



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo

GIULIANO CADAVAL TOGNETTI

**PROPOSTA DE APLICAÇÃO DA TEORIA DE
OPÇÕES REAIS NA AVALIAÇÃO DA IMPLANTAÇÃO
DE CONDOMÍNIOS DE GALPÕES INDUSTRIAIS E
LOGÍSTICOS**

CAMPINAS
2018

GIULIANO CADAVAL TOGNETTI

**PROPOSTA DE APLICAÇÃO DA TEORIA DE
OPÇÕES REAIS NA AVALIAÇÃO DA IMPLANTAÇÃO
DE CONDOMÍNIOS DE GALPÕES INDUSTRIAIS E
LOGÍSTICOS**

Dissertação de Mestrado apresentada a
Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e
Urbanismo da Unicamp, para obtenção do
título de Mestre em Engenharia Civil, na área
de Construção.

Orientador: Prof. Dr. Ariovaldo Denis Granja

ESTE EXEMPLAR CORRESPONDE À VERSÃO FINAL DA
DISSERTAÇÃO A DEFENDIDA PELO ALUNO GIULIANO
CADAVAL TOGNETTI E ORIENTADO PELO PROF. DR.
ARIOVALDO DENIS GRANJA.

ASSINATURA DO ORIENTADOR:

CAMPINAS

2018

Agência(s) de fomento e nº(s) de processo(s): Não se aplica.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5369-3777>

Ficha catalográfica
Universidade Estadual de Campinas
Biblioteca da Área de Engenharia e Arquitetura
Rose Meire da Silva - CRB 8/5974

T572 Tognetti, Giuliano Cadaval, 1987-
Proposta de aplicação da teoria de opções reais na avaliação da
implantação de condomínios de galpões industriais e logísticos / Giuliano
Cadaval Tognetti. – Campinas, SP : [s.n.], 2018.

Orientador: Ariovaldo Denis Granja.
Dissertação (mestrado) – Universidade Estadual de Campinas, Faculdade
de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo

1. Investimentos imobiliários. 2. Opções reais (Finanças). 3.
Desenvolvimento imobiliário. 4. Logística empresarial - Administração. 5.
Operadores logísticos. I. Granja, Ariovaldo Denis, 1963-. II. Universidade
Estadual de Campinas. Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e
Urbanismo. III. Título.

Informações para Biblioteca Digital

Título em outro idioma: Real options theory approach in industrial and logistics warehouse development valuation

Palavras-chave em inglês:

Commercial real estate

Real options (finance)

Real estate development

Business logistics - Management

Logistics operators

Área de concentração: construção

Titulação: Mestre em Engenharia Civil

Banca examinadora:

Ariovaldo Denis Granja [Orientador]

Eliane Monetti

Flávio Augusto Picchi

Data de defesa: 29-08-2018

Programa de pós-graduação: engenharia civil

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ENGENHARIA CIVIL, ARQUITETURA E
URBANISMO

PROPOSTA DE APLICAÇÃO DA TEORIA DE OPÇÕES
REAIS NA AVALIAÇÃO DA IMPLANTAÇÃO DE
CONDOMÍNIOS DE GALPÕES INDUSTRIAIS E LOGÍSTICOS

GIULIANO CADAVAL TOGNETTI

Dissertação de Mestrado aprovada pela Banca Examinadora, constituída por:

Prof. Dr. Ariovaldo Denis Granja
Presidente e Orientador/FEC Unicamp

Prof. Dr. Flávio Augusto Picchi
FEC Unicamp

Prof. Dra. Eliane Monetti
Escola Politécnica da USP

A Ata da defesa com as respectivas assinaturas dos membros encontra-se no SIGA/Sistema de Fluxo de Dissertação/Tese e na Secretaria do Programa da Unidade.

Campinas, 29 de Agosto de 2018

AGRADECIMENTOS

Ao meu orientador, Prof. Ariovaldo Denis Granja, pelo tempo dedicado à orientação e inspiração deste texto que contribuiu muito para o amadurecimento deste trabalho.

Ao Prof. Gabriel A. da Costa Lima, pelas contribuições relevantes e análises sensatas do texto e dos modelos e que garantiram um salto na qualidade do estudo.

Aos colegas da Pós-Graduação que compartilharam bons momentos de cooperação e aprendizado.

Aos demais professores da FEC/Unicamp, em especial Prof. Flávio Picchi, Prof^a. Patrícia Fontanini, e Prof^a. Stelamaris Bertoli, que compartilharam sábias horas ao longo das disciplinas cursadas ao longo deste mestrado.

Agradecimento aos membros da banca do exame de qualificação e defesa, Prof^a. Eliane Monetti e Prof. Orlando Fontes Lima Jr., por darem-me a honra de contar com seus comentários e sugestões nesta pesquisa.

À minha família, em especial minha esposa Letícia.

*“Os que forem à frente têm obrigação
de orientar os que vêm atrás.”*
Anônimo

RESUMO

Os ciclos de implantação e operação de grandes condomínios industriais e logísticos com o foco em geração de renda de aluguel são caracterizados por uso de capital intensivo, longo prazo de maturação e, portanto, exposição a muitos tipos de riscos. Nele, o desenvolvedor e empreendedor assume o risco do desenvolvimento imobiliário desde a compra do terreno até a venda do imóvel pronto e locado para ser vendido a um investidor interessado na receita estabilizada de locações.

A ênfase desta pesquisa aborda decisões de investimento na implantação de empreendimentos de base imobiliária, especificamente a metodologia de avaliação e precificação de ativos conhecida por Teoria de Opções Reais (TOR) que leva em consideração a flexibilidade dos projetos e a incerteza de premissas. Neste trabalho pretende-se avaliar a contribuição da TOR nos indicadores da qualidade do investimento em função das opções reais de abandono, adiamento e faseamento além destas opções combinadas.

A estratégia de pesquisa adotada foi a simulação a partir de um estudo de caso sobre a análise da qualidade do investimento da implantação de um empreendimento na região de Campinas/SP, a partir do qual se realizou uma simulação com base na teoria de opções reais. Modelaram-se as opções reais do empreendimento e, para tanto, levou-se em consideração a volatilidade de variáveis, tais como: o custo de construção, inflação, preços de locação, vacância, entre outras. A partir da simulação, foram obtidas distribuições de probabilidade de indicadores da qualidade econômica do empreendimento, tais como a taxa interna de retorno (TIR) e o valor presente líquido (VPL).

Os resultados da simulação mostraram que as opções reais podem, de fato, agregar valor considerável à decisão de investimento em empreendimentos dessa tipologia. De forma específica a TIR sofreu acréscimo de até 5,76 pontos percentuais enquanto o VPL foi acrescido em até R\$ 6,7 milhões de valor ao projeto que tinha como investimento total de R\$ 126 milhões para o cenário mais volátil das opções combinadas. Pôde-se inferir, também, que o valor da opção de abandono adquire relevância sobre as demais opções (adiamento e faseamento), sobretudo em cenários de alta volatilidade futura do preço do terreno, ao mesmo tempo em que perde o seu valor em períodos de maior estabilidade de preços.

Palavras-Chave: Investimentos Imobiliários, Empreendimentos de Base Imobiliária, Teoria das Opções Reais, Condomínio de Galpões Industriais e Logísticos.

ABSTRACT

Capital intensive and long-term maturity are characteristics of industrial and logistics real estate's implantation and operation cycles focused on rental income generation. In this situation, an entrepreneur takes the risk of development from the land acquisition up to finished property sale to an investor interested in the stabilized cash flow.

The research focuses on commercial real estate development investment decision, specifically the valuation technique known as Real Options Analysis (ROA) or Real Options Valuation (ROV) which takes in project's flexibility and variables' uncertainty. The study evaluates the effects of project abandonment, deferment, and phasing options on investment quality indicators.

The research strategy was a simulation by a case study over investment quality analysis based on real project in Campinas/SP area using Real Options Theory. The model considered variables' volatility such as: construction cost, inflation, rental prices, vacancy and management costs, among other variables. Simulations provided the probability distributions of economic indicators including the internal rate of return (IRR) and net present value (NPV).

Results of simulations have shown that real options can add considerable value to the investment decision on this typology of project. Specifically, IRR increased up to 5.76 percentage points while the NPV was added up to BRL 6.7 million in value to the BRL 126 million total investment project for the volatile scenario considering combined options. Furthermore, one infers that the abandonment option may take relevance over the others (deferment and phasing), especially in times of high future volatility of the land price. On the flip side it loses its value in times of stable land price variations.

Key-words: Real Estate Investment; Commercial Properties; Real Options Analysis, Industrial and Logistics Properties.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Estoque de galpões de alto padrão por estado. Fonte: Jones Lang Lasalle, 2014. ..	19
Figura 2 - Os ciclos dos EBI. Fonte: adaptado de MONETTI, 1996.	27
Figura 3 - Exemplos de Condomínios de Galpões Industriais e Logísticos. Fonte: Empresas desenvolvedoras.	29
Figura 4 - O Sistema dos Empreendimentos de Base Imobiliária. Fonte: adaptado de GELTNER et al., 2006.	33
Figura 5 - Compensações de custos genéricos no problema de localização. Fonte: Ballou, 2006.	35
Figura 6 - Atividades frequentes em um armazém logístico para estocagem de produtos. Fonte: adaptado de Rushton, Croucher e Baker, 2010.	39
Figura 7 – Composição do Resultado Operacional Disponível do mês "k".	49
Figura 8 - Esquema gráfico dos componentes para o cálculo de VOIO	50
Figura 9 - Árvore de eventos do Modelo Binomial.	66
Figura 10 - Quando a flexibilidade gerencial é valiosa. Fonte: Copeland, Koller e Murrin, 2000 apud Copeland e Antikarov, 2001.	69
Figura 11 – Edifício do <i>Health Care Service Corporation</i> em Chicago/EUA que exerceu a opção de expansão vertical. Fontes - Foto 1 e 2: Goettsch Partners, Foto 3: Wikipedia.	76
Figura 12 - (1) <i>Court Square Two</i> em Nova Iorque (2) <i>Bentall Capital</i> em Vancouver (3) <i>Tufts</i>	77
Figura 13 – Desenvolvimento em Fases do <i>Dartmouth Hitchcock Medical Center</i> de 1988 a 2005 em New Hampshire / EUA. Fonte: Zhang, 2010.	78
Figura 14 - Delineamento da Pesquisa.	80
Figura 15 – Esquema que resume a Simulação como Método de Pesquisa.	80
Figura 16 - Cronograma do desenvolvimento do empreendimento. Fonte: o autor.	82
Figura 17 - Opções Reais Identificadas no Cronograma de Desenvolvimento do Empreendimento. Fonte: o autor.	87
Figura 18 - Terreno do Empreendimento. Fonte: A empresa.	97
Figura 19 - Implantação do Empreendimento. Fonte: A empresa.	98
Figura 20 - Perspectivas em 3D das edificações do Empreendimento.	99

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Estoque, vacância e preços de locação do mercado brasileiro de galpões de uso industrial e logístico.	34
Tabela 2 - Perfil de ocupação por setor de atividade.....	37
Tabela 3 – Relevância dos Critérios de Avaliação de Condomínios de Galpões Industriais e Logísticos.	42
Tabela 4 - Exemplo de Análise Isolada.	53
Tabela 5 - Distorção cruzada - Empreendimento A.	53
Tabela 6 - Distorção cruzada - Empreendimento B.	53
Tabela 7- Analogia entre opção financeira e opção real de um empreendimento do <i>real estate</i>	68
Tabela 8 - Aplicações da TOR no mercado imobiliário brasileiro.....	71
Tabela 9 - Parâmetros de entrada da simulação que sofreram flutuação randômica de valores.	101
Tabela 10 - Fluxo de Caixa no Cenário Referencial (R\$ mil).....	106
Tabela 11 - Indicadores do Cenário Referencial.	107
Tabela 12 - Características dos indicadores extraídos considerando a opção de abandono...	109
Tabela 13 - Indicadores para a Opção de Abandono.....	109
Tabela 14 - Indicadores para a Opção de Adiamento.....	111
Tabela 15 - Indicadores para a Opção de Faseamento	113
Tabela 16 - Indicadores reais (eq. ef. acima do IGP-M) para as Opções Combinadas comparadas ao Plano Referencial sem opções.	116
Tabela 17 - Indicadores Econômicos Adotados	132
Tabela 18 - Parâmetros das Características do Empreendimento.....	133
Tabela 19 - Cronograma de Implantação	136
Tabela 20 - Parâmetros da Aquisição do Terreno	137
Tabela 21 - Parâmetros da Aprovação dos Projetos	138
Tabela 22 - Parâmetros da Implantação de Infraestrutura	139
Tabela 23 - Parâmetros da Execução de Edificações	140
Tabela 24 - Parâmetros da Locação.....	142
Tabela 25 - Parâmetros da Venda.....	142

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Uso de espaço interno em galpão de armazenagem nos EUA. Fonte: Rushton, Croucher e Baker, 2010.	40
Gráfico 2 – Exemplos de Movimentos Aritméticos Brownianos com $\mu = 0$ e $\sigma = 5$	59
Gráfico 3 - Exemplos de Movimentos Geométricos Brownianos com $\mu = 1\%$ e $\sigma = 5\%$	61
Gráfico 4 - Exemplos de Movimentos de Reversão à Média	62
Gráfico 5 – Frequência acumulada da TIR sem opções.	108
Gráfico 6 - Frequência acumulada do VPL sem opções.	108
Gráfico 7 – Frequência acumulada da TIR “B” para a Opção de Abandono.	110
Gráfico 8 - Frequência acumulada do VPL “B” para a Opção de Abandono.	110
Gráfico 9 - Relação Risco (Volatilidade – σ) vs. Retorno (TIR real) da Opção de Abandono.	111
Gráfico 10 - Frequência acumulada da TIR “C” para a Opção de Adiamento.	112
Gráfico 11 - Frequência acumulada do VPL “C” para a Opção de Adiamento.	112
Gráfico 12 - Frequência acumulada da TIR “D” para a Opção de Faseamento.	113
Gráfico 13 - Frequência acumulada do VPL “D” para a Opção de Faseamento.	114
Gráfico 14 - Frequência acumulada da TIR “ABCD” para as Opções Combinadas.	115
Gráfico 15 - Frequência acumulada do VPL “ABCD” para as Opções Combinadas.	115
Gráfico 16 – Médias e desvios-padrão para as TIRs reais (a.a. eq. ef. acima do IGP-M) dos cenários simulados.	117
Gráfico 17 - Relação Risco vs. Retorno das Opções Reais nos eixos X e Y.	118
Gráfico 18 – Média dos VPL’s para os cenários simulados.	118
Gráfico 19 - Índices de Inflação Anual - Média Móvel de 4 anos - (Fonte: IPEADATA, 2017)	132

LISTA DE EQUAÇÕES

Equação 1	46
Equação 2	46
Equação 3	49
Equação 4	50
Equação 5	51
Equação 6	51
Equação 7	57
Equação 8	57
Equação 9	58
Equação 10	58
Equação 11	59
Equação 12	60
Equação 13	61
Equação 14	62
Equação 15	64
Equação 16	64
Equação 17	64
Equação 18	64
Equação 19	65
Equação 20	65
Equação 21	65
Equação 22	65
Equação 23	66
Equação 24	67
Equação 25	67
Equação 26	68
Equação 27	90
Equação 28	92
Equação 29	93
Equação 30	95

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

a.a. eq. ef.	.....	Ao ano equivalente efetiva
ABNT	.....	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ABL	.....	Área Bruta Locável
AQI	.....	Análise da Qualidade do Investimento
BTS	.....	<i>Built to Suit</i> – construção sob medida
CAPM	.....	<i>Capital Asset Pricing Model</i> (modelo de precificação de ativos)
CD	.....	Centro de Distribuição
CVM	.....	Comissão de Valores Mobiliários
EBI	.....	Empreendimento de base imobiliária
EPUSP	.....	Escola Politécnica da USP
EUA	.....	Estados Unidos da América
EXP	.....	Nível de Exposição
FCD	.....	Fluxo de Caixa Descontado
FGV	.....	Fundação Getúlio Vargas
FII	.....	Fundo de investimento imobiliário
FIP	.....	Fundo de investimento em participações
FRA	.....	Fundo de Reposição de Ativos
IBGE	.....	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IGP-M	.....	Índice Geral de Preços - Mercado
IPCA	.....	Índice de Preços ao Consumidor Amplo
IPTU	.....	Imposto Predial e Territorial Urbano
IR	.....	Imposto de Renda
IRn	.....	Investimento em Reciclagem no ano “n”
ITBI	.....	Imposto sobre a Transmissão de Bens Imóveis
LED	.....	<i>Light emitting diode</i> (diodo emissor de luz)
MAB	.....	Movimento Aritimético Browniano
MGB	.....	Movimento Geométrico Browniano
MOI	.....	<i>Multiple of investment</i> (múltiplo do investimento)
MOIC	.....	<i>Multiple of invested capital</i> (múltiplo do capital investido)
MRM	.....	Movimento de Reversão à Média
NBR	.....	Norma Brasileira da ABNT
NRE-Poli	.....	Núcleo de <i>Real Estate</i> da Escola Politécnica da USP
ROB	.....	Resultado Operacional Bruto
RODi	.....	Resultado Operacional Disponível no mês “i”
ROP	.....	Receita Operacional
SPE	.....	Sociedade de Propósito Específico
tai	.....	Taxa de atratividade do investidor
tas	.....	Taxa de atratividade setorial
tat	.....	Taxa de atratividade
TIR	.....	Taxa Interna de Retorno
TOR	.....	Teoria de Opções Reais

UNICAMP	.....	Universidade Estadual de Campinas
USP	.....	Universidade de São Paulo
VPL	.....	Valor Presente Líquido
VOI	.....	Valor da Oportunidade de Investimento

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	17
1.1 Contexto do tema	17
1.2 Objetivo	21
1.3 Justificativa	22
1.4 Resumo do Método de Pesquisa	23
2 EMPREENDIMENTOS DE BASE IMOBILIÁRIA	26
2.1 Conceituação.....	26
2.2 O Segmento dos Condomínios de Galpões Industriais e Logísticos	29
2.2.1 O Fator Localização para Condomínios de Galpões	34
2.2.2 O Perfil de Inquilinos e Empresas Locatárias	37
2.2.3 Características Técnicas dos Galpões.....	40
2.3 Análises de Valor e da Qualidade de EBI.....	45
3 TEORIA DAS OPÇÕES REAIS.....	55
3.1 Processos Estocásticos: Movimentos Brownianos	56
3.1.1 Movimento Aritmético Browniano (MAB).....	58
3.1.2 Movimento Geométrico Browniano (MGB)	59
3.1.3 Movimento de Reversão à Média (MRM)	61
3.2 O Modelo Black e Scholes (1973)	63
3.3 O Modelo Binomial de Cox, Ross e Rubinstein	65
3.4 Opções Reais.....	67
3.5 Aplicações da TOR em <i>Real Estate</i>	70
3.6 Flexibilidade no Desenvolvimento de Produtos do <i>Real Estate</i>	73
3.6.1 Exemplos de Projetos Flexíveis.....	75
4 MÉTODO.....	79
4.1 Simulação dos fluxos de caixa de um empreendimento a partir de premissas e dados de entrada.....	81
4.2 Acoplagem das Opções Reais	85
4.2.1 A Opção de Abandono	90
4.2.2 A Opção de Adiamento	93
4.2.3 A Opção de Faseamento	94
4.2.4 Opções Combinadas	95

5	ESTUDO DE CASO	96
5.1	O Imóvel do Empreendimento.....	96
5.1.1	Características técnicas do Condomínio Industrial e Logístico.....	98
5.2	Considerações Iniciais da AQI	99
5.3	Premissas e dados de entrada da simulação	100
5.4	Simulação das Opções Reais	101
5.4.1	A Opção de Abandono (B)	101
5.4.2	A Opção de Adiamento (C).....	103
5.4.3	A Opção de Faseamento (D)	103
5.4.4	Opções Combinadas (ABCD)	104
6	RESULTADOS E DISCUSSÕES	106
6.1	Fluxo de Caixa no Cenário Referencial	106
6.2	Indicadores no Cenário Referencial.....	107
6.3	Indicadores para a Opção de Abandono	109
6.4	Indicadores para a Opção de Adiamento	111
6.5	Indicadores para a Opção de Faseamento	113
6.6	Indicadores para as Opções Combinadas.....	114
6.7	Discussões.....	115
6.8	<i>Flexible Design</i> em Condomínios de Galpões Industriais e Logísticos	119
7	CONCLUSÕES.....	122
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	126
	APÊNDICE I – PARÂMETROS ADOTADOS NA MODELAGEM DO ESTUDO DE CASO	131
I.1.	Indicadores Econômicos	131
I.2.	Características do Empreendimento.....	132
I.3.	Cronograma de Implantação	133
I.4.	Fase 01 - Aquisição do Terreno	136
I.5.	Fase 02 - Aprovação dos Projetos	138
I.6.	Fase 03 - Implantação de Infraestrutura	139
I.7.	Fase 04 - Execução de Edificações	139
I.8.	Fase 05 – Locação	140
I.9.	Fase 06 – Venda	142
	APÊNDICE II – FLUXOS MENSAIS DO CENÁRIO REFERENCIAL: EMPREENDIMENTO.....	143

1. INTRODUÇÃO

O investimento de capital, em qualquer setor que seja, pressupõe o retorno financeiro compatível com o risco do negócio. Este trabalho tem como contexto a tomada de decisão de investimento em empreendimentos de base imobiliária (EBI) específicos do segmento de condomínios de galpões industriais e logísticos.

Neste capítulo introdutório, apresenta-se o contexto deste mercado de desenvolvedores¹ de condomínios de galpões e das pesquisas que envolvem a tomada de decisão de investimento. Também são apresentados os objetivos e as justificativas desta pesquisa, assim como um resumo do método de pesquisa adotado.

1.1 Contexto do tema

Com crescimento e amadurecimento econômico de um país, uma grande quantidade de produtos é criada e distribuída por diversos modais. Essa cadeia de produtores, distribuidores e consumidores formam um sistema dinâmico que demanda espaço para suas atividades.

Essa demanda, por sua vez, atrai a atenção de investidores profissionais, isto é, companhias que buscam oportunidades de investimento em *real estate* com metas de retorno e critérios técnicos na sua estratégia de tomada de decisão. Mas também desperta o interesse de investidores pouco afeitos aos riscos envolvidos em tais operações, os quais não têm experiência de atuação no setor imobiliário e, pela baixa barreira de entrada, acabam disputando o mercado com aqueles que possuem mais experiência na condução de tais empreendimentos.

