08/2006 | 12.79% | 23.88% |
| 07/2011 | 10.61% | 21.00% | 07/2006 | 13.01% | 26.88% |
| 06/2011 | 10.96% | 21.00% | 06/2006 | 13.33% | 21.61% |
| 05/2011 | 11.24% | 23.48% | 05/2006 | 13.62% | 26.97% |
| 04/2011 | 11.39% | 25.12% | 04/2006 | 13.77% | 20.00% |
| 03/2011 | 11.51% | 26.79% | 03/2006 | 14.18% | 23.05% |
| 02/2011 | 11.62% | 27.40% | 02/2006 | 14.49% | 27.40% |
| 01/2011 | 11.60% | 22.38% | 01/2006 | 14.88% | 27.29% |
| 12/2010 | 11.62% | 20.00% | 12/2005 | 15.43% | 24.50% |
| 11/2010 | 11.56% | 25.38% | 11/2005 | 15.84% | 27.93% |
| 10/2010 | 11.48% | 29.68% | 10/2005 | 16.20% | 26.37% |
| Correlação | | | | 0.06 | |

(fonte: elaborado pelo autor)

Tabela A9 – Análise de correlação entre TIRM e CDI Futuro

| Mês | CDI | TIRM | Mês (cont.) | CDI | TIRM |
|-------------------|--------|--------|-------------|--------|--------------|
| 10/2015 | 14.16% | 23.48% | 10/2020 | 15.78% | 22.89% |
| 11/2015 | 14.25% | 25.31% | 11/2020 | 15.76% | 22.08% |
| 12/2015 | 14.37% | 27.18% | 12/2020 | 15.76% | 26.14% |
| 01/2016 | 14.50% | 26.79% | 01/2021 | 15.77% | 23.34% |
| 02/2016 | 14.63% | 30.35% | 02/2021 | 15.77% | 23.05% |
| 03/2016 | 14.76% | 27.64% | 03/2021 | 15.77% | 24.50% |
| 04/2016 | 14.90% | 23.48% | 04/2021 | 15.77% | 23.81% |
| 05/2016 | 14.99% | 25.64% | 05/2021 | 15.77% | 28.67% |
| 06/2016 | 15.01% | 25.19% | 06/2021 | 15.77% | 28.67% |
| 07/2016 | 15.12% | 27.29% | 07/2021 | 15.77% | 22.97% |
| 08/2016 | 15.21% | 24.19% | 08/2021 | 15.77% | 22.89% |
| 09/2016 | 15.23% | 24.26% | 09/2021 | 15.76% | 25.00% |
| 10/2016 | 15.24% | 22.73% | 10/2021 | 15.76% | 22.97% |
| 11/2016 | 15.29% | 25.12% | 11/2021 | 15.75% | 23.27% |
| 12/2016 | 15.35% | 23.61% | 12/2021 | 15.75% | 22.18% |
| 01/2017 | 15.45% | 24.07% | 01/2022 | 15.76% | 23.55% |
| 02/2017 | 15.46% | 28.67% | 02/2022 | 15.76% | 24.81% |
| 03/2017 | 15.48% | 22.18% | 03/2022 | 15.76% | 21.17% |
| 04/2017 | 15.54% | 24.38% | 04/2022 | 15.77% | 26.21% |
| 05/2017 | 15.59% | 22.97% | 05/2022 | 15.77% | 27.52% |
| 06/2017 | 15.64% | 26.45% | 06/2022 | 15.78% | 26.88% |
| 07/2017 | 15.67% | 25.71% | 07/2022 | 15.78% | 28.45% |
| 08/2017 | 15.70% | 20.32% | 08/2022 | 15.78% | 20.80% |
| 09/2017 | 15.73% | 27.40% | 09/2022 | 15.79% | 24.44% |
| 10/2017 | 15.75% | 27.18% | 10/2022 | 15.79% | 26.70% |
| 11/2017 | 15.77% | 27.52% | 11/2022 | 15.80% | 20.58% |
| 12/2017 | 15.79% | 24.81% | 12/2022 | 15.80% | 21.17% |
| 01/2018 | 15.80% | 25.78% | 01/2023 | 15.79% | 20.00% |
| 02/2018 | 15.81% | 22.28% | 02/2023 | 15.79% | 24.81% |
| 03/2018 | 15.83% | 24.44% | 03/2023 | 15.79% | 23.88% |
| 04/2018 | 15.85% | 25.00% | 04/2023 | 15.79% | 20.80% |
| 05/2018 | 15.87% | 27.93% | 05/2023 | 15.78% | 24.81% |
| 06/2018 | 15.88% | 23.19% | 06/2023 | 15.78% | 24.69% |
| 07/2018 | 15.89% | 20.32% | 07/2023 | 15.79% | 22.47% |
| 08/2018 | 15.89% | 28.26% | 08/2023 | 15.79% | 28.45% |
| 09/2018 | 15.90% | 27.52% | 09/2023 | 15.79% | 24.69% |
| 10/2018 | 15.91% | 26.29% | 10/2023 | 15.79% | 25.00% |
| 11/2018 | 15.92% | 21.97% | 11/2023 | 15.79% | 23.27% |
| 12/2018 | 15.91% | 23.61% | 12/2023 | 15.79% | 25.85% |
| 01/2019 | 15.91% | 26.21% | 01/2024 | 15.79% | 21.33% |
| 02/2019 | 15.90% | 30.35% | 02/2024 | 15.80% | 27.29% |
| 03/2019 | 15.90% | 25.00% | 03/2024 | 15.80% | 18.90% |
| 04/2019 | 15.90% | 27.64% | 04/2024 | 15.80% | 25.00% |
| 05/2019 | 15.90% | 20.00% | 05/2024 | 15.80% | 27.29% |
| 06/2019 | 15.89% | 24.69% | 06/2024 | 15.80% | 26.14% |
| 07/2019 | 15.88% | 21.61% | 07/2024 | 15.80% | 25.06% |
| 08/2019 | 15.87% | 25.92% | 08/2024 | 15.81% | 26.97% |
| 09/2019 | 15.87% | 26.21% | 09/2024 | 15.81% | 26.70% |
| 10/2019 | 15.88% | 27.29% | 10/2024 | 15.81% | 27.78% |
| 11/2019 | 15.88% | 26.06% | 11/2024 | 15.81% | 23.88% |
| 12/2019 | 15.87% | 21.00% | 12/2024 | 15.81% | 26.88% |
| 01/2020 | 15.86% | 21.00% | 01/2025 | 15.81% | 21.61% |
| 02/2020 | 15.84% | 23.48% | 02/2025 | 15.82% | 26.97% |
| 03/2020 | 15.83% | 25.12% | 03/2025 | 15.82% | 20.00% |
| 04/2020 | 15.83% | 26.79% | 04/2025 | 15.82% | 23.05% |
| 05/2020 | 15.82% | 27.40% | 05/2025 | 15.82% | 27.40% |
| 06/2020 | 15.82% | 22.38% | 06/2025 | 15.82% | 27.29% |
| 07/2020 | 15.81% | 20.00% | 07/2025 | 15.82% | 24.50% |
| 08/2020 | 15.81% | 25.38% | 08/2025 | 15.82% | 27.93% |
| 09/2020 | 15.79% | 29.68% | 09/2025 | 15.83% | 26.37% |
| Correlação | | | | | -0.12 |

(fonte: elaborado pelo autor)