O ciclo de implantação desses empreendimentos por desenvolvedores é uma atividade com maior risco quando comparada ao ciclo de operação, o qual é caracterizado por padrão harmônico de renda². Como há uma clara divisão de padrões de riscos e expectativas de retorno, é comum que o investidor da etapa de implantação não seja o mesmo que tem o interesse em operar. Desenvolvedores que implantam condomínios de galpões industriais e logísticos

¹ Neste trabalho os termos “desenvolvedor”, “empresa desenvolvedora”, “empreendedor”, “empresa empreendedora” e “investidor-empreendedor” são considerados sinônimos ao se referirem aos agentes do mercado que tomam o risco da aquisição do terreno e construção das edificações para posterior venda do imóvel.

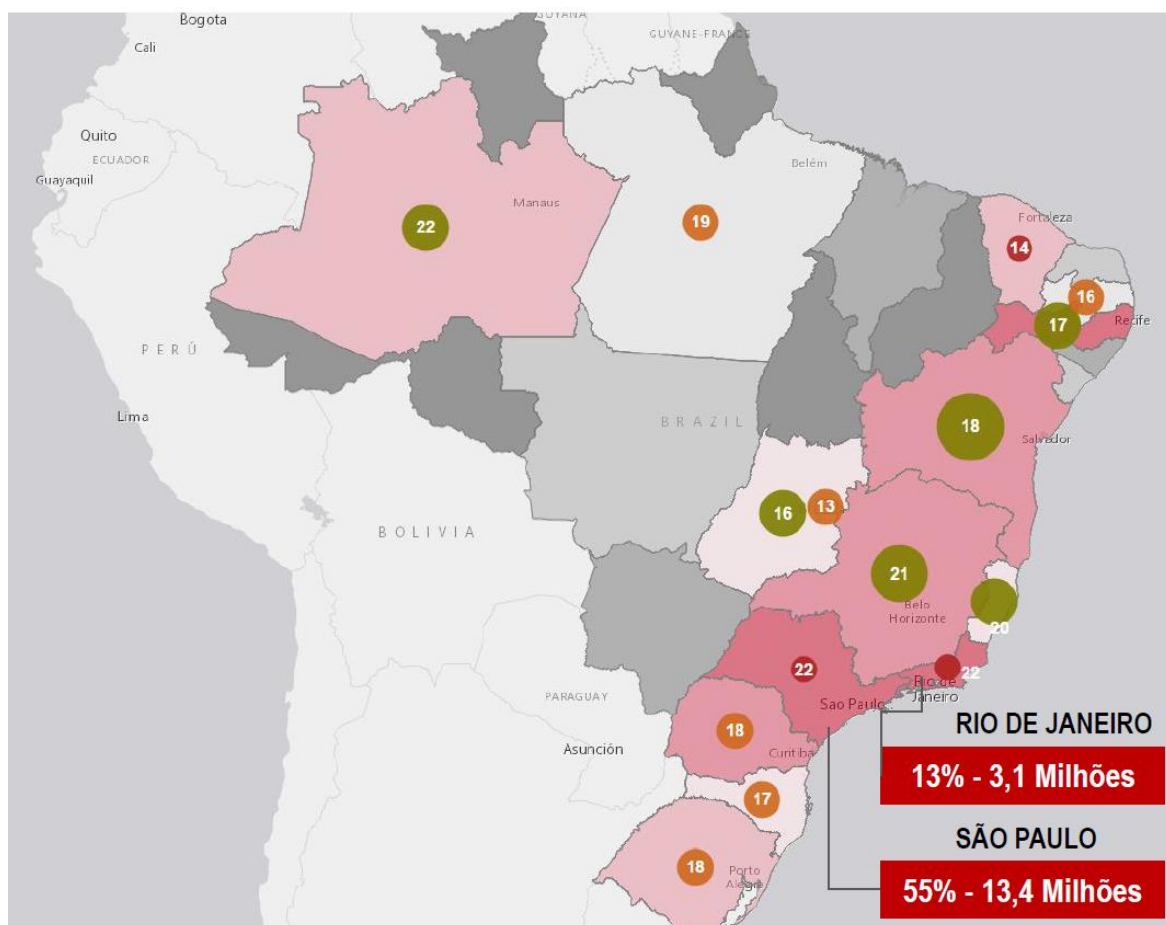
² Os resultados operacionais dos empreendimentos de base imobiliária possuem a característica de baixa dispersão, razoável previsibilidade e periodicidade.

procuram oportunidades de desenvolvimento de modo a obter o retorno do seu investimento com a venda do ativo pronto e, preferencialmente, locado.

O setor de condomínios industriais e logísticos no Brasil ainda constitui um mercado recente e que, até então, era composto exclusivamente por imóveis isolados e de baixa qualidade. Consequentemente, a formatação dos negócios se apresenta de forma heterogênea. A estruturação profissional e de qualidade de negócio dessa tipologia tem enfoque tanto no desenvolvedor, responsável pela aquisição de terreno e construção, como do locatário que define as necessidades técnicas do produto (TACHIBANA, 2013). No mercado brasileiro, esse papel de desenvolvedor profissional é exercido tanto por multinacionais, empresas de capital aberto, grandes empresas de capital fechado como por gestoras de fundos de investimentos em participação – FIP – e de fundos de investimento imobiliário - FII. A Figura 1 apresenta o levantamento do estoque de galpões de alto padrão no Brasil (Jones Lang Lasalle, 2014), com alta concentração na região Sudeste e inexistência em muitos estados da federação.

A análise da qualidade de investimento em empreendimentos imobiliários, bem como estudos das viabilidades econômica e financeira para empreendedores, são temas amplamente discutidos amparados pela relevância do setor de construção civil na economia de qualquer país. A tomada de decisão de investimento num novo empreendimento realizado por uma empresa desenvolvedora, aquela responsável pela aquisição de terreno e construção das edificações com objetivo de atender um perfil de inquilino quando em operação, presume-se que seja fundamentada em uma rotina de análise validada tecnicamente, e não pela por uma decisão amadora e descriteriosa.

Existem muitas metodologias de avaliação econômico-financeira de empreendimentos do *real estate* que levam em conta premissas de variáveis que atuam ao longo do ciclo de implantação e operação. Um exemplo de metodologia de análise da qualidade no investimento (AQI) é a já consolidada pelo NRE-Poli (Núcleo de *Real Estate* da Escola Politécnica da USP), extensamente discutida em Rocha Lima Jr. (1994a, 2000, 2001), Monetti (1996), Amato (2001), e por Rocha Lima Jr., Alencar e Monetti (2011), obras que compõem a estrutura teórica de análise utilizada neste estudo.



Preço do aluguel

18 Média do aluguel (R\$/m²/mês)

Variação do aluguel

Decrescente (-2 ~ 0 %)

Estável (0%)

Crescente (1 ~ 3 %)

Crescente (3 ~ 6 %)

Crescente (7 ~ 12 %)

Estoque existente

Inexistente

0 ~ 26k m²

26k ~ 58k m²

58k ~ 129k m²

129k ~ 325k m²

325k ~ 489k m²

489k ~ 1,3m m²

> 1,3m m²

Figura 1 - Estoque de galpões de alto padrão por estado.

Fonte: Jones Lang Lasalle, 2014.

Complementarmente, a ênfase desta pesquisa aborda decisões de investimento em empreendimentos de base imobiliária, especificamente a metodologia de avaliação e precificação de ativos conhecida por Teoria de Opções Reais (TOR) que leva em consideração a flexibilidade dos projetos e a incerteza de premissas com abordagem diferente das metodologias consolidadas. A precificação de ativos por opções iniciou-se no universo das

opções financeiras, com trabalhos desenvolvidos por Black e Scholes (1973), Merton (1973), Boyle (1977) e Cox, Ross e Rubstein (1979). Na mesma época, Meyers (1977) cunhou o termo “opções reais” dando início à pesquisa envolvendo ativos reais e projetos, influenciando os trabalhos de Dixit e Pyndick (1994), Trigeorgis (1996), Copeland e Antikarov (2002) e Minardi (2004). O setor imobiliário também recebeu estudos específicos como por Titman (1985), Williams (1991), Quigg (1993), Cappelletti e Li (1994) e Grenadier (1994 e 1999).

No Brasil, diferente de setores como petróleo e mineração, a aplicação da TOR no *real estate* ainda é singela e limitada à academia, não se estabelecendo uma doutrina ou rotina de análise. Os primeiros estudos sobre o mercado brasileiro começaram por Medeiros (2001) aplicado ao segmento residencial. Barbosa (2005), Belchior (2008), Gonçalves (2008), Costa (2011) e Trierveiler (2014) também aplicaram a TOR no mercado residencial de apartamentos. Petroni (2010) aplicou a TOR complementada pela Teoria dos Jogos neste mesmo mercado. Fortunato et al. (2008) pesquisaram especificamente o valor da opção de abandono em lançamentos residenciais e Brugunoli (2011) avaliou a opção de esperar para se construir um imóvel. Serra, Martelanc e Sousa (2012) avaliaram a questão da permuta sob a ótica da TOR, enquanto Yoshimura (2007) utilizou as opções para avaliar a qualidade do investimento em loteamentos. No segmento de shoppings centers, pode-se citar as pesquisas de Lage (2009) e Lage (2011). Mais recentemente, Sindoni (2014) realizou a aplicação das opções reais para avaliar uma aquisição de empresa do setor imobiliário brasileiro. Apesar das diferentes tipologias estudadas, destaca-se a carência de pesquisas com uso da TOR no segmento de galpões industriais e logísticos.

Em cenários de estabilidade econômica, em que estimativas de preços e custos não apresentam grandes incertezas, uma decisão de investimento em empreendimentos exige pouca complicação quanto à tomada de decisão. A análise frequente de empreendimentos semelhantes propicia aos desenvolvedores imobiliários preços máximos a se negociar terrenos de uma região, por exemplo. No preço unitário de terreno (expressos em R\$/m²) estão implícitos padrões de atratividade do investidor frente ao aproveitamento arquitetônico, aos custos e prazos de construção, ao preço de locação e vacância.

Todavia, em momentos de crise e com grandes incertezas quanto ao futuro, é muito difícil que um novo negócio se mostre atrativo quanto aos seus indicadores de rentabilidade, quando expostos às premissas conservadoras a um contexto não promissor. Isto é, nenhum empreendimento apresentará atratividade econômica quanto ao seu investimento em um

momento em que o cenário macroeconômico se encontra estressado e com baixa expectativa de melhora. Especificamente no mercado de grandes galpões para locação, vacância alta e aluguéis baixos afastam novos investimentos no setor. Apesar desta situação, as negociações, tanto de terrenos como de empreendimentos prontos, não cessam completamente, havendo algumas transações com preços em menores patamares, seja por necessidade de liquidez ou descrença quanto à melhora da economia por parte de seus proprietários. Se por um lado há um proprietário pessimista se desfazendo de uma posição, de outro lado há um desenvolvedor apostando na melhora do mercado. É exatamente neste tipo de situação que as opções reais podem apresentar valor: projetos com muita incerteza e com rentabilidade baixa (ou até negativa). O uso da TOR permite, portanto, a quantificação da rentabilidade considerando probabilidades de o cenário voltar a ser favorável aos negócios e quanto às decisões gerenciais como a postergação de um projeto, o desenvolvimento em fases ou mesmo a liquidação imediata do ativo.

O uso da TOR envolve a adoção de hipóteses estatísticas para muitas variáveis e que muitas vezes não há como estimá-las por falta de informações confiáveis. Além disso, há uma barreira de conhecimento entre os profissionais de investimento com relação ao uso habitual dessa teoria. Por mais que a aplicação da TOR no setor imobiliário não seja inédita, há lacunas na profundidade da aplicação, principalmente nas especificidades de empreendimentos voltados para a renda (EBI).

Neste trabalho pretende-se avaliar o efeito nos indicadores da qualidade do investimento em função das opções reais de abandono, adiamento e faseamento além destas opções combinadas, partindo-se da premissa que existe um mercado de desenvolvedores que implantam condomínios de galpões para locação com a estratégia de saída do investimento pela venda a investidores em empreendimentos de base imobiliária. A estratégia de pesquisa adotada foi o estudo de caso sobre a análise da qualidade do investimento da implantação de um empreendimento na região de Campinas/SP, tendo como base de informações obtidas em documentos públicos de empresas desenvolvedoras, a partir dos quais se realizou uma simulação com base na teoria de opções reais.

1.2 Objetivo

Dado o contexto do tema, o estudo tem como objetivo geral propor diretrizes de aplicação da TOR na análise da qualidade de investimentos em EBI específicos para a tipologia de

Condomínios de Galpões Industriais e Logísticos. Parte-se da proposição de que as considerações das opções reais e da flexibilidade de ação gerencial nesse tipo de empreendimento podem resultar em aumento dos seus indicadores da qualidade do investimento, fato este capaz de influenciar o processo de decisão do investidor.

Este trabalho pretende ainda responder às seguintes questões de pesquisa sobre as opções de valoração consideradas:

- Quais são as características do desenvolvimento do produto “condomínio de galpões industriais e logísticos” sob a ótica do usuário (principalmente o operador logístico)? Inclui-se a análise das opções reais existentes quanto às flexibilidades do projeto que o desenvolvedor imobiliário possa incorporar ao empreendimento.
- As opções de abandono, adiamento ou faseamento produzem valor para a decisão do desenvolvedor com melhoras significativas dos indicadores econômicos?
- Em quais situações de mercado cada opção deve ser considerada por um desenvolvedor nesse segmento do *real estate*?
- Quais variáveis são de difícil estimativa por carências de dados históricos do mercado brasileiro, dificultando o uso da TOR ou simplesmente fazendo com que seus resultados de análise não tenham utilidade prática?

1.3 Justificativa

Os investimentos na implantação de empreendimentos de base imobiliária constituídos de condomínios galpões industriais e logísticos se encaixam na abordagem da TOR, em razão de seu longo prazo de maturação, suas flexibilidades gerenciais, pela irreversibilidade no investimento e estão sujeitos tanto às condições de incertezas externas (como conjectura econômica do mercado imobiliário), como internas (como desvios de custo, atrasos em aprovações e obras).

Para exemplificar essas flexibilidades, pode-se citar a opção real de abandono, entendida aqui como a liquidação em momento anterior ao final da construção (seja pela valorização do terreno, seja pelo retorno do abandono ser superior comparado à venda do imóvel pronto e locado). Ou ainda, após a aquisição do terreno, há a possibilidade de alterações de projetos em termos de *layout* arquitetônico que podem se adequar melhor ao cliente deste tipo de produto

em comparação ao plano inicial antes da aquisição. Uma aquisição de terreno pode levar meses de negociação e diligência, o mercado pode mudar nesse período exigindo ajustes no produto pretendido.

O faseamento do empreendimento por conta de incertezas da absorção do mercado, como edificar somente 50% da área bruta locável (ABL) e postergar a conclusão das demais áreas, até obter melhores informações e ajustando o tempo mais adequado para investir, também é uma flexibilidade de ação gerencial à disposição do desenvolvedor que pode ser entendida como uma opção real. Os empreendimentos desta tipologia, então, apresentam situações em que podem ser consideradas na análise da qualidade do investimento pela TOR.

Não se pretende nesta pesquisa advogar a superioridade do uso da TOR sobre qualquer outro método ou rotina de análise, mas sim entender as situações onde a teoria pesquisada possa expandir o valor dos indicadores captados na análise de projetos de investimento que possam estar subavaliados de tal sorte que altere a tomada de decisão. Como os EBI possuem grande valor econômico, sendo razoável estimar seus preços de mercado com ordem de grandeza na casa dos R\$ 100 milhões ou mais, a responsabilidade da tomada de decisão justifica o uso de modelagens mais robustas para avaliar sua implantação. A análise da qualidade do investimento nesse tipo de empreendimento utilizando a TOR é, portanto, de interesse acadêmico e de companhias desenvolvedoras. Esse estudo também pode servir de referência para tomada de decisões estratégicas, como a saída de um investimento em EBI, ou como roteiro de análise para apresentação de uma proposta de investimento durante a captação de recursos no mercado financeiro.

1.4 Resumo do Método de Pesquisa

O desenvolvimento desta dissertação inicia-se com uma revisão bibliográfica abrangendo 4 pilares de conhecimento que envolvem a temática da pesquisa:

- Conceituação de Empreendimentos de Base Imobiliária para se definir com clareza os tipos específicos de projetos em que este estudo se aplica;
- Caracterização do segmento de Condomínios de Galpões Industriais e Logísticos para se conhecer os detalhes no âmbito funcional e operacional pelos usuários, técnico nas questões de arquitetura e engenharia, e comerciais do ponto de vista do negócio (tipos de contrato, inquilinos, desenvolvedores, prestadores de serviço, entre outros);

- Avaliação da Qualidade de Investimento (AQI) na implantação de empreendimentos de base imobiliária, para definir-se a rotina de análise para o estudo de caso;
- Teoria de Opções Reais, considerando tanto os estudos clássicos que iniciaram as pesquisas sobre o tema, como as aplicações internacionais e nacionais no mercado do *real estate*.

A estratégia adotada nesta dissertação, com fins de atender aos objetivos da pesquisa, foi a simulação com estudo de caso explicativo. A aplicação da TOR no desenvolvimento de EBI ainda é pouco conhecida e há carência de publicações que consolidam uma rotina de análise padronizada, apesar de se tratar de um tema atual. O estudo de caso, portanto, se encaixa como estratégia adequada.

Ainda com relação ao estudo de caso, é feita uma análise da qualidade do investimento, com o auxílio de planilhas eletrônicas elaboradas no *software* Microsoft Excel® 2010, que produzirá projeções de fluxos de investimento e retorno de um EBI (um condomínio de galpões modulares com mais de 61 mil m²). O empreendimento em questão teve como base os parâmetros obtidos de documentos públicos de desenvolvedores de condomínios logísticos, permitindo um cenário detalhado com fonte de informações alinhada com práticas de mercado do segmento estudado. Alguns dados não presentes nos documentos consideraram, de forma justificada, outras fontes de informação. Como sequência do desenvolvimento do estudo de caso, a seguinte rotina foi desenvolvida:

- i. Organização do ciclo de implantação do empreendimento com base em informações dos documentos de empresas desenvolvedoras e as referências bibliográficas;
- ii. Construção de um cenário referencial com premissas, em que indicadores apresentam um valor de referência e uma faixa de flutuação;
- iii. Consideração de fluxos de caixa com cada opção real (abandono, adiamento, faseamento e opções combinadas);
- iv. Extração de indicadores, avaliando os cenários mais favoráveis para captar os efeitos da flexibilidade do projeto;
- v. Exposição de resultados em gráficos e tabelas para favorecer a discussão e conclusão do trabalho;

A partir dos resultados obtidos do estudo de caso, é feita uma reflexão sobre os pontos que a rotina de análise deve receber ajustes para esse tipo de empreendimento e sugestões de melhorias. Por fim, procura-se concluir o trabalho respondendo às perguntas que guiaram o objetivo do estudo e sugerindo temas para próximos estudos sobre o assunto.

2 EMPREENDIMENTOS DE BASE IMOBILIÁRIA

Os condomínios de galpões para uso industrial e logístico tem, usualmente, seu desenvolvimento imobiliário vinculado com a operação da locação de seu espaço para a renda dos seus investidores. Isso os classifica como EBI. Neste capítulo será apresentada a conceituação de EBI, suas fases de implantação, fatores relevantes no seu desenvolvimento como produto e suas características técnicas. Também apresentar-se-á, neste capítulo, o referencial teórico para avaliação da qualidade no investimento dessa tipologia de empreendimento.

2.1 Conceituação

Os EBI podem ser definidos como:

Aqueles que têm a renda dos investimentos na sua implantação associada ao desempenho da operação que se verificará com base no imóvel, seja meramente a locação por valor fixado, seja pela exploração de uma determinada atividade, da qual se deriva a renda. (ROCHA LIMA JR., 1994a).

Os EBI têm como característica investimentos de longo prazo de maturação e *payback*, com perfil conservador de risco e que tendem a proporcionar renda em padrões estáveis e harmônicos para seus investidores (AMATO, 2001). Por estas características, recebem recursos com perfil de poupança, como os de fundos de pensão e *family offices*³, que objetivam a proteção do capital com rendimentos baixos e razoavelmente previsíveis.

A ABNT NBR 14.653/2002 - Avaliação de Bens – também define como EBI os empreendimentos em imóveis com fins de uso comercial e/ou de serviços, como hotel, motel, resort, apart-hotel, shopping center, *outlet*, centros de compras, parque temático, clube, posto de combustíveis, teatro, cinema, casa de diversão, depósito (por ex.: armazém, silo fixo, reservatório), hospital, clínica, casa de repouso, cemitério, supermercado, estádio, arena e estabelecimento de ensino. A definição pela norma da ABNT não contemplou os empreendimentos residenciais para a renda com o aluguel das unidades, assim como empreendimentos públicos geridos sob concessão (por exemplo: estradas, portos e aeroportos), mas que também possuem as características de EBI.

³ Companhias especializadas na gestão de grandes patrimônios familiares.

Os empreendimentos de base imobiliária, por apresentarem operações de longo prazo, desenvolvem-se em diferentes ciclos. Quatro períodos característicos, conforme ilustrado na Figura 2, são caracterizados na sequência (MONETTI, 1996).

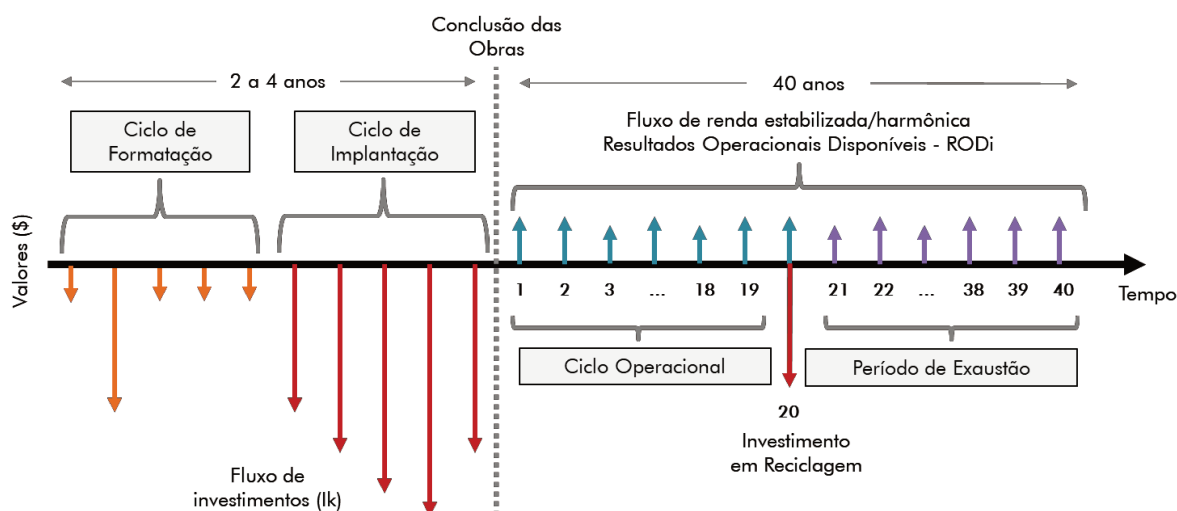


Figura 2 - Os ciclos dos EBI.

Fonte: adaptado de MONETTI, 1996.

O desenvolvimento do EBI inicia-se com o Ciclo de Formação. Durante este período ocorre a avaliação e o planejamento do empreendimento, compreendendo as atividades de definição do produto, desenvolvimento dos projetos, licenciamento nos órgãos públicos, planos de execução da obra, aquisição do terreno⁴ e toda celebração da documentação legal que dá suporte à operação, como o registro no cartório de imóveis competente. Do ponto de vista financeiro, o Ciclo de Formação é caracterizado exclusivamente por saídas de caixa, sendo seus recursos necessários sendo aportados pelo sistema gerenciador de recursos do desenvolvedor/empreendedor (MONETTI, 1996).

Com os projetos aprovados e com o empreendimento registrado, o produto foi definido, restringindo a flexibilização e alterações a partir desta etapa. Assim, passa-se para o Ciclo de Implantação, onde ocorrem os desembolsos com as obras civis (infraestrutura e edificações) e equipamentos (como pontes rolantes, portaria automatizada e balanças) e, portanto, são demandados investimentos ainda mais intensos pelo desenvolvedor. Nessa fase pode-se iniciar a contratação das locações, vinculadas ao término formal das obras (“Certificado de Conclusão”

⁴ A aquisição do terreno representa o principal desembolso desse ciclo, exceto no caso de permutas com o proprietário do terreno, quando um percentual do empreendimento (seja dos resultados disponíveis ou em área construída) é oferecido em troca do aproveitamento do imóvel.

ou “Habite-se”, emitidos pelas prefeituras municipais) e há despesas com propaganda, promoção e marketing, relativas ao lançamento do empreendimento. Há pouca cobertura de riscos, principalmente com relação aos custos e à absorção das locações e, assim, os desenvolvedores demandam taxas de atratividades maiores do que os ciclos de renda estabilizada. A fase que compreende o Ciclo de Formação e o Ciclo de Implantação dura de 2 a 4 anos, em média, para o segmento específico de Condomínios de Galpões Industriais e Logísticos.

Finalizada a implantação, dá-se início à operação do empreendimento. As atividades para as quais o projeto foi desenvolvido se iniciam assim como os retornos dos investidores (resultados operacionais disponíveis – RODi). Um período de estabilização pode ocorrer para o empreendimento absorver a demanda de inquilinos até atingir a ocupação para o qual foi projetado. Nessa fase de operação também há a manutenção do imóvel, as adequações e atualizações funcionais, visando a manter o nível de geração de resultado em padrão harmônico. Nesse momento, a renda toma forma homogênea e estável. O valor do empreendimento será definido em função da qualidade dessa renda e o padrão de atratividade desejado para remunerar os investimentos nessa fase é menor quando comparado à implantação.

A próxima fase é o Período de Exaustão, tecnicamente arbitrado, que é proposto para cálculo do valor do empreendimento ao final do ciclo operacional. Na prática não há descontinuidade da operação. É caracterizado pela necessidade de aporte de recursos para a atualização e reciclagem para que o empreendimento continue a gerar receitas nos mesmos padrões do ciclo operacional. A renovação do empreendimento no início do período de exaustão é significativamente mais onerosa que as atualizações periódicas durante o ciclo operacional, podendo até ocorrerem desativações momentâneas das áreas locáveis. Após a renovação do edifício, inicia-se um novo ciclo de operação com geração de retornos. Ao final do Período de Exaustão, o qual possui dimensões temporais equivalentes ao ciclo operacional, será considerado neste trabalho que o valor residual do imóvel se equipara ao custo de atualização tecnológica e funcional das edificações. Mesmo que o valor residual do imóvel seja relevante ao final do período de exaustão, quando se desconta o seu valor de volta ao início do ciclo operacional (40 anos de distância temporal), sua contribuição na rentabilidade do empreendimento é pequena e, portanto, desprezível.

2.2 O Segmento dos Condomínios de Galpões Industriais e Logísticos

O segmento de grandes galpões para locação é caracterizado por imensas construções, diversos locatários, gestão de condomínio complexa e envolve a responsabilidade de lidar com investimentos intensivos de capital (como os exemplos da Figura 3). Os condomínios de galpões industriais e logísticos se enquadram como EBI, em que o retorno do investimento é obtido por meio da renda dos contratos firmados de aluguel.



Figura 3 - Exemplos de Condomínios de Galpões Industriais e Logísticos.

Fonte: Empresas desenvolvedoras.

Pode-se definir um condomínio de galpões para uso logístico como:

Uma edificação ou conjunto de edificações destinadas à armazenagem e distribuição de produtos e equipamentos que compartilham os serviços e custos operacionais básicos de portaria, segurança, limpeza, manutenção preventiva e corretiva das áreas comuns, telhados e envoltórios dos edifícios (MACHADO, 2013).

Muitos destes galpões recebem o nome de “modulares” por terem seu espaço interno subdividido em módulos, onde cada unidade pode ser locada por uma empresa diferente que terá espaço de armazenamento, mezanino de escritórios, docas e marquise exclusivos para sua

utilização. Com o conceito modular, em que há divisões em partições autônomas, há flexibilidade no atendimento de uma maior variedade de clientes, como medições individuais de água, energia elétrica e válvulas de governos de sistema de *sprinklers* independentes. Essa característica permite a acomodação desde pequenos inquilinos até um único ocupante que necessite de um galpão exclusivo (TACHIBANA, 2013).

O investimento nesse tipo de propriedade imobiliária é considerado um investimento de risco elevado, uma vez que o desenvolvimento dos galpões ocorre sem a garantia de locação posterior. Os riscos de vacância e inadimplência, por exemplo, são mitigados pelas empresas desenvolvedoras desses empreendimentos com estudos de mercado e prospecção ativa de potenciais inquilinos.

Essa condição se contrapõe aos empreendimentos BTS (*built to suit*⁵) onde já há garantia de ter inquilino para um empreendimento ainda a desenvolver. Nas locações BTS, esses imóveis são construídos sob medida ou reformados por investidores, com o fim de atender às necessidades específicas das atividades das empresas ocupantes na qualidade de locatárias (FRANCIOZI, 2013). Estando vinculados por um contrato de locação de longo prazo, a empresa inquilina se compromete, em contrapartida, a remunerar o investidor-locador.

Não há limitações para que um condomínio de galpões modulares não possa contar com parte da sua área locável feita sob medida para acomodar um inquilino com necessidades específicas e que assine um contrato de locação BTS, fazendo uma combinação entre as modalidades de desenvolvimento. Essa situação é bastante favorável ao empreendimento, uma vez que o perfil de empresas que aceitam um contrato BTS é de grandes companhias que contam com uma cadeia de fornecedores e prestadores de serviços, facilitando as locações de galpões menores e vagos.

A implantação de empreendimentos do segmento de galpões industriais e logísticos pode ocorrer por três estratégias consideravelmente diferentes (adaptado de TACHIBANA, 2013):

⁵ “O termo em inglês *built to suit* é aplicado em razão da característica de construção sob medida nesse tipo de contrato, que, após o advento da Lei 12.744/12, também é denominado de “contrato de construção ajustada”, o que vai ao encontro do significado do termo *built to suit* (construído para servir), que, muitas vezes, também é chamado de *tailor made* (feito sob medida)” (FRANCIOZI, 2013).

- a. Desenvolvimento imobiliário puro: o desenvolvedor formata o empreendimento com o objetivo de saída após a conclusão das obras. Assume-se o risco da construção, incluindo a compra do terreno, aprovação de projetos, contratação de construtora, e realiza-se a liquidação da propriedade assim que ela produzir seus primeiros fluxos de resultados operacionais. São negócios de médio prazo (2 a 5 anos), com altas taxa de retorno esperadas e *paybacks* mais curtos. Esta modalidade é a estudada neste trabalho e objeto do estudo de caso.
- b. Formação de portfólio para renda: nesta estratégia, o desenvolvedor toma o risco do desenvolvimento com objetivo de manter o imóvel pronto em carteira para receber os fluxos de caixa de locação. O retorno do investimento ocorre no longo prazo (acima de 10 anos) com baixas, porém razoavelmente previsíveis, taxas de retorno. Há alta relevância das atividades de gerenciamento patrimonial (como manutenção, reformas, investimentos em reciclagem, segurança, atualização tecnológica) e de comercialização (prospecção de inquilinos, gestão de contratos, cobranças, entre outros processos).
- c. Utilização própria: existe ainda o caso de companhias não atuantes no *real estate* que desenvolvem empreendimentos para uso próprio, representando um grupo concorrente no mercado de propriedades para locação. Essas empresas mantêm o imóvel como investimento imobilizado em seu patrimônio, evitando-se as despesas com aluguel. Há algumas explicações que provocam esse fenômeno bastante comum e que muitas vezes não faz sentido do ponto de vista econômico. Há um hábito cultural das companhias brasileiras de deter a posse dos imóveis que ocupam como indicador de saúde financeira, mesmo que comprometa o investimento na sua atividade fim.

Alguns detalhes e agentes do processo de comercialização das áreas locáveis num condomínio de galpões merecem ser descritos:

- Contratos de locação: são típicos de locação comercial, com prazo entre 3 e 5 anos, cancelamento mediante multa rescisória e, idealmente, com cláusulas de renovação;
- Valor do aluguel: os valores de locação variam muito conforme a localização e proximidade de regiões metropolitanas. Normalmente são negociados com a métrica de R\$/m² (Reais por metro quadrado) de Área Bruta Locável (ABL) e pagos mensalmente. Ao se considerar a área bruta locável, alguns detalhes como a cobrança ou não de

marquises podem causar conflito entre inquilinos e proprietários por se tratarem de áreas onde não há armazenagem de forma enclausurada;

- Reajuste do aluguel: normalmente o aluguel é reajustado anualmente por um índice inflacionário que usualmente é o IGP-M (FGV) ou IPCA (IBGE);
- Corretores: fazem a aproximação entre empresas (locatárias) e donos das propriedades. Ao trazer inquilinos para um empreendimento e intermediar assinatura de contratos de locação, esses profissionais recebem a título de honorários de corretagem o valor do primeiro aluguel. Grandes empresas de desenvolvimento imobiliário, ao lançar um novo empreendimento, convidam corretores para visitar o imóvel para apresentar aspectos importantes sobre este, uniformizando a divulgação de informações;
- Taxa de Condomínio: para arcar com as custas das áreas comuns utilizadas por todos os usuários (como portaria, jardim, vigilância e manutenção da pavimentação), além do aluguel pago, ainda há o recolhimento da taxa de condomínio. O valor da taxa de condomínio também é variável de acordo com tamanho e perfil do empreendimento.

No contexto do *real estate*, um empreendimento como um condomínio de galpões é um produto que pode ser vendido, comprado ou usado como serviço. É possível identificar três grandes mercados que se relacionam a um sistema de EBI. O primeiro deles é o Mercado de Espaços para Locação, onde são estabelecidas as relações de uso e direito de uso de propriedades. A demanda formada por companhias inquilinas se encontra com a oferta formada por proprietários de imóveis, muitas vezes intermediados por um corretor. O equilíbrio das duas partes é refletido em preços de locação e vacância. Sattarnusart (2012) cita alguns trabalhos que relacionaram como fatores que influenciam o preço de locação: o contexto econômico, a legislação ambiental, a localização, índices de criminalidade, subsídios e renda familiar da região. O Mercado de EBI's compreende outro segmento que forma este sistema. Nele a posse dos imóveis é negociada entre investidores e o preço desses ativos sofre influência das taxas de atratividade setorial, expectativa de crescimento dos aluguéis e da percepção de risco do negócio (GELTNER et al., 2006). Por último, o Setor de Desenvolvimento de empreendimentos completa o sistema, no qual empresas desenvolvedoras abastecem o mercado com novos imóveis e espaços para locação, desde que a atratividade aos riscos e retornos se mostre adequada. A Figura 4 representa a inter-relação entre os três mercados com seus elementos e fluxos.

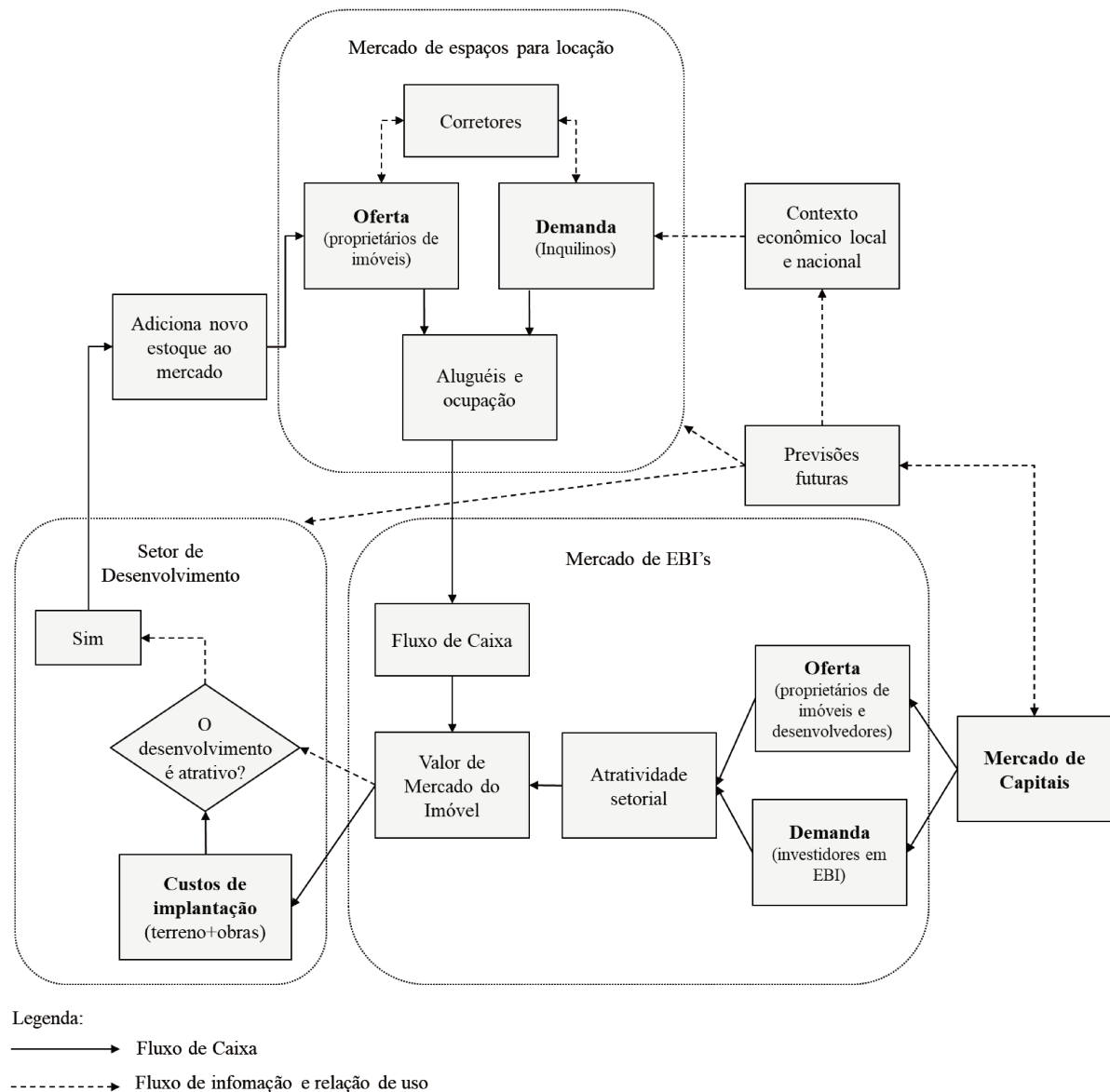


Figura 4 - O Sistema dos Empreendimentos de Base Imobiliária.

Fonte: adaptado de GELTNER et al., 2006.

Para contextualizar a situação do mercado de condomínios de galpões no Brasil, a empresa de consultoria Jones Lang Lasalle estimou o estoque total do mercado imobiliário de locação de propriedades industriais e logísticas em 24,1 milhões de metros quadrados, com alta relevância participativa no eixo Rio-SP com 68% do mercado (JONES LANG LASALLE, 2014). Num levantamento mais recente (Tabela 1), outra empresa de consultoria - Cushman & Wakefield – apontou para um estoque total de 17,1 milhões de m² para imóveis de alto padrão construtivo (CUSHMAN & WAKEFIELD, 2018). A discrepância entre os valores dos dois estoques é causada pela diferença de critérios na definição de “propriedades de alto padrão” entre esses participantes do mercado, mas ambos os resultados apontam para uma concentração desses

imóveis na região sudeste e, também, indicam a ordem de grandeza da área que estes empreendimentos possuem.

Tabela 1 - Estoque, vacância e preços de locação do mercado brasileiro de galpões de uso industrial e logístico.

Região	Estoque (.000 m ²)	% Total	Taxa de Vacância	Preço Pedido		
				Min	Médio	Máx
São Paulo	 10.897,0	63,6%	 21,7%	R\$ 8,19	 R\$ 19,58	R\$40,00
Rio de Janeiro	 1.967,8	11,5%	 26,6%	R\$14,00	 R\$ 22,70	R\$35,00
Amazonas	 445,0	2,6%	 34,1%	R\$ 18,00	 R\$ 21,53	R\$ 22,00
Bahia	 197,0	1,1%	 16,9%	R\$ 14,81	 R\$ 16,71	R\$ 19,00
Paraná	 1.009,0	5,9%	 29,7%	R\$ 9,00	 R\$ 17,56	R\$ 20,00
Pernambuco	 757,0	4,4%	 11,7%	R\$ 15,00	 R\$ 17,88	R\$ 18,50
Rio Grande do Sul	 468,0	2,7%	 12,0%	R\$ 8,33	 R\$ 14,97	R\$ 20,65
Minas Gerais	 820,0	4,8%	 20,3%	R\$ 15,00	 R\$ 20,88	R\$ 22,00
Ceará	 93,0	0,5%	 8,6%	R\$ 14,00	 R\$ 14,00	R\$ 14,00
Pará	 54,0	0,3%	 61,8%	R\$ 23,00	 R\$ 23,00	R\$ 23,00
Santa Catarina	 425,3	2,5%	 9,1%	R\$ 10,00	 R\$ 14,06	R\$ 22,00
Outras Regiões	 4.269,1	24,9%	 20,5%	R\$ 8,33	 R\$ 18,74	R\$28,33
BRASIL	 17.133,9	100,0%	 22,0%	R\$ 8,19	 R\$ 19,80	R\$40,00

Fonte: Cushman & Wakefield, 2018.

2.2.1 O Fator Localização para Condomínios de Galpões

A localização é um fator determinante no setor industrial e logístico, para explicar essa preocupação vale citar que:

Localizar instalações fixas ao longo da rede da cadeia de suprimentos é um importante problema de decisão que dá forma, estrutura e contornos ao conjunto completo dessa cadeia. Essa formulação define as alternativas, juntamente com os custos e níveis de investimentos a elas associados, usadas para operar o sistema. Decisões sobre localização envolvem a determinação do número, local e proporções das instalações a serem usadas. Essas instalações incluem pontos nodais da rede, como fábricas, portos, vendedores, armazéns, pontos de varejo e pontos centrais de serviços na rede da cadeia de suprimentos em que os produtos param temporariamente a caminho dos consumidores finais (BALLOU, 2006).

Do ponto de vista dos usuários dos galpões (empresas do segmento logístico e indústrias), a localização é definida de maneira estratégica, muitas vezes utilizando sistemas matemáticos e heurísticos complexos. O problema de localização de fábricas, armazéns, centros de

distribuição e pontos de venda leva em conta a compensação dos seguintes custos (BALLOU, 2006):

- Custos de produção e compra;
- Custos de estocagem e manuseio no armazém;
- Custos fixos do armazém;
- Custos de manutenção do estoque;
- Custos de processamento dos pedidos de estoques e pedidos dos clientes;
- Custos de transporte de entrada e saída do armazém;

Estes custos devem levar em conta diferenças geográficas, características de volume e despacho, variações de diretrizes e economias de escala de forma a permitir simulações que resultem na quantidade de unidades da companhia e na localização de cada uma. O objetivo é minimizar o custo total respeitando o nível de serviço mínimo adotado, conforme a Figura 5.



Figura 5 - Compensações de custos genéricos no problema de localização.

Fonte: Ballou, 2006.

Ballou (2006) também cita estudos com mais de cem anos que indicam que o aluguel máximo a se pagar pela terra “equivaleria à diferença entre o preço das mercadorias *no* mercado e o custo de transportar esses bens *até* o mercado”. Este princípio, segundo o autor, se sustenta até os dias de hoje, visto que observamos o mesmo padrão de comportamento: “as atividades que

podem pagar o máximo pela terra serão localizadas bem perto do centro da cidade e ao longo dos grandes entroncamentos de transporte”.

Uma pesquisa que contou com a participação de 60 operadores logísticos, sendo 30 usuários de condomínios logísticos e 30 não usuários, os três (de um total de 11) fatores principais determinantes para a escolha de estar em um Condomínio Logístico foram (FLEURY, 2014):

- i. Localização do Condomínio Logístico (67% dos respondentes);
- ii. A Infraestrutura física oferecida (60% dos respondentes);
- iii. Segurança patrimonial (50% dos respondentes).

De outro lado, os serviços oferecidos no condomínio, incentivos fiscais e facilidade para adaptar instalações existentes à operação receberam menos de 10% de indicações pelos respondentes da mesma pesquisa, confirmando a importância da localização para o empreendimento.

Empreendimentos para uso industrial e, principalmente, logístico necessitam estar localizados estrategicamente. Isso significa que a posição da implantação deve considerar a proximidade de eixos rodoviários importantes que cruzam grandes cidades ou mesmo vizinhos a aeroportos, portos, terminais ferroviários e intermodais. Além da localização, um excelente acesso rodoviário é bastante relevante para os usuários dos galpões. Trevos de rodovias com alto tráfego, avenidas marginais e existência de bolsão de espera para caminhões são fatores que valorizam a propriedade e facilitam a locação.

Para as empresas desenvolvedoras, então, a localização do imóvel é sempre escolhida de acordo com a malha rodoviária seguindo o raciocínio de logística estratégica, focando nas rotas de transporte das cargas para minimizar os custos dos traçados de recebimento e distribuição dos produtos. A localização e sua relação com as malhas viárias é o primeiro fator de decisão das empresas locatárias (TACHIBANA, 2013). No setor logístico, a eficiência é sempre um objetivo a ser buscado. As empresas então procuram características nos condomínios logísticos ou galpões isolados que proporcionem rapidez de movimentação, eficiência na armazenagem e desempenho técnico, de tal modo que seus esforços nas atividades fim não compitam com preocupações em relação ao imóvel locado.

2.2.2 O Perfil de Inquilinos e Empresas Locatárias

Um empreendimento formado por vários galpões é concebido levando em consideração seus potenciais ocupantes, ou seja, as empresas que se submeterão aos contratos de locação. Estas utilizam a infraestrutura oferecida para abrigar suas atividades industriais ou logísticas.

A demanda por espaço para atividades industriais não é a principal para este segmento de imóveis; as indústrias individualmente, portanto, compõem apenas uma parte dos ocupantes (Tabela 2). Um dos motivos que justificam esse comportamento tem relação com exigências específicas para o imóvel, que podem viabilizar projetos sob medida (BTS, por exemplo) ao invés de galpões padronizados. Ainda assim é possível encontrar indústrias de transformação simples e pequenas montagens integradas com atividades logísticas.

Tabela 2 - Perfil de ocupação por setor de atividade.

Logística	48,80%
Têxtil	9,30%
Farmacêutico	5,90%
Petroquímico	5,60%
Serviços de Utilidades Públicas	5,20%
Tecnologia	4,30%
Agropecuária / Alimentos	4,10%
Material Elétrico	3,60%
Metalúrgica	2,50%
Máquinas e Equipamentos	2,50%
Bens de Consumo	2,00%
Automobilístico	2,00%
Embalagens	1,60%
Comunicação Social	1,10%
Serviços Pessoais	0,40%
Construção	0,30%
Saúde	0,30%
Higiene e Limpeza	0,30%
Móveis e Decoração	0,20%

Fonte: Colliers Internacional, 2010 apud Machado, 2013.

O papel logístico do galpão, algumas vezes traduzido como “armazém” na literatura estrangeira, é elencado a seguir (RUSHTON, CROUCHER e BAKER, 2010):

- Espaço de armazenagem de estoque (produtos prontos) e inventário (matérias primas);
- Centro de consolidação de estoque de produtos variados;
- Centro de *cross-docking*, em que produtos são transferidos de um veículo para outro sem necessidade de armazenagem;

- d. Espaço fabril para montagens e produções leves, minimizando custos de armazenagem;
- e. Centro de produtos devolvidos - demanda crescente causada pelo comércio eletrônico ou por não atendimento a alguma legislação;
- f. Expansão para atender demandas sazonais. Um condomínio permitiria que estas companhias possam aumentar a área locada dentro do mesmo empreendimento, evitando o custo e a inconveniência de mudança para um imóvel maior;

Esses papéis não são mutuamente exclusivos, podendo ser desempenhadas várias funções numa mesma unidade. Ainda assim, é possível identificar três perfis de empresas inquilinas para esses empreendimentos por meio da relação de inquilinos publicada por uma empresa do setor:

- Operadores Logísticos: são empresas que se responsabilizam por realizar os serviços de logística para uma determinada companhia que prefere não desempenhar essas funções internamente;
- Indústrias Leves: são as empresas produtoras de bens de consumo e que realizam apenas pequenas transformações dos insumos ou montagem de produtos, não necessitando de grandes equipamentos e construções especiais;
- Centros de Distribuição: conhecidos como “CDs” no mercado imobiliário, são unidades para armazenagem de produtos em um local intermediário entre o polo de produção e o ponto de venda ou consumo final. Seu objetivo é aumentar a eficiência logística dessas empresas.

Independente do perfil, os inquilinos são na sua grande maioria compostos por pessoas jurídicas, criando um relacionamento profissional entre empresa locatária e empresa proprietária do imóvel. Ao mesmo tempo em que essa relação facilita o processo de gestão dos recebíveis e garante condições mais transparentes para o processo de gestão de risco, o processo de locação envolve discussões técnicas sofisticadas que podem se estender por longos períodos.

Como consequência, há a necessidade de obras complementares executadas pela empresa locatária antes do início das atividades, “incluindo montagem de equipamentos, infraestrutura complementar, salas especializadas e montagens de sistema de segurança”, o que exige comunicação intensa com a empresa locadora para a sincronização das atividades de obra (TACHIBANA, 2013).

Como o principal uso dos imóveis acaba sendo para armazenamento de produtos, é importante detalhar as atividades básicas no interior de um galpão considerando uma operação logística. Pode-se descrever essa sequência como na Figura 6 (RUSHTON, CROUCHER e BAKER, 2010).

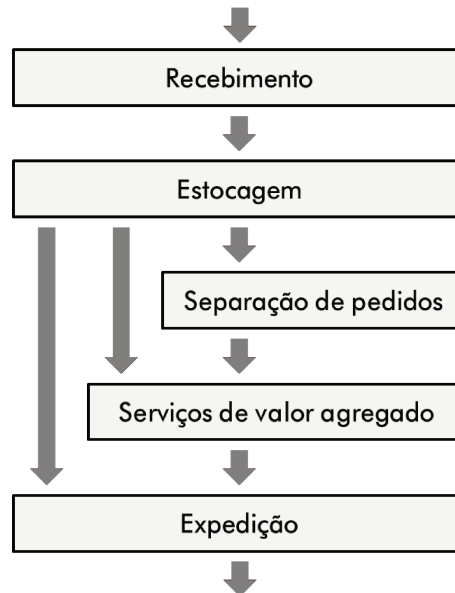


Figura 6 - Atividades frequentes em um armazém logístico para estocagem de produtos.

Fonte: adaptado de Rushton, Croucher e Baker, 2010.

- Recebimento: o recebimento se inicia próximo às docas através de carretas de grande porte e é o contato inicial do produto com o interior do galpão. A correta localização dos acessos influencia diretamente na produtividade operacional de um armazém (BANZATTO e DA FONSECA, 2008). O posicionamento adequado do recebimento e expedição se relaciona com as distâncias percorridas dentro do mesmo, logo, com o seu custo operacional.
- Estocagem: a atividade de estocagem é a que ocupa maior fração em área de um armazém logístico. Um processo inteligente e automatizado de estocagem garante ocupações máximas que, além de reduzir custos com locação de espaço, otimiza o tempo operacional e facilidade no processo de separação de pedidos. A operação é influenciada pelo tipo de estanteria porta-pallet e modelos de empilhadeiras, os quais dependem do pé direito do galpão e as dimensões dos corredores de fluxo.
- Separação de pedidos: sistemas de tecnologia da informação interligados ao sistema de veículos que realizam o manuseio dos produtos auxiliam o processo de selecionar no estoque o pedido realizado pelo cliente (quantidades detalhadas de produtos estocados).

O processo de separação dos itens consome aproximadamente 60% dos custos operacionais (BANZATTO e DA FONSECA, 2008).

- Serviços de valor agregado: etapas opcionais após a separação dos pedidos, e que dependem do tipo serviço prestado pelo operador logístico, agrega valor aos produtos como pequenas montagens, embalagem e etiquetamento.
- Expedição: é a conclusão do serviço no armazém. Assim como o recebimento, a expedição ocorre nas áreas de docas, geralmente exclusivas para esta etapa. São executadas a conferência e o controle para saída de produtos para o próximo nó da cadeia de suprimentos.

Tão importante quanto saber a descrição de cada atividade que acontece no interior de um armazém é ter conhecimento do espaço necessário para cada um. Em termos de uso de espaço interno, a fração ocupada por cada atividade é representada pelo Gráfico 1, o qual demonstra a relevância do espaço de estocagem frente às outras funções do galpão.

Uso de espaço em um galpão

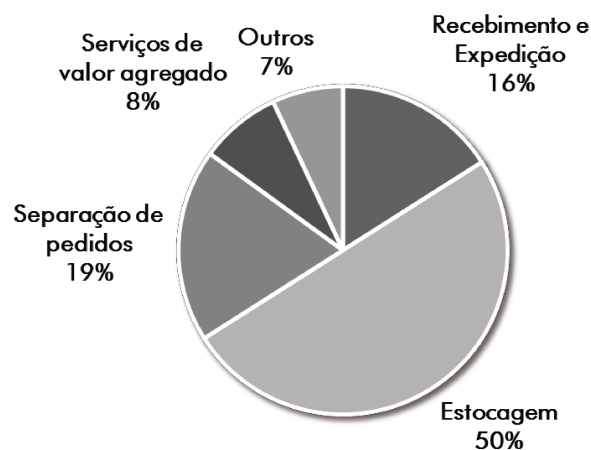


Gráfico 1 - Uso de espaço interno em galpão de armazenagem nos EUA.

Fonte: Rushton, Croucher e Baker, 2010.

2.2.3 Características Técnicas dos Galpões

As empresas desenvolvedoras imobiliárias levam em consideração as demandas operacionais dos potenciais inquilinos para ajustar as características técnicas do empreendimento. É

importante levar como princípio a flexibilidade, para que todas as adaptações sejam possíveis aos diferentes ocupantes.

Para entender a hierarquia de importância das características técnicas dos galpões, apresenta-se na Tabela 3 os critérios da metodologia para a avaliação de galpões logísticos em condomínios que utiliza a ponderação por pesos (MACHADO, 2013). A lista contempla um total de 60 critérios de avaliação posicionados em ordem de importância considerando o estado de conservação, desempenho, características técnicas e programa de projeto.

De forma semelhante, Mora (2016) também sugere um sistema de certificação da qualidade de Condomínios Logísticos para o mercado brasileiro identificando os parâmetros através do Método Delphi que considerou atributos das seguintes categorias:

- Sistema Elétrico do Galpão;
- Eficiência do Projeto;
- Sistema de Iluminação;
- Sistema de Hidráulica;
- Sistema de Detecção e Combate a Incêndio interno e externo;
- Sistema de Telecomunicação e Informática;
- Áreas de apoio;
- Sistema Elétrico do condomínio;
- Circulação, manobras e estacionamento;
- Segurança Patrimonial;
- Localização.

Tabela 3 – Relevância dos Critérios de Avaliação de Condomínios de Galpões Industriais e Logísticos.

CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO	%	Critério
1 Viabilidade legal de implantação	-	Atende ou não a demanda. (eliminatórios)
2 Prazo para início da operação	-	
3 Largura da via de acesso	-	
4 Largura do pátio de manobra	-	
5 Quantidade e dimensão das docas	-	
6 Volume de armazenagem	2,5 %	Nota a partir de média normalizada dos valores máximos e mínimos obtidos. (quantitativos)
7 Custo de pedágio	2,5 %	
8 Custo de locação e condomínio (pelo tempo de contrato)	2,5 %	
9 Custo de IPTU e impostos	2,5 %	
10 Distância até o principal ponto de venda	2,5 %	
11 Existência de benefícios fiscais	2,5 %	
12 Custo de adequação para início de operação	2,1 %	
13 Custo de seguro	2,1 %	
14 Capacidade de sobrecarga do piso	2,5 %	
15 Bom estado de conservação do telhado	2,5 %	Critérios avaliados com base em características pré-determinadas (qualitativos)
16 Bom estado de conservação do piso do armazém	2,5 %	
17 Bom funcionamento das instalações elétricas	2,5 %	
18 Bom funcionamento das instalações de combate a incêndio	2,5 %	
19 Controle de acesso na portaria	2,1 %	
20 Segurança perimetral	2,1 %	
21 Áreas com cobertura das cameras	2,1 %	
22 Quantidade de vagas para carretas	2,1 %	
23 Fluidez do tráfego local	2,1 %	
24 Iluminação natural (não considerado prismático)	2,1 %	
25 Bom estado de conservação das vias de acesso	2,1 %	
26 Instalações sanitárias (vestiários e banheiros)	2,1 %	
27 Eclusa para caminhões	2,1 %	
28 Sistema de telefonia disponível	2,1 %	
29 Serviço de internet disponível	2,1 %	
30 Sistema de gravação de CFTV	2,1 %	
31 Sala de monitoramento	2,1 %	
32 Área de escritório (em porcentagem da área de armazenagem)	1,6 %	
33 Quantidade das vagas privativas	1,6 %	
34 Gerador	1,6 %	Critérios binários (Sim/Não)
35 Portaria com portas e janelas blindadas	1,6 %	
36 Bom estado de conservação das vedações	1,6 %	
37 Qualidade do sistema de cameras	1,6 %	
38 Ventilação natural (trocas de ar por hora) (NB-10 1978)	1,6 %	
39 Planicidade do piso industrial	1,6 %	
40 Tempo de construção do edifício (Idade)	1,6 %	
41 Vão livre entre pilares	1,6 %	
42 Atividades realizadas no entorno	1,6 %	
43 Perfil dos vizinhos	1,6 %	
44 Estado de conservação do pátio de manobra	1,6 %	
45 Quantidade de vagas para visitantes	1,2 %	
46 Ambulatório	1,2 %	
47 Sala técnica para ar condicionado no galpão	1,2 %	
48 Estado de conservação dos edifícios de apoio	1,2 %	
49 Bom funcionamento das instalações hidráulicas	1,2 %	
50 Sala de telefonia (DG)	0,8 %	
51 Refeitório/Restaurante	0,8 %	
52 Disponibilidade de mão de obra	2,5 %	
53 Disponibilidade de transporte para mão de obra	2,5 %	
54 Individualização da medição (Hidráulica)	1,6 %	Critérios binários (Sim/Não)
55 Certificação ambiental	1,6 %	
56 Individualização da medição (Elétrica)	1,6 %	
57 Interligação do PABX entre portaria/galpão/edifícios de apoio	1,2 %	
58 Sala administrativa do condomínio	0,8 %	
59 Auditório	0,4 %	
60 Depósito de material de limpeza	0,4 %	
	100,0%	

Fonte: a partir de Machado, 2013.

Conceitos básicos de logística e gerenciamento da cadeia de suprimentos sugerem diferenciais relevantes para um imóvel atender o setor, sendo alguns principais deles⁶:

- Pé-direito: a distância livre interna entre o piso e o teto em galpões para ocupantes mais exigentes é de pelo menos 12 metros de altura. As operações logísticas procuram a verticalização de seus armazéns para aumentar a eficiência de estocagem. O pé-direito, portanto, relaciona-se ao volume de armazenamento. A ausência de interrupções no pé-direito livre por vigas, por exemplo, também é recomendada por facilitar a operação de empilhadeiras;
- Modulação de pilares: recomendam-se vãos grandes para otimizar a disposição das estanterias. Os vãos observados em recentes projetos entregues apresentam um mínimo de 20 metros.
- Pisos com alta capacidade de carga: pisos de galpões industriais e logísticos recebem grande quantidade de carga (principalmente em estanterias porta-*pallets*) e, por isso, é necessário que estes suportem entre 5,0 ton/m² a 8,0 ton/m²;
- Docas: são os locais onde mercadorias são embarcadas e desembarcadas nos caminhões através de “portas”. Docas elevadas permitem que mercadorias sejam transportadas no mesmo nível entre o caminhão e o galpão, facilitando a operação. O desenvolvedor deve ponderar tanto a quantidade e qualidade das docas, como seus tipos: elevadas, *siders* (utilizadas para caminhões com portas laterais) e equipamentos que dão suporte à segurança, tais como: amortecedores, guias para rodas de caminhões, sistemas de segurança de sincronia das portas e niveladoras;
- Cross-docking: é um procedimento logístico aonde produtos que chegam através de uma doca sejam brevemente manipulados ou fracionados e logo despachados por outra doca. A formatação deve prever a possibilidade de subdividir este espaço no *layout* do galpão;
- Marquise: as marquises são coberturas localizadas acima das vagas dos caminhões. Elas protegem as mercadorias da exposição ao tempo no embarque e desembarque;

⁶ Lista elaborada pelo autor a partir de informações em 4 anúncios de oferta de locações de modernos empreendimentos do segmento recém-construídos (em 2016 e 2017) de empresas desenvolvedoras para caracterizar esse tipo de produto imobiliário.

- Iluminação: é fundamental para a boa operação de indústrias e centros de distribuição. As exigências ambientais e econômicas fazem com que galpões mais modernos tenham iluminação natural através da instalação de telhas translúcidas (iluminação zenital) e, também, de refletores LED;
- Conforto térmico: lanternins, entradas e saídas de ar, ventilação mecanizada, ar condicionado em áreas administrativas e isolamentos térmicos são opções a serem definidas no projeto;
- Combate a incêndio: dispositivos anti-incêndio como *sprinklers*⁷, sensores de fumaça, hidrantes, paredes e portas corta-fogo entre outros, não apenas trazem mais segurança à edificação como também, quando bem instalados e dimensionados, reduzem o valor de prêmios de seguro patrimonial e de risco operacional do inquilino;
- Vagas: o dimensionamento adequado da quantidade de vagas para automóveis, motos e caminhões também faz parte das boas práticas de desenvolvimento do projeto;
- Pátio de manobras: seu projeto é fundamental para que grandes carretas possam ser manobradas sem que o fluxo de cargas seja prejudicado dentro de imóveis com diversos inquilinos;
- Pátio de espera: um problema que muitos empreendimentos possuem é a espera de carretas do lado externo (estacionadas na rodovia, por exemplo) dado que muitas vezes estas chegam antes do momento de carga/descarga. A consideração de um pátio de espera para acomodar essas carretas também caracteriza um imóvel bem projetado do ponto de vista de qualidade operacional;
- Área de descanso para motoristas: durante a carga e descarga de mercadorias, caminhoneiros precisam aguardar em local específico para não impactar as operações do imóvel e que precisa ser incluído nas edificações do empreendimento;
- Segurança: mercadorias de grande valor agregado exigem que o empreendimento possua sistema de monitoramentos por câmeras de filmagem (CFTV), sistemas de

⁷ *Sprinklers*: sistema de combate a incêndio constituído por chuveiros automáticos.

vigilância 24h, cercas de proteção, alarmes, sensores de presença e até portaria blindada. Este fator é foco significativo para as avaliações das seguradoras;

- Disponibilidade de geradores: são bastante considerados por companhias locatárias que contam com grande infraestrutura de dados ou dependem de refrigeração dos produtos estocados;
- Instalações de escritórios: a disponibilidade de mezaninos, edifícios interligados ao galpão ou mesmo exclusivos e independentes à operação, porém no mesmo empreendimento, permite as instalações de áreas administrativas das companhias que ali se instalam;
- Outros espaços de uso comum: empreendimentos de qualidade possuem também outras áreas que podem ser locadas ou utilizadas pelos inquilinos do condomínio como salas de reunião, auditório, refeitórios, vestiários, sanitários e até áreas de lazer e recreação com churrasqueiras e quadras poliesportivas.

Estes atributos compõem a lógica de concepção de produto para os galpões. A importância das instalações físicas se dá por ser onde desempenham sua atividade principal. Há ainda itens complementares executados pelo próprio inquilino, como: estanterias para as mercadorias, infraestrutura complementar de elétrica, dados e maquinários de operação (TACHIBANA, 2013).

2.3 Análises de Valor e da Qualidade de EBI

A análise econômica e financeira de projetos em geral consiste em projetar os fluxos de caixa de um determinado projeto ou empreendimento e extrair indicadores de rentabilidade e desempenho com fins de dar suporte à tomada de decisão. A projeção de fluxos de caixa refere-se à expectativa dos movimentos de entrada ou saída de dinheiro nas contas de um projeto de investimento. Essa rotina é chamada por alguns autores de análise de viabilidade econômica e financeira ou de análise da qualidade de investimento (AQI), quando envolve uma rotina mais profunda de avaliação.

Uma estrutura teórica de análise específica para o setor do *real estate*, e que é utilizada neste estudo, foi proposta por Rocha Lima Jr. (1994a, 2000 e 2001), amplamente utilizada e divulgada pelo NRE-POLI, como por Monetti (1996) e Amato (2001) e mais tarde consolidada por Rocha

Lima Jr., Monetti e Alencar (2011 – em especial o Capítulo 9) para os EBI, e tem como objetivo fornecer informações para que um investidor possa tomar suas decisões de investimento. Essa estrutura teórica permite analisar a qualidade do investimento do empreendimento alvo e apresentar sua sensibilidade às flutuações das variáveis de entrada, fruto das incertezas e riscos do negócio, para que o investidor esteja ciente da posição a ser tomada.

Os indicadores usualmente empregados e que podem ser comparáveis às alternativas de investimento do capital são:

- Payback – o prazo em que os retornos devolverão a capacidade de investimento inicial, ou seja, o tempo de reposição da quantidade de recursos investidos pelos rendimentos do projeto ou empreendimento.
- Múltiplo do Investimento - Chamado em inglês de *Multiple of Investment* ou MOI (às vezes chamado de MOIC – *Multiple of Invested Capital*), este múltiplo simboliza o retorno gerado para o investidor com um determinado projeto realizado ao representar a razão de retornos pelo montante de capital investido (Equação 1). É importante ressaltar que há uma deficiência no Múltiplo do Investimento porque ele não indica temporalidade. Investimentos podem ter múltiplos iguais, mas com prazos de retorno muito distintos.

$$MOI = \frac{\sum \text{Retornos}}{\sum \text{Investimentos}}$$

Equação 1

- Valor Presente Líquido (VPL) - resulta da diferença entre a soma do valor presente de todos os fluxos de entrada de capital (R_t) e a soma do valor presente de todos os fluxos de saída de capital (I_t) de um determinado projeto, ambos os fluxos descontados a uma taxa de atratividade do investidor (tat), do início do projeto até sua exaustão.

$$VPL_k = \sum_{t=k+1}^{exaustão} \frac{R_t - I_t}{(1 + tat)^t}$$

Equação 2

- TIR – a Taxa Interna de Retorno: é a taxa de desconto que faz com que o Valor Presente Líquido (VPL) da soma de todos os fluxos de caixa de um projeto seja igual à zero. Ou

de forma mais simples: ela mede a rentabilidade pela qual o capital está sendo remunerado em um determinado período de tempo.

É bastante frequente encontrar na literatura afirmações de que a análise de investimento pela TOR é “superior” aos “métodos determinísticos como VPL” (COPELAND E ANTIKAROV, 2002; MINARDI, 2004; LAGE, 2009; TRIERVEILER et al., 2014; YOSHIMURA, 2008), em clara confusão entre indicadores de desempenho econômico e procedimentos de análise. VPL, TIR e *payback* são indicadores de rentabilidade econômica de análises de investimentos em geral, mas não representam uma metodologia de avaliação, por exemplo, de empreendimentos do *real estate*. Qualquer análise de risco deve levar em conta cenários de estresse de variáveis e seus impactos nesses indicadores. Essa comparação parece equivocada. A AQI pode incorporar a TOR para avaliar situações não capturadas, por exemplo, por cenários estáticos de projeção de fluxo de caixa, utilizando inclusive indicadores como TIR, VPL, múltiplos e *payback*.

Para delimitar as possibilidades de uso, a rotina de análise descrita a seguir é válida para o negócio de implantar e vender empreendimentos de base imobiliária, prontos para operar, compostos por galpões industriais para uso industrial ou logístico, considerando-se todo o ciclo de formatação, implantação e período de estabilização da renda. Essa restrição é válida para alertar quanto às ressalvas de situações particulares ou empreendimentos de configurações diferentes (por exemplo, shoppings centers, edifícios de escritório ou hotéis) que envolvem variáveis e procedimentos específicos, os quais podem não estar presentes neste estudo.

É adequado lembrar que a AQI utiliza modelos para simular as transações que ocorreriam no período analisado e, portanto, são simplificações limitadas da realidade construídas a partir de informações de um cenário arbitrado por um analista, mas que são suficientes para representar os fenômenos alvo do estudo (valor e riscos do investimento).

A análise deve assumir a postura do investidor interessado no investimento no desenvolvimento do empreendimento em momento pré-formatação, para se avaliar qual seria a segurança entre a exposição do ciclo de implantação comparada ao valor do empreendimento pronto para operar, considerada a capacidade do EBI em gerar renda, e obter rentabilidade em padrões que lhes sejam atrativos no que diz respeito à qualidade e aos riscos.

O valor do empreendimento pronto e operando está diretamente relacionado à capacidade deste gerar renda pela exploração do seu espaço (ROCHA LIMA JR., 1994a), ajustada com a oferta

alternativa existente. Dá-se o nome a esse de Valor da Oportunidade de Investimento (VOI), o qual está associado ao cenário referencial definido pelo analista. O VOI deve flutuar com desvios em relação às expectativas de cenário que conduziram à análise. Essas flutuações são medidas do risco do negócio, se um grande desvio (grande na opinião do analista) em uma variável do cenário provoca pouca flutuação no valor, poderá indicar que o investimento é de pouco risco para aquela variável. Da mesma forma que pequenas variações (pequenas, novamente, na opinião do analista) provocam grandes distorções no valor, indicam investimentos de alto risco. Vale citar: “Não há análise da qualidade sem análise de riscos” e “não há análise de valor sem avaliação de desvios” (ROCHA LIMA JR. 1994a). Como as distorções nas variáveis do cenário são impostas pelo julgamento do analista/investidor, estes devem evitar simular cenários de crise, pois esta atitude levará o decisor à angústia e decisão de não investir, segundo recomenda Rocha Lima Jr. (1994a).

A discussão sobre evitar simulações em momentos de crise reforça a existência de uma lacuna nesta rotina de análise da qualidade que pode ser preenchida, mesmo que parcialmente e sob condições específicas, com a consideração da TOR. Esse ponto de vista será detalhado no item 3.4 desta pesquisa.

Para encontrar o VOI, inicia-se com o cálculo do retorno operacional disponível a um investidor (RODi) do EBI. O RODi é calculado partindo-se da Receita Operacional (ROP) do empreendimento no mês qualquer “k”, assim desconta-se as despesas operacionais e chega-se ao Resultado Operacional Bruto (ROB). Por fim, reserva-se um percentual deste ROB a título de Fundo de Reposição de Ativos, o qual possui o objetivo de manter padrão de qualidade e desempenho do empreendimento compatíveis com os parâmetros originais. É com os recursos reservados pelo FRA que se atualizará a estrutura física do empreendimento, garantindo a receita em padrões estáveis e compatíveis com o mercado no longo prazo. A Figura 7 mostra um esquema gráfico genérico da composição do RODi.

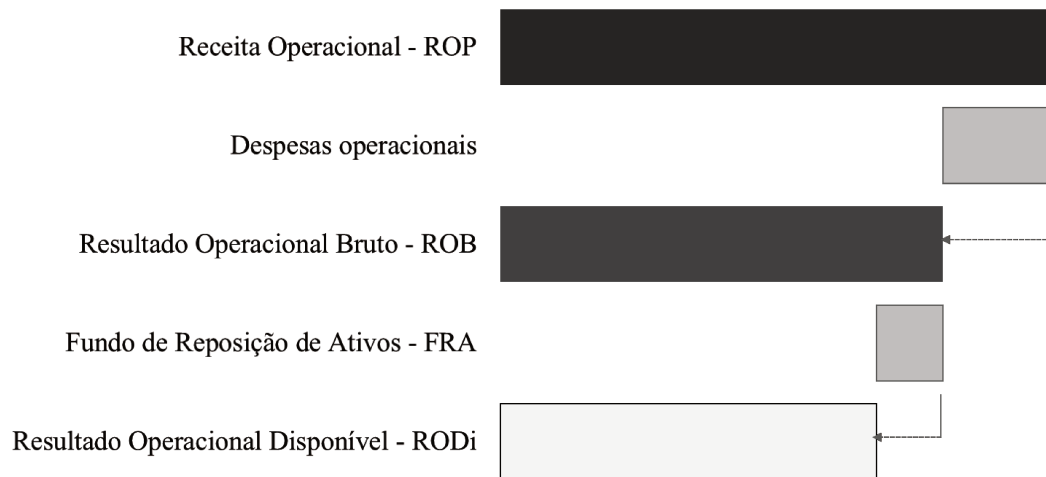


Figura 7 – Composição do Resultado Operacional Disponível do mês "k".

Fonte: Rocha Lima Jr., 2000.

Assim, tem-se pela Equação 3 (ROCHA LIMA JR., 2000):

$$RODi_k = ROB_k - ROP_k \cdot FRA$$

Equação 3

Onde:

- $RODi_k$: Resultado Operacional Disponível para o investidor no período "k" tanto no ciclo operacional quanto no período de exaustão;
- ROB_k : Resultado Operacional do EBI;
- ROP_k : Receita Operacional do EBI;
- FRA^8 : Fundo de Reposição de Ativos.

A partir do RODi, segue-se com o cálculo de VOI_0 , Valor da Oportunidade de Investimento no empreendimento no início do ciclo operacional. Para acompanhar este cálculo, apresenta-se a Figura 8:

⁸ O FRA deverá ser calibrado em função da receita operacional e de acordo com a tipologia do empreendimento. O seu recolhimento ocorre no ciclo operacional e período de exaustão (ROCHA LIMA JR., 1994b).

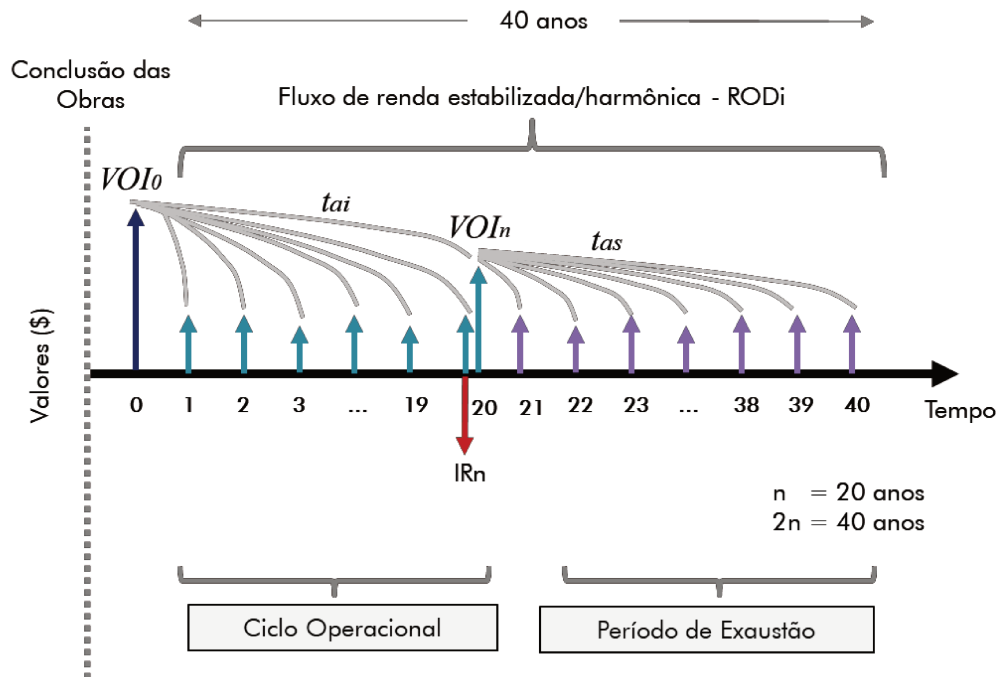


Figura 8 - Esquema gráfico dos componentes para o cálculo de VOI_0 .

Fonte: a partir de Rocha Lima Jr., Monetti e Alencar (2011)

Seu cálculo representa o valor presente, no ano zero, dos fluxos de $RODi$'s do ciclo operacional (do ano 1 ao 20) e do seu valor residual VOI_n descontados à taxa de atratividade do investidor (t_{ai}). O VOI_n , por sua vez, refere-se ao fluxo disponível gerado no período de exaustão, descontados a uma taxa de atratividade setorial (t_{as}) e subtraído os custos com investimento em reciclagem (IR_n). O VOI_0 pode, então, ser calculado pela Equação 4:

$$VOI_0 = \frac{VOI_n}{(1 + t_{ai})^n} + \sum_{k=1}^n \frac{RODi_k}{(1 + t_{ai})^k}$$

Equação 4

Onde:

- n : período⁹ determinado pelo ciclo operacional do EBI;

⁹ “Estes prazos estão situados entre 18 e 22 anos, de sorte que o uso de 20 anos acaba por ser a referência mais encontrada nos textos técnicos”, não sendo aconselhada a escolha desses prazos ao acaso (ROCHA LIMA JR., 1994b). Os valores para o período de exaustão são semelhantes ao do ciclo operacional.

- t_{ai} : taxa de atratividade que representa a rentabilidade mínima que um investidor estaria disposto a receber para aceitar o risco de investir no empreendimento no início do ciclo operacional.
- VOI_0 : Valor da oportunidade do investimento no início do ciclo operacional;
- VOI_n : Valor da oportunidade do investimento ao final do ciclo operacional e início do período de exaustão, calculado pela Equação 5;

$$VOI_n = \alpha \cdot \sum_{k=n+1}^{2n} \frac{RODi_k}{(1 + t_{as})^{k-n}}$$

Equação 5

Onde:

- t_{as} : taxa de atratividade que considera apenas os riscos do setor para o investidor, essa taxa não remunera riscos do empreendimento por considerar que a inserção de mercado deste já ocorreu e que seus riscos são conhecidos e precificados. A referência de consulta de seu valor não é simples, mas pode ser obtida junto a investidores profissionais como gestores de Fundos de Investimento Imobiliário (FII) ou Fundos de Investimento em Participações (FIP).
- α : fator de ajuste que varia de 0 a 1. É utilizado para arbitrar o VOI_n descontando-se as despesas com reciclagem no final do ciclo de operação¹⁰.

Quando é possível estimar o valor a ser investido com a reciclagem do empreendimento (IR_n), a Equação 6 apresenta o cálculo completo de VOI_n :

$$VOI_n = \sum_{k=n+1}^{2n} \frac{RODi_k}{(1 + t_{as})^{k-n}} - IR_n - \frac{VOI_{2n}}{(1 + t_{as})^n}$$

Equação 6

¹⁰ O fator alfa (α) é uma simplificação quando não se tem uma estimativa precisa do investimento necessário com reciclagem do edifício ao final do ciclo operacional. Para maior aprofundamento no cálculo do fator α recomenda-se a consulta do item 7.4. (página 294) em Rocha Lima Jr., Monetti e Alencar, 2011.

Onde:

- VOI_{2n} : Valor residual do empreendimento ao final do período de exaustão. Como já apresentado no item 2.1, esse termo pode ser omitido ainda que o valor residual do imóvel seja relevante, uma vez que quando se desconta o seu valor de volta ao início do ciclo operacional (40 anos de distância temporal), sua contribuição na rentabilidade do empreendimento é mínima;

Considerando a captação de recursos a fim de compor o *funding* para a compra do imóvel pronto para operar e que, portanto, o valor arbitrado não será afetado por riscos na produção do empreendimento, a Análise da Qualidade do Investimento (AQI) deverá apresentar informações que validem uma alternativa de investimento. As informações devem partir de um cenário referencial com possibilidades de distorção de comportamento nas variáveis que influenciam a receita de forma a oferecer não apenas um cenário determinístico, mas sim um intervalo de valores que permita um elevado grau de confiança na decisão.

A rotina de Análise da Qualidade do Investimento em EBI compostos por condomínio de galpões não possui objetivos diferentes de uma AQI usual: fornecer informações para apoiar e orientar a tomada de decisão. A qualidade do investimento será exposta por um conjunto de indicadores (numéricos e gráficos), compreendendo as óticas de rentabilidade e riscos. Quanto aos riscos, estes são associados à avaliação do impacto de perturbações nos retornos para os investidores do EBI, seja no cenário referencial, como em cenários estressados de comportamento.

É comum entre analistas de investimento a utilização dos cenários “otimistas” e “pessimistas” para simular retornos econômicos, evita-se aqui utilizar estes termos porque pode transparecer que não há chance de a variável analisada ficar fora da faixa arbitrada, o que seria incompatível com a realidade. Neste trabalho, o termo utilizado será “cenários estressados”, no quais as variáveis que influenciam o fluxo de caixa do empreendimento são levadas a valores diferentes do cenário referencial para observar-se o comportamento dos indicadores de retorno. São exemplos de ferramentas que auxiliam na avaliação dos riscos as distorções isoladas e cruzadas das variáveis com maiores imprecisões no momento da análise. O impacto nos indicadores de rentabilidade para uma faixa de valores fundamentadamente arbitrada permite perceber o quão sensível à qualidade do investimento no empreendimento é para determinado fator.

Por exemplo, supondo dois empreendimentos (A e B) em que, após pesquisa de mercado, constatou-se que os contratos de locação de ambos variam entre R\$ 20/m² e R\$ 30/m². Após a análise isolada deste fator (preço unitário de locação) verificou-se que intervalo da TIR do empreendimento A ficou entre 8% e 9% a.a. e do empreendimento B ficou entre 5% e 10% alterando-se o preço de locação nas fronteiras sugeridas (Tabela 4).

Tabela 4 - Exemplo de Análise Isolada.

Preço de Locação	Faixas de TIR Empreendimento A	Faixas de TIR Empreendimento B
R\$ 20/m ²	8% a.a.	5% a.a.
R\$ 30/m ²	9% a.a.	10% a.a.

A partir desta informação o investidor terá uma informação mais completa da sensibilidade dos indicadores frente à distorção de parâmetros dinâmicos. Pode-se inferir que o empreendimento A é menos suscetível às variações de preços do que o B, na questão do retorno medido pela TIR. Essa informação não é obtida em simulações com cenários estáticos, tomando-se apenas o preço de R\$20/m², por exemplo.

O mesmo vale para a distorção cruzada, também chamada de análise de sensibilidade com duas variáveis, onde dois fatores variam dentro de uma escala escolhida fornecendo dados que podem ser organizados em uma matriz de indicadores da qualidade. Tomando como o mesmo exemplo com os empreendimentos A e B anteriores, e realizando uma distorção cruzada entre o preço de locação e o custo de construção, os impactos na TIR dos empreendimentos são apresentados na Tabela 5 e Tabela 6. Com essa análise nota-se que, para uma mesma distorção de parâmetros (preço de locação e custo de construção), o empreendimento A teve sua TIR variando entre 9% e 6% enquanto o empreendimento B teve uma flutuação entre 10% e 2% e, portanto, mais sensível aos mesmos fatores de risco.

Tabela 5 - Distorção cruzada - Empreendimento A.

TIR Empreendimento A	→ Custo de construção	
↓ Preço de Locação	R\$ 1.500/m ²	R\$ 2.000/m ²
R\$ 20/m ²	8% a.a.	6% a.a.
R\$ 30/m ²	9% a.a.	7% a.a.

Tabela 6 - Distorção cruzada - Empreendimento B.

TIR Empreendimento B	→ Custo de construção	
↓ Preço de Locação	R\$ 1.500/m ²	R\$ 2.000/m ²
R\$ 20/m ²	5% a.a.	2% a.a.
R\$ 30/m ²	10% a.a.	7% a.a.

O próximo passo para completar a análise é a de variar randomicamente os fatores identificados como voláteis dentro de um intervalo definido com razoável julgamento, colhendo, assim, várias amostras de cenários distorcidos. Quando a quantidade de cenário é suficiente para uma análise estatística dos resultados, podem-se extrair médias e desvios-padrão dos indicadores. Esses dados estatísticos sintetizam com muito mais detalhe a qualidade do investimento porque apresenta os indicadores de forma a considerar a imprecisão multifatorial dos dados de entrada da modelagem financeira do empreendimento. Há, ainda, muitos outros indicadores e rotinas de análise mais aprofundadas em Rocha Lima Jr., Monetti e Alencar (2011). Aqueles aqui descritos são suficientes para atender aos objetivos deste estudo.

3 TEORIA DAS OPÇÕES REAIS

Uma opção é o direito, mas não obrigação, de comprar ou vender um ativo a um determinado preço, condições e dentro de um determinado período de tempo no futuro (BLACK e SCHOLES, 1973).

Um exemplo simples e cotidiano do mercado imobiliário é uma opção de compra de um terreno, em que o proprietário oferece a exclusividade de compra do imóvel a um potencial comprador por preço e prazo estabelecido num contrato. Durante este prazo, o proprietário não pode negociar o terreno com terceiros, bem como o potencial comprador pode exercer seu direito de aquisição se julgar a oferta interessante.

No mercado financeiro, a opção de compra de uma ação é conhecida por “*call*”, enquanto uma opção de venda é chamada de “*put*”.

Com relação ao prazo, as opções podem ser classificadas como (MINARDI, 2004):

- Opções Americanas – quando o direito pode ser exercido a um determinado preço a qualquer momento até a data de exercício.
- Opções Europeias - quando o direito pode ser exercido somente na data do seu vencimento.
- Opções Asiáticas - quando o direito de comprar ou vender um ativo se refere a uma média de preços durante um determinado período.

A seguir será detalhada a evolução histórica da Teoria de Opções até as Opções Reais aplicadas no mercado imobiliário brasileiro e no desenvolvimento de produtos pela seguinte sequência:

- 1) Processos Estocásticos – formulação matemática de séries aleatórias que são base para precificação de opções;
- 2) O modelo contínuo de precificação de opções financeiras de Black e Scholes (1973), metodologia emblemática que revolucionou o setor;
- 3) O modelo discreto Binomial de Cox, Ross e Rubinstein, metodologia de precificação de opções muito utilizado em opções reais;

- 4) Origem das Opções Reais;
- 5) Aplicações da TOR em *real estate*;
- 6) Aplicação da TOR no desenvolvimento de produtos.

3.1 Processos Estocásticos: Movimentos Brownianos

“A longa história da teoria de precificação de opções começou em 1900 quando o matemático francês Louis Bachelier deduziu uma fórmula baseada na hipótese de que ações seguem um movimento Browniano com deriva zero” (MERTON, 1973). A associação entre o movimento aleatório do mercado de ações com o de partículas da física permitiu que equações diferenciais de processos estocásticos (como o movimento Browniano) pudessem, então, ser utilizados na predição do mercado financeiro. Processos estocásticos são aqueles que seus valores evoluem a partir de variáveis aleatórias, ao contrário de processos determinísticos. Ou seja, a variável assume valores, ao longo do tempo, que são, pelo menos parcialmente, imprevisíveis (DIXIT e PINDYCK, 1996).

No processo de Markov, um caso particular de processo estocástico, o valor futuro de uma variável (x_t) depende do seu valor corrente (x_0), apenas. A distribuição de probabilidades de x_{t+1} depende somente de x_t . Se uma variável segue as premissas do processo de Markov, para se fazer estimativas sobre x_{t+1} , somente o valor de x_t precisa ser conhecido, independentemente dos seus valores passados $x_{t-1}, x_{t-2} \dots x_{t-n}$ (COSTA LIMA, 2004).

Os Processos de Movimentos Brownianos (também chamados de Processos de Wiener, em homenagem a Norbert Wiener) foram primeiramente observados por Robert Brown. São processos em tempo contínuo que apresenta as seguintes propriedades (COSTA LIMA, 2004 e LAGE, 2011):

- i) É um processo de Markov, portanto a distribuição de probabilidade para todos os valores futuros (x_{t+1}) do processo dependem exclusivamente do valor atual da variável (x_t), não sendo afetada por eventos passados ou por informação presente;
- ii) Os incrementos da variável são independentes. Isto significa que a variação em um intervalo de tempo independe da variação em outros intervalos de tempo;
- iii) Os incrementos da variável seguem uma distribuição normal.

Assim sendo, se $x(t)$ é um processo de Wiener, então os incrementos dz esperados em um intervalo de tempo dt devem satisfazer a seguinte equação:

$$dz = \varepsilon_t \sqrt{dt}$$

Equação 7

Onde:

- $\varepsilon_t \sim$ fator com distribuição normal $N(0,1)$
- $E[\varepsilon_t, \varepsilon_s] = 0 \forall t \neq s$
- $\text{Var}(dz) = dt$

Como consequência, o erro aleatório do processo tem distribuição normal com média 0 (incrementos não apresentam tendência ascendente ou descendente) e variância 1, e não há correlação entre os erros aleatórios para diferentes instantes do tempo.

A fórmula generalizada de um Processo de Wiener é dada por:

$$dx = a(x, t)dt + b(x, t)dz$$

Equação 8

Em que, conforme demonstrado por Costa Lima (2004), $a(x, t)$ e $b(x, t)$ são funções determinísticas. O termo $a(x, t)$ é a componente de tendência do processo e dá a sua direção de longo prazo. Já o termo $b(x, t)$ se trata da componente que amplia ou reduz os efeitos do processo de Wiener. Os processos mais usados em análises econômicas são:

- Movimento Aritmético Browniano
- Movimento Geométrico Browniano
- Movimento de Reversão à Média

3.1.1 Movimento Aritmético Browniano (MAB)

O Movimento Aritmético Browniano (MAB), ou Movimento Browniano com deriva (*drift*), é o exemplo mais simples de processo estocástico com incremento de Wiener. Os termos $a(x,t)$ e $b(x,t)$ são funções constantes μ e σ , respectivamente. O processo da variável x evolui conforme a equação:

$$dx = \mu dt + \sigma dz$$

Equação 9

Onde:

- μ : parâmetro de deriva (*drift*), que representa a taxa de crescimento esperada de x ;
- σ : representa a volatilidade do processo;
- dz : incremento de Wiener.

Para o intervalo de tempo dt , a variação no valor de x tem distribuição normal com parâmetros:

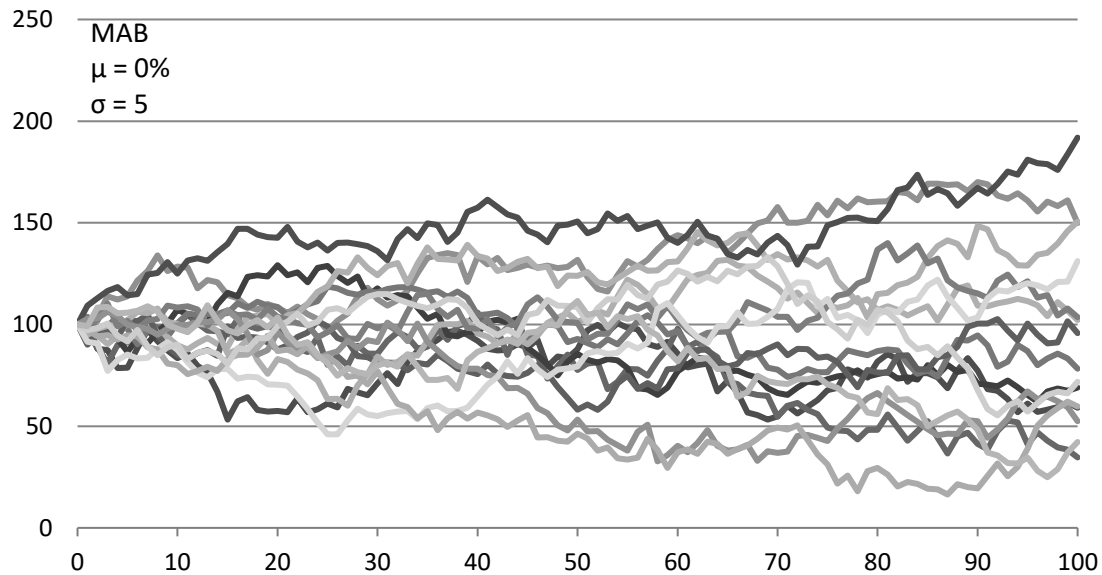
- $E [dx] = \mu dt$
- $\text{Var} [dx] = \sigma^2 dt$

A forma discretizada do MAB é dada pela Equação 10 e pode ser aplicada num exemplo conforme o Gráfico 2. Como a variável pode assumir valores negativos, o MAB não é muito utilizado para modelar preços, mas pode ser usado, por exemplo, na modelagem do VPL de um projeto (COSTA LIMA, 2004).

$$x_t = x_{t-1} + \mu dt + \sigma \sqrt{dt} \varepsilon_t$$

Equação 10

Gráfico 2 – Exemplos de Movimentos Aritméticos Brownianos com $\mu = 0$ e $\sigma = 5$.



Fonte: o autor.

3.1.2 Movimento Geométrico Browniano (MGB)

Na modelagem de variáveis econômicas (principalmente preços e custos), o Movimento Geométrico Browniano (MGB) surgiu como alternativa mais utilizada, uma vez que se trabalha com o logaritmo da variável (distribuição lognormal), não permitindo valores negativos¹¹. Conforme Dixit e Pindyck (1994) demonstraram, se o logaritmo neperiano de uma variável x tem distribuição normal, então x tem distribuição lognormal. O seu formato exponencial se assemelha aos retornos compostos em tempo contínuo, sendo usado na modelagem da evolução do preço de *commodities*, ativos financeiros, índices de valores entre outros (COSTA LIMA, 2004).

O MGB, portanto, assume que o valor do ativo tem distribuição lognormal, com uma tendência de aumento ou queda exponencial em seus valores, e sua variância crescendo ao longo do tempo, com equação dada por:

$$dx = \mu x dt + \sigma x dz \leftrightarrow \frac{dx}{x} = \mu dt + \sigma dz$$

Equação 11

¹¹ Exceto para variâncias maiores que 100%.

Onde:

- μ : parâmetro de deriva (*drift*), que representa a taxa de crescimento esperada de x ;
- σ : volatilidade do processo;
- dz : incremento de Wiener.

Como propriedades estatísticas do MGB temos:

- $E[x(t)] = x_0 e^{\mu t}$
- $Var[x(t)] = x_0^2 e^{2\mu t} (e^{\sigma^2 t} - 1)$

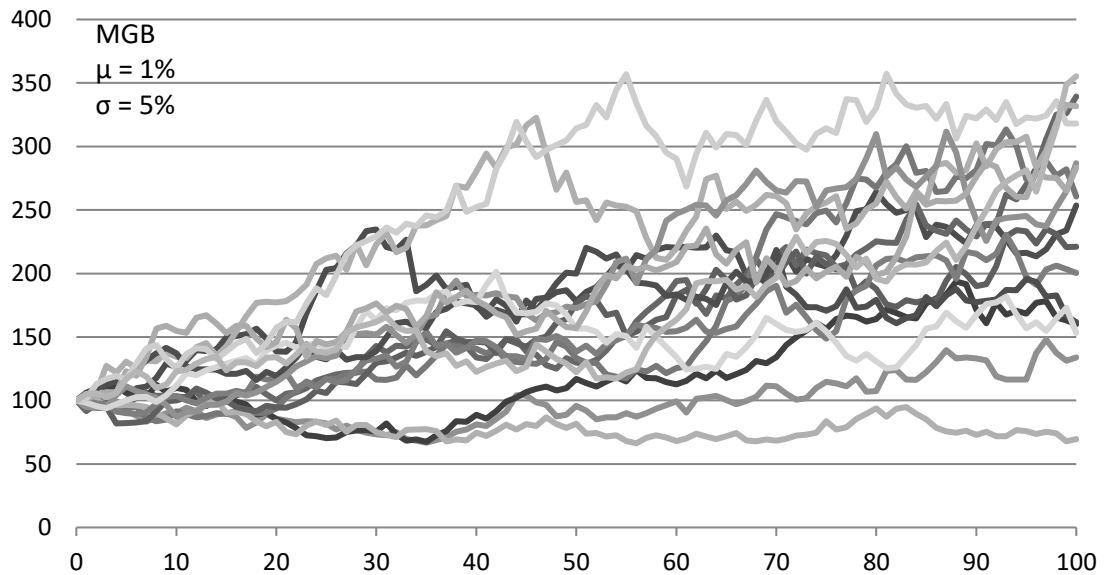
O incremento da variável x é proporcional ao seu valor corrente e ocorre com uma taxa de crescimento geométrica. Na medida em que o horizonte de tempo aumenta, o valor esperado da variável cresce exponencialmente, assim como a incerteza cresce linearmente com o aumento do intervalo de tempo.

A forma discretizada do MGB é dada pela Equação 12 (COSTA LIMA, 2004) e pode ser aplicada num exemplo conforme o Gráfico 3.

$$x_t = x_{t-1} e^{\left(\left(\mu - \frac{\sigma^2}{2} \right) dt + \sigma \sqrt{dt} \varepsilon_t \right)}$$

Equação 12

Gráfico 3 - Exemplos de Movimentos Geométricos Brownianos com $\mu = 1\%$ e $\sigma = 5\%$.



Fonte: o autor.

3.1.3 Movimento de Reversão à Média (MRM)

Em previsões de longo prazo, o MGB pode gerar valores muito altos e incompatíveis para premissas econômicas, uma alternativa é a adoção do Movimento de Reversão à Média (MRM), também conhecido como processo de Ornstein-Uhlenbeck, o qual estabelece que a variável evolua com uma parcela de aleatoriedade no curto prazo, mas que no longo prazo seu valor tende a retornar para os patamares próximos a um valor médio (LAGE, 2011). A equação deste processo é dada por:

$$dx = \eta(\bar{x} - x)dt + \sigma dz$$

Equação 13

Onde:

- η : velocidade de reversão com que variável caminha à sua média de longo prazo;
- $\bar{x}$: valor para o qual x reverte (média de longo prazo);
- σ : volatilidade do processo;
- dz : incremento de Wiener.

O incremento dx é proporcional à diferença entre $\bar{x}$ e x . Se os preços estiverem abaixo da média, existe uma tendência de subida, enquanto se estiverem acima da média, a tendência é que os preços caiam para patamares próximos à média ($\bar{x}$).

Assim como o MGB, o MRM é um processo de Markov, porém seus incrementos não são independentes, já que dependem do valor corrente de x . Suas propriedades estatísticas seguem indicadas a seguir:

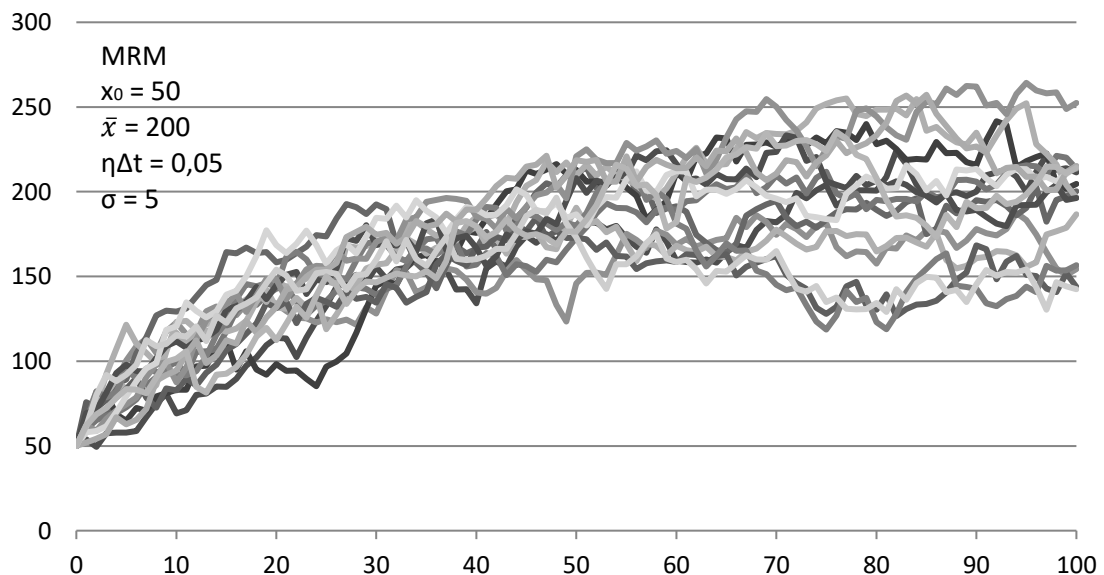
- $E[x_t] = \bar{x} + (x_0 - \bar{x})e^{-\eta t}$
- $Var[x(t)] = \frac{\sigma^2}{2\eta}(1 - e^{-2\eta t})$

A equação que discretiza o MRM é dada pela Equação 14 (PINTO, 2009) e o Gráfico 4, em seguida, ilustra como uma variável modelada por este processo se comporta.

$$x_t = x_{t-1}e^{-\eta\Delta t} + \bar{x}(1 - e^{-\eta\Delta t}) + \sigma \sqrt{\frac{1 - e^{-2\eta\Delta t}}{2\eta}} \varepsilon_t$$

Equação 14

Gráfico 4 - Exemplos de Movimentos de Reversão à Média



Fonte: o autor.

3.2 O Modelo Black e Scholes (1973)

O estudo de precificação de opções do mercado de ações tem como grande marco a publicação do artigo “*The Pricing of Options and Corporate Liabilities*” (BLACK e SCHOLLES, 1973), que resultou inclusive na conquista do “Prêmio do Banco da Suécia para as Ciências Econômicas em Memória de Alfred Nobel” em 1997. O estudo deu origem ao “Modelo de Black e Scholes” amplamente utilizado e aperfeiçoado na precificação de derivativos¹² financeiros. Toda a formulação deste modelo implica na adoção de hipóteses e suposições fundamentais para a sua aplicação:

- A opção avaliada é do tipo Europeia, portanto exercida somente na maturidade (vencimento);
- É possível emprestar e tomar emprestado a uma taxa de juros “livre de risco”¹³ constante e conhecida;
- O preço segue um movimento contínuo e aleatório com distribuição de probabilidade lognormal e volatilidade constante no período analisado (MGB);
- Não há custos de transação;
- A ação não paga dividendos.

A adoção prática do modelo precisa ser cuidadosa, uma vez que muitas das hipóteses não são compatíveis com o mercado. Taxas de juros e volatilidade de ativos não são constantes ao longo do tempo, custos de transação podem se tornar caros ao ponto de neutralizar ganhos e nem todas as opções são europeias, por exemplo. Mesmo assim, os autores confirmam boa previsibilidade do modelo em testes empíricos. A fórmula de precificação de uma opção em data anterior ao exercício é dada por:

¹² “As opções financeiras fazem parte de um conjunto de instrumentos denominados “derivativos”. Os derivativos possuem este nome porque não tem valor próprio – seu valor deriva do valor de algum outro ativo básico (ativo subjacente).” (YOSHIMURA, 2007)

¹³ O conceito de “livre de risco” é associado aos títulos emitidos por governos de economias estáveis, com riscos de *default* muito baixos, como os *treasury bonds* americanos.

$$C = SN(d_1) - Ke^{-rT}N(d_2)$$

Equação 15

$$P = Ke^{-rT}N(-d_2) - SN(-d_1)$$

Equação 16

$$d_1 = \frac{\ln\left(\frac{S}{K}\right) + \left(r + \frac{\sigma^2}{2}\right)T}{\sigma\sqrt{T}}$$

Equação 17

$$d_2 = \frac{\ln\left(\frac{S}{K}\right) + \left(r - \frac{\sigma^2}{2}\right)T}{\sigma\sqrt{T}} = d_1 - \sigma\sqrt{T}$$

Equação 18

Em que as variáveis são:

- C: valor da opção de compra;
- P: valor da opção de venda;
- S: preço atual da ação da qual deriva a opção;
- K: preço de exercício do ativo;
- r: taxa de juros “livre de risco” com período anual;
- T: é o tempo a decorrer entre a data da análise e a data de exercício medido como fração de um ano;
- σ : volatilidade anual medida geralmente como o desvio-padrão dos retornos da ação.
- Os fatores $N(d)$ são as probabilidades acumuladas de menos infinito até o valor d correspondente numa distribuição normal.

Os primeiros ajustes para considerar dividendos foram introduzidos por Merton (1973), que considerando que os dividendos são conhecidos antecipadamente e pagos a uma taxa sobre o preço (S) definida por δ , chegou as seguintes equações:

$$C = Se^{-\delta T} N(d_1) - Ke^{-rT} N(d_2)$$

Equação 19

$$P = Ke^{-rT} N(-d_2) - Se^{-\delta T} N(-d_1)$$

Equação 20

$$d_1 = \frac{\ln\left(\frac{S}{K}\right) + \left(r - \delta + \frac{\sigma^2}{2}\right)T}{\sigma\sqrt{T}}$$

Equação 21

$$d_2 = \frac{\ln\left(\frac{S}{K}\right) + \left(r - \delta - \frac{\sigma^2}{2}\right)T}{\sigma\sqrt{T}} = d_1 - \sigma\sqrt{T}$$

Equação 22

3.3 O Modelo Binomial de Cox, Ross e Rubinstein

Outra metodologia de precificação de opções foi desenvolvida e publicada por Cox, Ross e Rubinstein (1979). Também conhecido como Modelo Binomial, é uma alternativa ao modelo de Black e Scholes (1973) com a vantagem de permitir que sejam analisadas opções americanas, em que a opção pode ser exercida anteriormente à sua data de vencimento. Inicialmente o modelo binomial foi utilizado para simular a variação no preço de ações seguindo um MGB. Os modelos de tempo contínuo exigem uma matemática avançada para manipular as equações diferenciais, Cox, Ross e Rubinstein (1979) modelaram estes processos dividindo o tempo em períodos discretos e à medida que se adota períodos cada vez menores, os valores obtidos convergem para os valores contínuos¹⁴.

¹⁴ O resultado da análise pelo modelo binomial tende a convergir para o resultado obtido pelo modelo Black&Scholes, com pequena imprecisão.

Algumas premissas são adotadas para este modelo:

- i) Não existem oportunidades de arbitragem, e que o mercado é completo, no sentido que existem ativos negociados capazes de replicar o *payoff* do ativo em qualquer estado e em qualquer período futuro;
- ii) No caso de uma opção de compra sobre uma ação, assume-se que é possível comprar ou vender a ação e seu derivativo;
- iii) É possível aplicar e tomar empréstimos a uma taxa livre de risco “ r ”.

A avaliação se baseia na construção de uma árvore de eventos em que existe uma probabilidade “ p ” de que o valor da ação aumente a uma taxa “ u ” no instante seguinte, e probabilidade “ $1-p$ ” que seu valor diminua “ d ” ($= 1/u$). A cada passo da iteração, há recombinação dos vértices, formando uma malha conforme Figura 9.

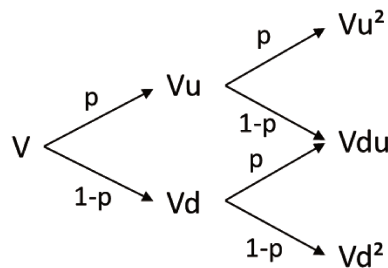


Figura 9 - Árvore de eventos do Modelo Binomial.

Fonte: o autor.

Resumidamente os parâmetros do modelo, considerando a abordagem com probabilidade neutra em relação ao risco, são:

- V : valor no instante inicial;
- σ : volatilidade do ativo;
- Δt : período discreto;
- u : parâmetro de movimento ascendente de preço calculado pela Equação 23:

$$u = e^{\sigma\sqrt{\Delta t}}$$

- d : parâmetro de movimento descendente de preço calculado pela Equação 24:

$$d = e^{-\sigma\sqrt{\Delta t}}$$

Equação 24

- r : taxa de juros livre de risco;
- p : probabilidade neutra ao risco calculada pela Equação 25:

$$p = \frac{(1 + r_f) - d}{u - d}$$

Equação 25

O valor do ativo em cada momento terá distribuição lognormal e o cálculo do seu valor pode ser efetuado dispondo apenas das informações sobre seu valor no instante inicial (V), a volatilidade de seus retornos (σ), e a taxa livre de risco (r). Para a precificação de uma opção, incluem-se nós de decisões em cada instante em que a opção pode ser exercida e calcula-se o impacto no preço do ativo considerando a opção.

3.4 Opções Reais

A analogia entre uma oportunidade de investimento de companhias em ativos reais como uma opção de compra sobre esses ativos foi primeiramente publicada por Myers (1977), originando o termo “opção real”. Esta nova forma de avaliar projetos de investimento como opções incentivou inúmeras pesquisas e consolidou na que é chamada Teoria de Opções Reais (TOR), influenciando os trabalhos de Dixit e Pyndick (1994), Trigeorgis (1996), Copeland e Antikarov (2002) e Minardi (2004).

Enquanto na maioria das opções financeiras as apostas são secundárias, ou seja, são emitidas por agentes independentes que não tem qualquer influência sobre a ação e a empresa alvo, nas opções reais a gerência controla diretamente o ativo subjacente. Dixit e Pindyck (1994) definiram uma opção real como sendo a flexibilidade que um gerente tem para tomar decisões a respeito de ativos reais. A flexibilidade gerencial é, então, a capacidade que a administração tem de mudar os planos de acordo com desdobramentos de eventos futuros. O princípio desta teoria é considerar cada oportunidade de investimento como uma opção, isto é, existe o direito de realizar o investimento em uma data futura, mas não a obrigação. Um empreendimento,

então, pode ser estruturado como uma sequência de decisões administrativas ou opções reais ao longo do tempo (YOSHIMURA, 2007).

A precificação de uma opção real pode utilizar os mesmos métodos das opções financeiras, como o modelo contínuo de Black e Scholes (1973), por amostragens aleatórias de Boyle (1977) ou o discreto de Cox, Ross e Rubstein (1979). A Tabela 7 compara os parâmetros das opções financeiras e com opções reais de um empreendimento do *real estate*.

Tabela 7- Analogia entre opção financeira e opção real de um empreendimento do *real estate*.

	Opção de compra financeira	Opção real de um empreendimento do <i>real estate</i>
C	Valor da opção	Variação do valor do empreendimento
S	Preço atual da ação da qual deriva a opção	Valor presente esperado do fluxo de caixa
K	Preço de exercício do ativo	Investimento necessário / Exposição de caixa do projeto
r	Taxa de juros “livre de risco”	Taxa de juros “livre de risco”
T	Tempo entre a data da análise e a data de exercício	Tempo do início até a venda do empreendimento
σ	Volatilidade medida como o desvio-padrão dos retornos da ação	Incerteza do valor do empreendimento

Fonte: adaptado de Trigeorgis, 1996 e Yoshimura, 2007.

A partir do momento em que a gerência de um projeto de investimento assume que há opções a serem tomadas além do planejamento inicial, essas opções adicionam valor ao projeto. Caso não adicionem, não seriam consideradas como uma opção. Matematicamente, explica-se esse conceito pela Equação 26, em que um indicador da qualidade do investimento no projeto, como o VPL, pode ser expandido além do seu valor calculado pelas metodologias tradicionais, acrescentando-se o valor das flexibilidades gerenciais (MINARDI, 2004).

$$VPL_{\text{expandido}} = VPL_{\text{tradicional}} + VPL_{\text{flexibilidade gerencial}}$$

Equação 26

É importante destacar que “o valor das opções reais em relação ao VPL é grande quando o VPL está próximo de zero” (COPELAND E ANTIKAROV, 2001). Isso significa que quando um projeto ou o desenvolvimento de um empreendimento apresenta indicadores como TIR e VPL altos, a flexibilidade das opções reais terá pouca probabilidade de ser exercida ou ainda, apesar das opções adicionarem valor, o preço que você tem que pagar por ela pode superar esse valor. Por outro lado, se indicadores calculados em um cenário referencial já se apresentam muito

pouco atrativos, nenhuma flexibilidade será capaz reverter a qualidade do investimento no empreendimento. A consideração das opções reais, portanto, provocam mais valor ao projeto quando três fatores se combinam (Figura 10) e sob os quais a diferença entre a TOR e outras ferramentas de avaliação da decisão se torna substancial (COPELAND E ANTIKAROV, 2001; DIXIT E PINDYCK, 1994):

- i) Incerteza quanto ao futuro e com grande probabilidade de obter novas informações ao longo do tempo;
- ii) Flexibilidade gerencial que permite alta capacidade de reagir ou responder adequadamente a novas informações;
- iii) Indicadores como VLP e TIR sem flexibilidade são próximos de zero porque a flexibilidade permite a mudança de rumo de um projeto e torná-lo atrativo para investimento.

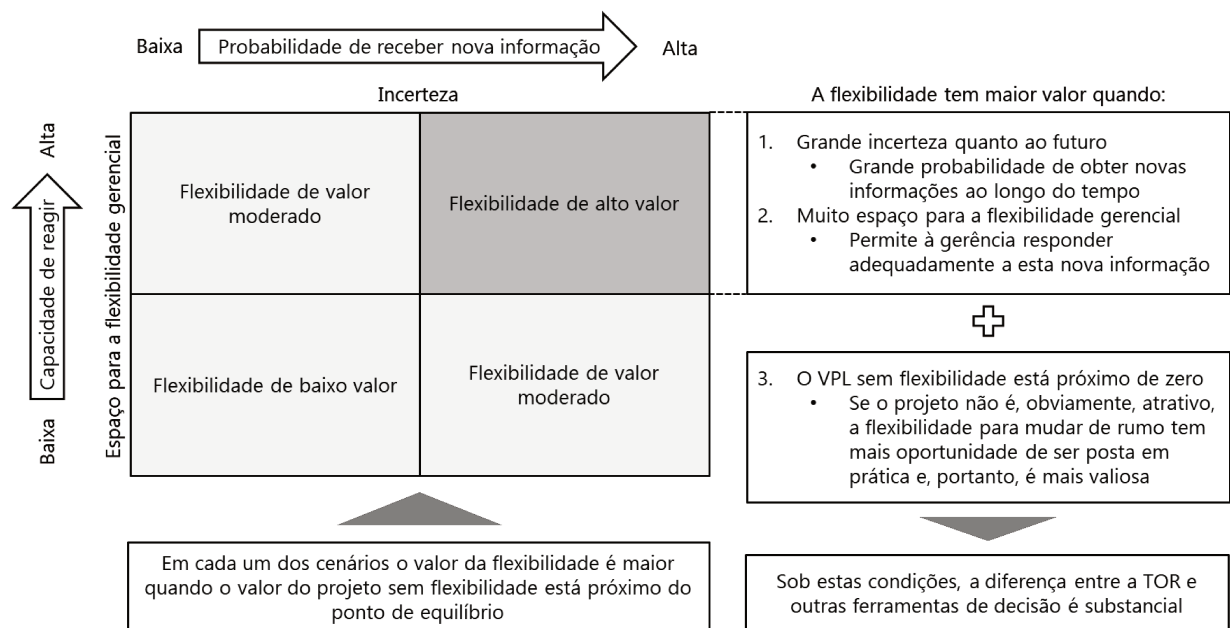


Figura 10 - Quando a flexibilidade gerencial é valiosa.

Fonte: Copeland, Koller e Murrin, 2000 apud Copeland e Antikarov, 2001.

Qualquer decisão gerencial que envolva elementos onde há incerteza e irreversibilidade, mesmo que parcial, sobre ativos reais pode ser avaliada como uma opção real. Algumas dessas decisões acabam sendo mais frequentes que outras e são enunciadas pela literatura. Cabe mencionar que há também combinações de opções reais, mas as principais delas são (YOSHIMURA, 2007; TRIERVEILER, 2014; GONÇALVES, 2008):

- Opção de abandono: é uma opção de venda americana, na qual o projeto pode ser abandonado completamente e os ativos investidos liquidados;
- Opção de adiamento: envolve a flexibilidade gerencial dos projetos nos quais é possível postergar o início do investimento por certo período de tempo, usualmente avaliada como opção de compra americana;
- Opção de faseamento (*timing* ou estágio): envolve a possibilidade de desenvolvimento em estágios de investimentos para criar tanto opção de crescimento como de abandono, diluindo o risco da incerteza para a implantação integral de um projeto;
- Opção de retração: assemelha-se à opção de venda americana, considerando que parte do projeto é vendida por um determinado valor ou sofre uma redução dos valores investidos;
- Opção de expansão (ou crescimento): Opção de compra americana ou europeia que lida com o aumento do investimento em projetos que se encontram em estágios iniciais, quando informações ainda são prematuras e possibilidades de crescimento existem com certo otimismo;
- Opção de conversão (alternância ou mudança de uso): empreendimentos que permitam a alternância entre diversos modos de operação, flexibilidade de produção, como alterações no mix de produtos. São opções frequentes em setores onde há diversidade com demanda volátil.

3.5 Aplicações da TOR em *Real Estate*

Titman (1985) foi um dos primeiros estudos que considerou incertezas para determinar preços no mercado imobiliário, analisando o valor da opção de adiamento do investimento em terrenos urbanos em Los Angeles nos EUA. O modelo apresentado procurou justificar a hipótese de que um terreno deveria refletir não só seu preço pelo uso imediato, como também o valor da opção de se esperar seu desenvolvimento futuro.

Alguns anos mais tarde, Williams (1991) sugeriu um modelo estocástico em tempo contínuo para a opção de abandono como alternativa ao desenvolvimento de empreendimentos residenciais em terrenos vagos, incluindo em seu modelo incertezas no custo de construção e

preço de venda. Duas das limitações do modelo são a hipótese de construção instantânea e o custo de construção variar exponencialmente em função da densidade de unidades.

A avaliação da opção de espera para investir em terrenos foi modelada por Quigg (1993), o qual analisou os preços de terrenos em Seattle nos EUA. Através de um estudo empírico com 2700 negócios, o autor evidenciou um prêmio (de 6% em média) sobre o valor teórico do terreno, o qual credita ao valor da opção de aguardar para investir.

Cappozza e Li (1994) desenvolveram um modelo teórico que analisa como as opções de investir interagem com o tempo e o valor de projetos comerciais e residenciais.

Como contribuição no segmento de locações, Grenadier (1994) apresentou um modelo que considera a TOR para determinar o equilíbrio das taxas de locação em diversas modalidades de contrato (opções de renovação, seguros, garantias). O mesmo autor analisou o exercício estratégico das opções presentes no mercado imobiliário em Grenadier (1999).

No mercado brasileiro, nenhuma obra relevante foi publicada considerando a aplicação da TOR no segmento de condomínio de galpões industriais e logísticos, seja para desenvolvimento ou para exploração de locações. Assim como a grande maioria das publicações internacionais, há destaque ao setor de incorporação residencial. Na Tabela 8 encontram-se referências de estudos realizados.

Tabela 8 - Aplicações da TOR no mercado imobiliário brasileiro.

Segmento do <i>Real Estate</i>	Aplicação da TOR no mercado brasileiro
Incorporação Residencial	Medeiros (2001), Barbosa (2005), Belchior (2008), Gonçalves (2008), Fortunato et al. (2008), Petroni (2010), Brugunoli (2011), Costa (2011), Serra, Martelanc e Sousa (2012), Trierweiler et al. (2014)
Loteamentos Residenciais	Yoshimura (2007)
Shopping Centers	Lage (2009), Lage (2011)
Empresas do <i>Real Estate</i>	Sindoni (2014)

Fonte: o autor.

No mercado residencial, Medeiros (2001) utilizou a teoria de opções reais baseada no proposto por Williams (1991) para a escolha do momento ótimo para incorporações residenciais, assim como o tamanho ótimo de unidades para a mesma. A autora ajustou o modelo que considerava

construção instantânea para incluir o prazo de construção, mas realizou algumas correlações questionáveis como o desvio padrão do CUB R8-N¹⁵, para inferir a precisão do custo de construção de um edifício. Outras simplificações dos fluxos de caixa, principalmente na fase de implantação do empreendimento, em que se resumiu custos de projetos, incertezas de prazos de aprovação, custos diretos e indiretos de construção para um fator exponencial de custo em função da densidade de unidades podem não oferecer utilização prática para um investidor-empREENDEDOR, apesar de apresentar uma extensa modelagem matemática para o problema.

Barbosa (2005) considerou o cálculo do VPL de um empreendimento imobiliário residencial e o VPL expandido considerando a aquisição de informações, opções de adiamento, opções de expansão e abandono do projeto. O VPL considerando as opções reais apresentou um valor 65,9% maior do que o cenário base. Outros autores deste segmento na Tabela 8 também encontraram resultados compatíveis e com metodologia semelhante.

No segmento de loteamentos, Yoshimura (2007) propôs o uso das opções reais para demonstrar que a volatilidade das projeções de fluxo de caixa de um empreendimento protótipo resultou em um aumento do seu VPL. A volatilidade do empreendimento foi calculada por simulações aleatórias dos parâmetros de entrada da simulação, e o VPL pela fórmula do método contínuo de Black e Scholes (1973). A hipótese do autor era de que o empreendimento em si possuía volatilidade, mas nenhuma estratégia no desenvolvimento do empreendimento foi analisada como está sendo proposto nesta pesquisa.

Lage (2009) realizou uma avaliação de um projeto de desenvolvimento de um shopping center na região sudeste do país utilizando a árvore binomial recombinante discreta de Cox, Ross e Rubinstein (1979) para as opções de abandono e expansão. Baseado na rotina de análise de opções reais proposta por Copeland e Antikarov (2002), o modelo simplificou as variáveis que resultam na projeção de fluxo de caixa e o próprio autor reconheceu que “o trabalho é passível de melhorias”, mesmo assim demonstrou que “as duas opções agregam valor ao projeto, tanto analisadas individualmente, quanto avaliadas em conjunto” (LAGE, 2009).

A TOR também foi aplicada por Sindoni (2014) na avaliação de fusões e aquisições de empresas do setor imobiliário através de contratos do tipo *earn-out*, em que o preço a ser pago

¹⁵ CUB R8-N: Custo Unitário Básico medido em R\$/m² para edifícios de 8 pavimentos com padrão normal de acabamento publicado mensalmente pelo Sinduscon - o Sindicato da Indústria da Construção, neste caso, do Estado do Rio de Janeiro.

por uma companhia depende do desempenho financeiro após a sua aquisição. O autor justifica que esse tipo de contrato diminui incertezas com assimetria de informação e risco moral, alinhando interesses entre compradores e vendedores. Considerando as opções reais com a aquisição, o estudo encontrou um valor 75% maior para a transação em comparação com o fluxo de caixa descontado no cenário de referência, indicando que o método pode ser considerado uma alternativa prática para avaliar o valor financeiro da flexibilidade.

3.6 Flexibilidade no Desenvolvimento de Produtos do *Real Estate*

Além de todo o desenvolvimento da Teoria de Opções Reais utilizando a matemática, finanças e estatística, há também uma linha de pensamento que aproveita o conceito da flexibilidade gerencial no processo de desenvolvimento do produto, isto é, mapear quais são os ajustes na fase de projeto e desenvolvimento de empreendimentos que permitem ao tomador de decisão o exercício das Opções Reais identificadas. Utiliza-se o termo “Projeto Flexível” ou *Flexible Design* para o conceito de projetar empreendimentos de forma a permitir esse exercício das opções reais.

Retomando as três condições que sinalizam o valor das opções reais (incerteza futura, potencialidade de agir e baixa rentabilidade), a flexibilidade no desenvolvimento do projeto permite à direção dos empreendimentos imobiliários tomar medidas para responder às novas informações do mercado, conforme elas ocorrem no futuro.

Não é novidade que, cada vez mais, a tecnologia muda rapidamente rompendo premissas e previsões anteriores. Taleb (2007) utiliza o termo “Cisne Negro” para se referir aos eventos imprevisíveis que alteram substancialmente uma tendência histórica, ainda reforça que “nossa inabilidade de prever pontos fora da curva implica na nossa falta de habilidade de prever o curso da história”. Exemplos desses eventos que rompem a sucessão de acontecimentos são (adaptado de DE NEUFVILLE e SCHOLTES, 2011):

- Crises econômicas nacionais ou internacionais como ocorreram em:
 - 1990 (Plano Collor);
 - 1997 (Crise Asiática);
 - 2001 (Bolha das Empresas Ponto Com);
 - 2008 (Crise do *Subprime* Imobiliário Americano);
 - 2014 (Crise política brasileira);
- Surgimento de novas tecnologias que extinguem mercados relevantes;

- Novas condições de mercado, como:
 - Novas regulações ou políticas ambientais;
 - Crescimento repentino de competidores;
 - Alterações no hábito de consumo e preferência de consumidores.

As tendências extraídas de dados históricos mudam significativamente conforme o período selecionado, não existindo um padrão científico para selecionar um período ideal para análise (DE NEUFVILLE e SCHOLTES, 2011). Dessa forma, a depender de como estão os dados, a tendência fica suscetível a quem escolhe o período, o que não parece ser um critério razoável e confiável para se tomar uma decisão.

Ao mesmo tempo em que novas tecnologias e eventos não previstos criam novas oportunidades, eles causam a obsolescência de investimentos realizados. Projetistas que trabalham focando apenas em requisitos podem ter uma visão estática do problema, porque não importa o quanto se tenta prever requisitos de longo prazo, a previsão está sempre errada (DE NEUFVILLE e SCHOLTES, 2011). Dado que tendências mudam e imprevistos acontecem, projetistas precisam trabalhar de modo que se possa aproveitar novas oportunidades ou mitigar adversidades. Procedimentos de seleção de projetos que não consideram possibilidades de mudança ignoram duas características frequentes de grandes empreendimentos (DE NEUFVILLE e SCHOLTES, 2011):

- As condições assumidas no início do projeto (como preço e demanda) mudam constantemente e;
- A gerência do empreendimento pode e geralmente decide ajustar suas ações sobre o projeto em resposta a novas circunstâncias.

A flexibilidade no projeto, portanto, maximiza o valor esperado do empreendimento ao longo do tempo. Permite que proprietários e usuários possam se adaptar para um desempenho ótimo assim que seus requisitos mudem e oportunidades apareçam, considerando toda a vida útil do empreendimento.

Sob o ponto de vista de maior valor esperado, um projeto flexível pode parecer que não fornece a melhor situação sob todas as circunstâncias. Sendo assim, quando um empreendimento não utiliza sua flexibilidade, seu custo extra pode ser confundido como desperdiçado (DE NEUFVILLE e SCHOLTES, 2011). Essa situação é semelhante a uma apólice de seguro, que quando não utilizada, pode passar a impressão de que seu custo foi desnecessário. O conceito

de *flexible design* precisa ser julgado em termos de sua contribuição sob todos os cenários futuros previstos.

3.6.1 Exemplos de Projetos Flexíveis

Quatro passos devem ser observados para o desenvolvimento de projetos flexíveis (DE NEUFVILLE e SCHOLTES, 2011):

1. Reconhecer as maiores incertezas às quais o empreendimento ou produto está sujeito. Neste passo são identificadas as situações em que a flexibilidade pode ajudar;
2. Identificar componentes específicos que trazem as flexibilidades ideais para lidar com as incertezas anteriormente reconhecidas;
3. Avaliar as alternativas sugeridas no projeto e incorporar aquelas que mais se aderiram ao proposto;

Planejar a implantação das flexibilidades incorporadas negociando com partes envolvidas no processo e monitorando as condições que indicariam se e quando a opção deveria ser exercida, adaptando o projeto para a nova situação.

Para ilustrar e tangibilizar o uso de opções reais no conceito de flexibilidade no desenvolvimento do produto, apresentam-se empreendimentos nos quais receberam a aplicação do *flexible design* e detalhes dessa característica:

Blue Cross Blue Shield Tower - Chicago

Localizada na cidade de Chicago (EUA), o edifício onde se encontra a sede do plano de saúde *Health Care Service Corporation*, hoje chamado de *Blue Cross Blue Shield Tower*, teve seu projeto inicial com 30 pavimentos executado na década de 1990. Segundo De Neufville e Scholtes (2011), os projetistas consideraram uma possível expansão vertical no empreendimento em 24 pavimentos adicionais.

A expansão desse projeto ocorreu em 2010 (Figura 11) e foi possível porque já contava com os ajustes estruturais, capacidade para elevadores, shafts, escadarias e sistemas prediais para os 54 pavimentos totais. Como na década de 1990, quando a primeira fase se iniciou, havia incertezas quanto à demanda de inquilinos, o projeto foi dividido em duas fases, facilitando *funding* para um projeto mais aderente à demanda da época.

Com um projeto flexível, o *Blue Cross Blue Shield Tower* obteve todas as licenças de execução da expansão quando a demanda se confirmou, justificando os investimentos adicionais do projeto para permitir a construção de novos andares.



Figura 11 – Edifício do *Health Care Service Corporation* em Chicago/EUA que exerceu a opção de expansão vertical.

Fontes - Foto 1 e 2: Goettsch Partners, Foto 3: Wikipedia¹⁶.

Além do *Blue Cross Blue Shield Tower*, Guma et al. (2009) também avaliam o valor da expansão vertical de outros três edifícios: *Court Square Citicorp Campus* em Nova Iorque nos EUA; o *Bentall Five* em Vancouver no Canadá e o edifício da *Tufts University School of Dental Medicine* em Boston/EUA (Figura 12). Além da melhora nos índices da qualidade no investimento pela menor exposição ao risco de demanda e menor investimento financeiro inicial, a flexibilidade do projeto se mostrou tecnicamente possível em todos esses casos através

¹⁶ https://en.wikipedia.org/wiki/Blue_Cross_Blue_Shield_Tower

do planejamento prévio da conectividade entre as fases e da execução da obra de expansão sem impedir o uso contínuo dos pavimentos inferiores.

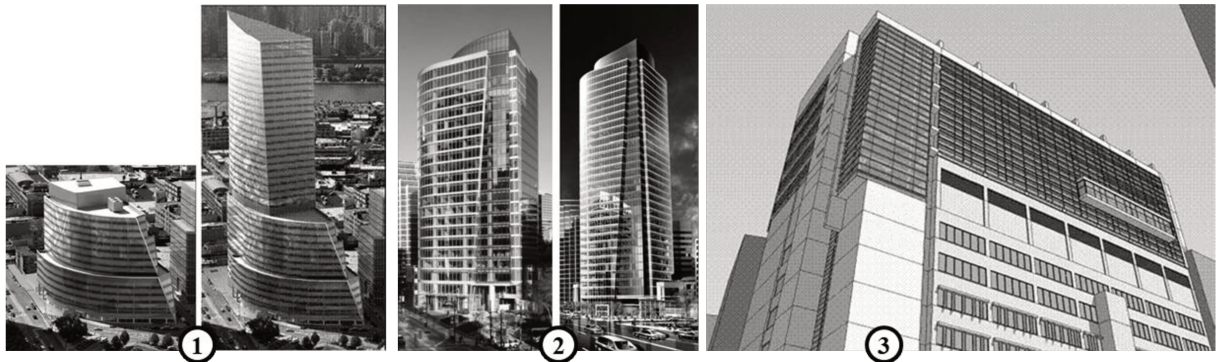


Figura 12 - (1) *Court Square Two* em Nova Iorque (2) *Bentall Capital* em Vancouver (3) *Tufts University Dental School* em Boston.

Fonte: Guma et al., 2009.

Dartmouth Hitchcock Medical Center – New Hampshire

Em 1988, a administração do hospital *Dartmouth Hitchcock Medical Center* de New Hampshire, nos EUA, iniciou a execução de uma nova unidade com orçamento de US\$ 288 milhões. A obra foi entregue em 1991 e as atividades do novo hospital se iniciaram oferecendo um dos poucos centros médicos completos daquele país.

Durante o planejamento da nova unidade na década de 1980, o conselho de administração do hospital se preocupou em exigir um projeto que atendesse não só a demanda daquele momento, mas também a demanda futura, pois sabiam o incômodo e todos os custos envolvidos em uma nova mudança dentro de 100 anos (ZHANG, 2010).

A equipe de projetistas entendeu que incertezas faziam parte do projeto e, portanto, este precisava de um planejamento de longo prazo que previsse o desenvolvimento apropriado em fases que acompanhassem a confirmação da demanda de espaço. Uma das principais incertezas era a velocidade de desenvolvimento de tecnologia avançada para o setor de saúde, a nova infraestrutura (como dimensões de salas, pé direito e rede elétrica) precisava ser adaptável a equipamentos médicos que ainda não haviam sido desenvolvidos, inclusive considerando alterações regulatórias quanto aos requisitos mínimos para o funcionamento. A demanda por serviços de saúde também representava incertezas nas quantidades de leitos de internação, espaços clínicos e vagas de estacionamento, desse modo, as fases de expansão da nova unidade precisavam acompanhar o crescimento demográfico local.

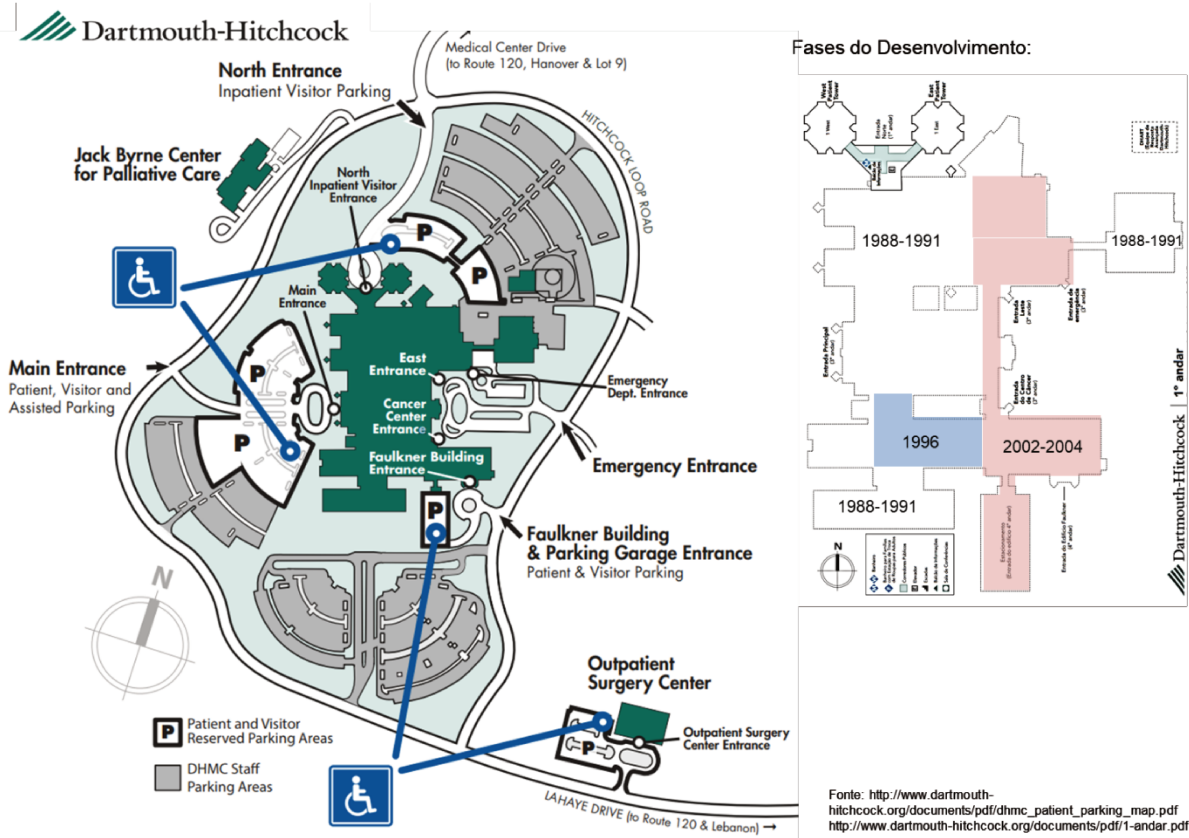


Figura 13 – Desenvolvimento em Fases do *Dartmouth Hitchcock Medical Center* de 1988 a 2005 em New Hampshire / EUA.

Fonte: Zhang, 2010.

A Figura 13 ilustra o projeto inicial entregue e suas três grandes expansões subsequentes no período de 1988 a 2005. Algumas das flexibilidades do projeto incorporadas na infraestrutura do empreendimento são elencadas (ZHANG, 2010):

- Capacidade construtiva para acrescentar elevadores e escadas;
- Acessos que atendam o fluxo de usuários ao longo de todas as fases;
- Pé-direito da edificação executado mais alto do que os requisitos da época do projeto;
- A unidade de serviços (aquecimento, ar condicionado, emergência e entregas) foi projetada fora da planta principal, custando alguns milhares de dólares a mais, mas permitindo a fácil adaptação dos sistemas caso surgisse novas tecnologias, sem interferir no edifício principal do hospital;

Expansão horizontal prevista no projeto integral do hospital, estendendo o prazo de desembolsos de caixa na medida em que a demanda se confirmasse.

4 MÉTODO

A pesquisa se iniciou a partir da identificação de uma questão com relevância prática: a consideração das opções reais e atributos de flexibilidade em um empreendimento são capazes de influenciar o desenvolvedor e podem agregar valor à decisão de investimento? Essa questão ficou restrita para o desenvolvimento de empreendimentos do segmento de Condomínios de Galpões Industriais e Logísticos.

A revisão bibliográfica da teoria existente que envolve a temática da pesquisa foi realizada, onde se apresentou a conceituação dos Empreendimentos de Base Imobiliária (EBIs), caracterizou-se o segmento de Condomínios de Galpões Industriais e Logísticos, as rotinas de avaliação da qualidade de investimento e a Teoria de Opções Reais.

O delineamento desta pesquisa (Figura 14) prosseguiu com a escolha da Estratégia de Pesquisa na forma de Simulação e pela aplicação do Estudo de Caso. A partir deste, foram obtidos os resultados para discussões e análise de contribuições sobre a acoplagem da TOR à rotina de AQI em EBI.

A Simulação foi escolhida porque envolve o uso de um modelo para representar as características de uma realidade e, diferentemente de uma simples modelagem, inclui dinamismo. Isto é, mudanças de valores nas variáveis de entrada permitem examinar o comportamento da realidade pelo modelo representativo (FELLOWS e LIUS, 2008), característica alinhada com o que se propõe a TOR.

A Figura 15 demonstra, resumidamente, a organização da simulação desse estudo. Considerando o segmento do *real estate* que recebeu o enfoque da pesquisa, a rotina de simulação sugerida neste estudo é realizada do ponto de vista de um empreendedor que possui como plano: a aquisição de um terreno, aprovação de projeto do condomínio de galpões, execução das obras de infraestrutura, execução das edificações, locação dos seus módulos e, por fim, venda do empreendimento pronto em operação. Cada quadro possui seu detalhamento na revisão bibliográfica, exceto pela “Contribuição: acoplagem das opções reais” que indica a lacuna de conhecimento que a pesquisa procura preencher.

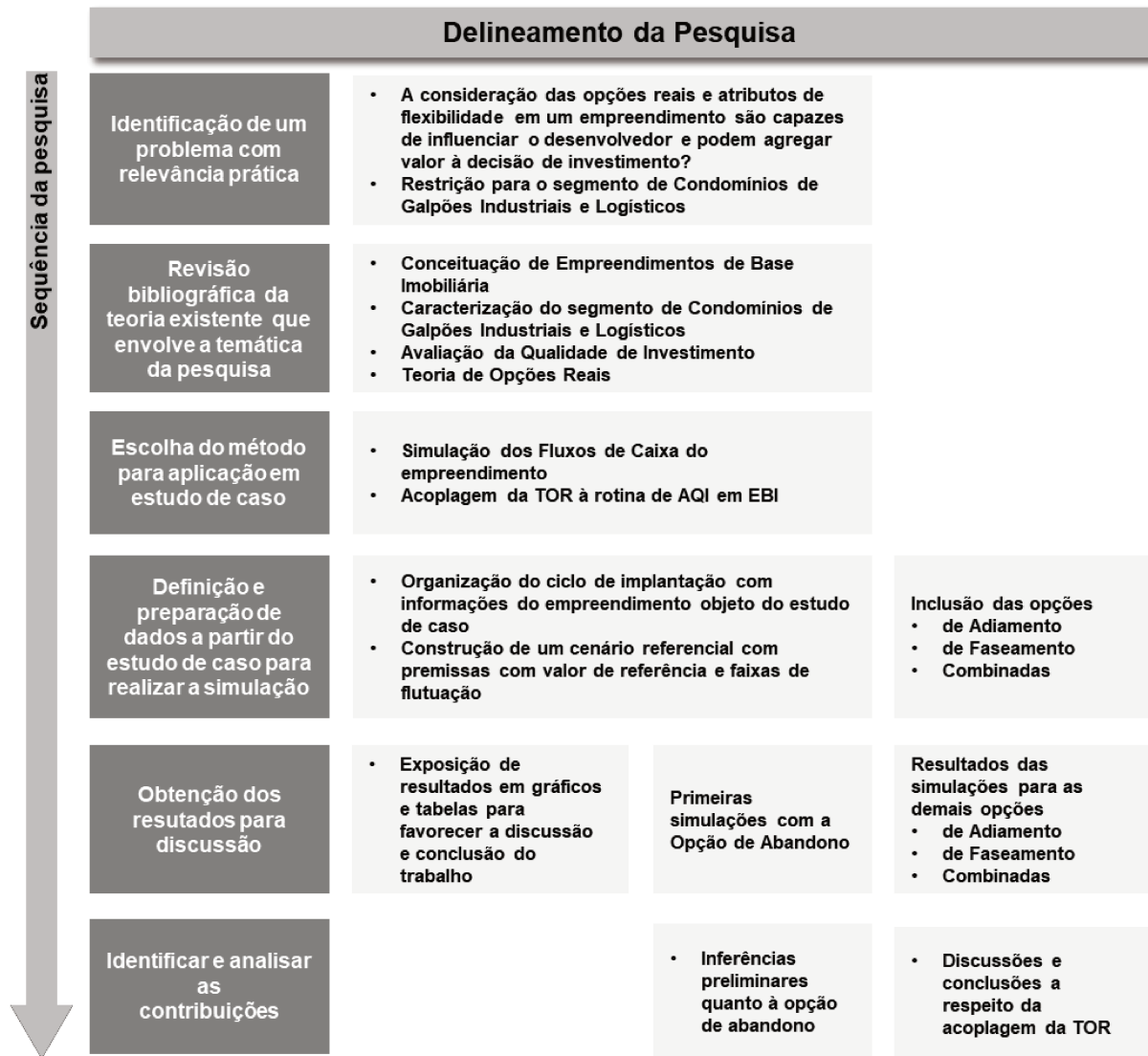


Figura 14 - Delineamento da Pesquisa.

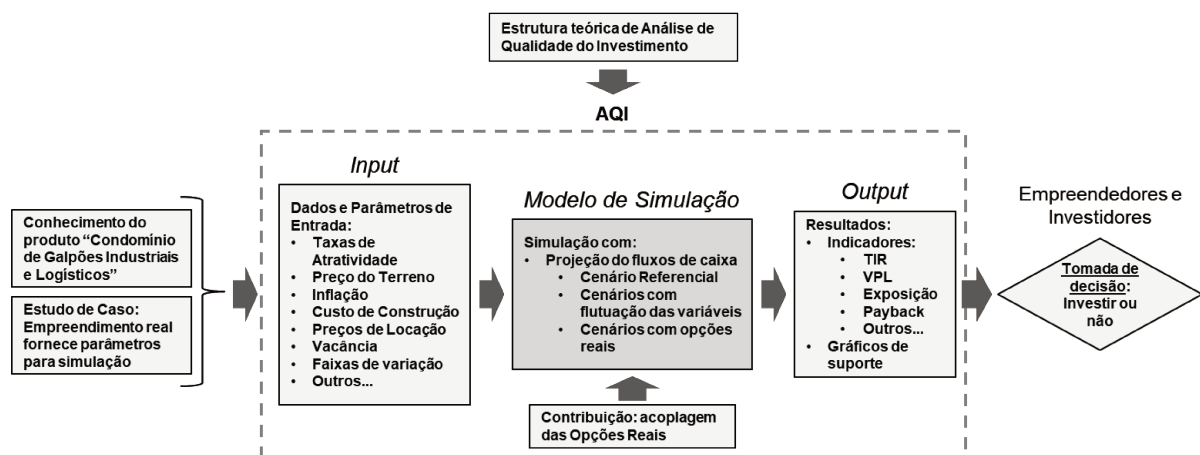


Figura 15 – Esquema que resume a Simulação como Método de Pesquisa.

Fonte: o autor.

A AQI proposta neste estudo apresenta, portanto, a seguinte sequência:

- i) Inputs ou Dados e Parâmetros de Entrada: levantados partir de informações sobre empreendimentos obtidos com documentos públicos de empresas atuantes no mercado brasileiro desse segmento e de outros dados justificadamente arbitrados. Também é realizada a avaliação de diferentes faixas de flutuação de comportamento
- ii) Modelo de Simulação: considerando o referencial teórico para AQI de EBI apresentado no Item 2.3, acoplaram-se as Opções Reais na rotina de modelagem dos fluxos de caixa do empreendimento, considerando:
 - a. Opção de Abandono;
 - b. Opção de Adiamento;
 - c. Opção de Faseamento;
 - d. Combinações de opções.
- iii) Output ou Resultados das Simulações: A partir da projeção dos fluxos de caixa, é possível extrair indicadores de desempenho e gráficos de frequência destes para identificar e analisar as contribuições da acoplagem da TOR à AQI do empreendimento.

4.1 Simulação dos fluxos de caixa de um empreendimento a partir de premissas e dados de entrada

Para organizar a projeção dos fluxos de caixa, as premissas foram separadas em seis fases como ilustradas na Figura 16. De forma resumida, o processo de investimento se inicia na Fase 01 de Aquisição do Terreno, quando é realizada a diligência¹⁷ dos documentos do imóvel e o registro da transferência de posse nos cartórios competentes (escritura em Cartório de Notas e averbação

¹⁷ Nesta pesquisa, diligência é o processo de verificar a qualidade e segurança dos documentos relativos ao imóvel, aos atuais proprietários e antecessores. Também conhecido pela versão inglesa do termo: *due diligence*.

em matrícula em Cartório de Registro de Imóveis). Não se considerou permutas¹⁸ físicas ou financeiras com os proprietários do terreno, apenas aquisição à vista.

A premissa de ausência de permuta pressupõe o interesse de majoritariamente no negócio pela empresa desenvolvedora, a qual pretende evitar discussões e prestação de contas de forma periódica com potenciais sócios minoritários que muitas vezes são leigos ou conhecem pouco as especificidades do setor.

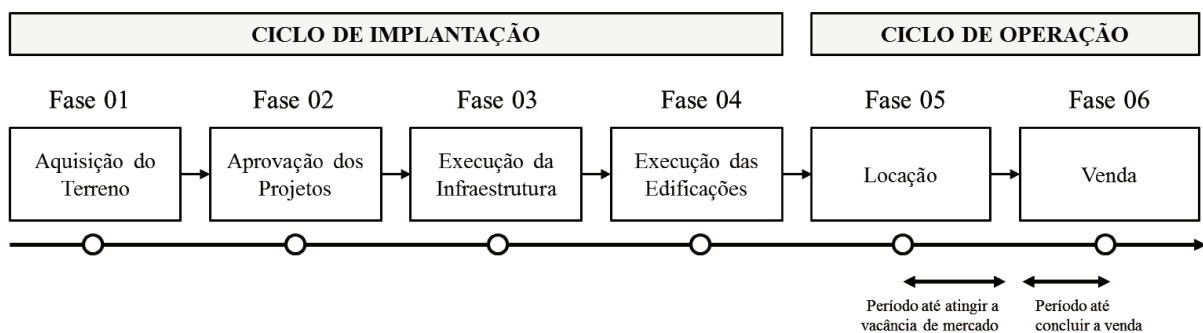


Figura 16 - Cronograma do desenvolvimento do empreendimento.

Fonte: o autor.

Na sequência, a Fase 02 de Aprovação dos Projetos compreende o desembolso de custos com projetistas e aprovações legais do empreendimento. Nesta fase é realizada a regularização da obra na prefeitura municipal e também nos órgãos ambientais. Esta fase tem grande relevância muito mais pelo seu prazo do que pelo seu custo. A aprovação de projetos no Brasil é uma atividade que peca na previsibilidade, seja pela morosidade dos órgãos públicos em avaliar e aprovar o projeto, seja pela complexidade da legislação que com interpretações distintas entre projetistas e fiscalizadores provocam atrasos e indefinições.

Na Fase 03, com os projetos devidamente aprovados e licenças de construção emitidas, a empresa desenvolvedora executa as obras de infraestrutura do empreendimento. Terraplenagem, redes de drenagem de águas pluviais, coleta e afastamento de esgoto e abastecimento de água potável, rede de transmissão de energia elétrica, pavimentação, estação de tratamento de esgoto e reservatórios são os principais serviços executados nesta etapa de urbanização da gleba. Conforme a legislação local e características do terreno, áreas

¹⁸ Permuta é a troca de terreno por área construída (permuta física) ou com percentual de participação nos resultados do empreendimento (permuta financeira). É um mecanismo utilizado por empreendedores para diminuir o capital investido.

pertencentes à gleba podem vir a se tornar públicas, como áreas institucionais, de lazer, verdes e de proteção permanente. A Fase 03 urbaniza o espaço do terreno e delimita o local ocupado pelo empreendimento e as demais áreas.

Em termos de planejamento de obra, não há descontinuidade entre as Fases 03 e 04, a execução das edificações ocorre imediatamente após a da infraestrutura. Neste estudo de caso essa divisão foi feita porque ao final da implantação da infraestrutura, o terreno ainda permite flexibilização do seu projeto de edificações, permitindo ajustes na arquitetura de forma a se adaptar aos requisitos de interessados. Como essas adaptações podem melhorar indicadores de retorno, pois há mais informações neste estágio do que no momento em que o terreno foi adquirido, isso pode aumentar o valor das opções reais e assim essa etapa de obras foi separada em duas.

Além disso, o terreno com infraestrutura implantada, principalmente com a terraplenagem e platô concluídos, recebe boa avaliação no mercado. É possível encontrar glebas disponíveis para negociação com a infraestrutura executada e por valores mais altos do que terrenos naturais, seja por desenvolvedores empreendedores que suspenderam a execução ou apenas especuladores que fizeram o platô para valorizar o imóvel. Esses argumentos oferecem oportunidades para segmentar a etapa de obras.

A Fase 04 é quando ocorre a Execução das Edificações, etapa onde os investimentos financeiros são mais intensos. O empreendimento é finalizado nesta fase, quando também obtém-se o certificado de conclusão de obras da prefeitura municipal, também chamado de “habite-se”, o auto de vistoria do corpo de bombeiros, a licença de operação dos órgãos ambientais, a averbação da construção na matrícula do imóvel entre outros que se façam necessários. Somente com estes documentos em mãos é possível liberar a ocupação dos inquilinos.

Com a obra concluída e entregue, a Fase 05 da Locação se inicia. É também o início do ciclo de operação, quando o empreendimento começa a gerar receitas de locação e retornar o investimento realizado. Alguns contratos de locação podem ser assinados em etapas anteriores, porém a ocupação e pagamento de aluguel ocorre a partir desta fase. Ao longo do processo de locação, são realizados esforços de marketing para promover a prospecção de novos inquilinos com objetivo de diminuir ao máximo a vacância. A consideração de vacância nula por longos períodos é improvável, principalmente em imóveis com multi-inquilinos, então presume-se que a vacância de um empreendimento modular flutua ao passo dos níveis médios do mercado (medida e publicada periodicamente por consultorias imobiliárias pela razão entre áreas locadas

e o estoque total de uma determinada região). A Fase de Locação, portanto, é definida aqui pela conclusão das obras até a locação do condomínio com níveis de vacância equivalentes ao mercado.

O desenvolvedor poderia realizar a venda do imóvel logo após a conclusão das obras, porém o empreendimento locado e gerando receitas de forma harmônica possui mais valor do ponto de vista de um investidor com enfoque na renda. Para evitar um eventual desconto no preço do empreendimento, a hipótese adotada para a venda é que o desenvolvedor realize a liquidação desse ativo logo após a vacância do empreendimento atingir os patamares de mercado. Uma aquisição com altos valores não são realizadas de forma imediata, levam algum tempo para negociação, estruturação societária, realização de diligências técnica, jurídica e contábil. A última fase, Fase 06 Venda, é aquela que se inicia no momento em que o empreendimento tem suas locações preenchidas até a média do mercado e se finaliza com o recebimento do preço do ativo.

Considera-se também como premissa que o potencial adquirente é um investidor que busca padrões estáveis de renda, como fundos de pensão, fundos de investimento imobiliário, *family offices*, e que o valor da aquisição seja calculado com base no conceito de valor da oportunidade do investimento (VOI), que leva em conta a geração de receita no ciclo operacional e no período de exaustão, considerando como periódicos os custos com reciclagem durante este período (conforme subitem 2.3 deste trabalho).

Todos os cálculos financeiros de investimentos e retornos são realizados mensalmente tanto para o ciclo de implantação como para o de operação, mesmo que apresentados aqui de forma anual em planilhas (neste caso, somando-se 12 meses consecutivos).

Muitas das premissas são apresentadas com seus valores no cenário referencial e também com seus limites inferiores e superiores de flutuação. Como já apresentado e discutido no presente trabalho, o cenário referencial é estático e os indicadores obtidos para os empreendimentos são fixos. Como muitas variáveis estão sujeitas a incertezas, a análise precisa contemplar possíveis desvios nos dados de entrada do modelo para, em vez de oferecer um valor único, fornecer uma faixa de valores possíveis.

Uma forma de se trabalhar esta incerteza é definir intervalos de flutuação das principais variáveis do modelo e realizando repetidas simulações para valores dos dados de entrada aleatoriamente escolhidos dentro da faixa arbitrada. Deste modo é possível obter uma amostra

estatisticamente adequada para permitir uma curva de densidade de probabilidades dos indicadores que se pretende estudar e avaliar na tomada de decisão.

A variabilidade aleatória dos dados é considerada quando não há nenhuma hipótese que justifique uma distribuição de probabilidades, sendo assim assume-se que qualquer valor dentro da faixa de variação seja equiprovável. Poderá haver no modelo algumas variáveis com comportamento probabilístico diferente deste, mas que devem ser justificadamente explicadas.

4.2 Acoplagem das Opções Reais

O modelo proposto para a análise da qualidade do investimento no empreendimento do estudo de caso levou em conta três opções reais e suas combinações simultâneas:

- Opção de abandono
- Opção de adiamento
- Opção de faseamento
- Opções combinadas

Cabe ao analista realizar o levantamento de todas as opções existentes para o projeto, esta etapa é importante para que o cálculo através de opções reais tenha aderência à aplicação prática e, conseqüentemente, efetiva obtenção de conclusões relevantes (SINDONI, 2014). A modelagem da volatilidade precisa ser feita de forma minuciosa e deve considerar componentes de opções na receita, nas despesas ou em qualquer outra variável que pode influenciar o resultado final.

As possibilidades de exercício das opções reais foram identificadas ao longo do cronograma de desenvolvimento do empreendimento (Figura 16). O cenário em que todo o plano com as 6 fases descritas (da aquisição do terreno à venda do ativo) é definido como Plano Referencial. A partir daí, com o estresse de variáveis, possibilidades de alteração do curso previsto provocadas pelas opções reais e flexibilidades do projeto formaram ramificações que totalizaram 10 cenários distintos simulados para o empreendimento:

- Simulação A: Plano Referencial – executando as etapas de 01 a 06 do cronograma, sem exercício de opções reais e independentemente da flutuação das variáveis;

- Simulação B: Opção de Abandono – foram identificados 3 momentos típicos para exercício dessa opção:
 - B1: Abandono após a aquisição do terreno e antes da aprovação dos projetos;
 - B2: Abandono após a aprovação dos projetos e antes do início da infraestrutura;
 - B3: Abandono após a implantação da infraestrutura e antes da execução das edificações;
- Simulação C: Opção de Adiamento – os 4 momentos típicos para exercício dessa opção nesta tipologia de empreendimento foram:
 - C1: Adiamento de 6 meses na aquisição do terreno;
 - C2: Adiamento de 6 meses no início da aprovação dos projetos;
 - C3: Adiamento de 6 meses no início da implantação da infraestrutura;
 - C4: Adiamento de 6 meses no início da execução das edificações;
- Simulação D: Opção de Faseamento – partindo-se o projeto aprovado e a infraestrutura pronta, considerou-se a execução de apenas 50% da ABL e iniciando a execução dos 50% remanescentes após um período de 12 meses. A venda do empreendimento ocorrerá de forma integral após a conclusão das obras das duas fases e do período de estabilização da locação;
- Simulação ABCD: Opções Combinadas – cenário em que todas as opções reais são consideradas de forma conjunta, ampliando o leque de possibilidades do empreendedor e capturando o ganho de valor máximo, caso exista.

As siglas A / B / B1 / B2 / B3 / C / C1 / C2 / C3 / C4 / D e ABCD são, portanto, usadas ao longo do texto para referenciar, respectivamente, cada cenário simulado. A Figura 17 apresenta as ramificações que resultaram nos 10 cenários propostos para simulação nesta pesquisa.

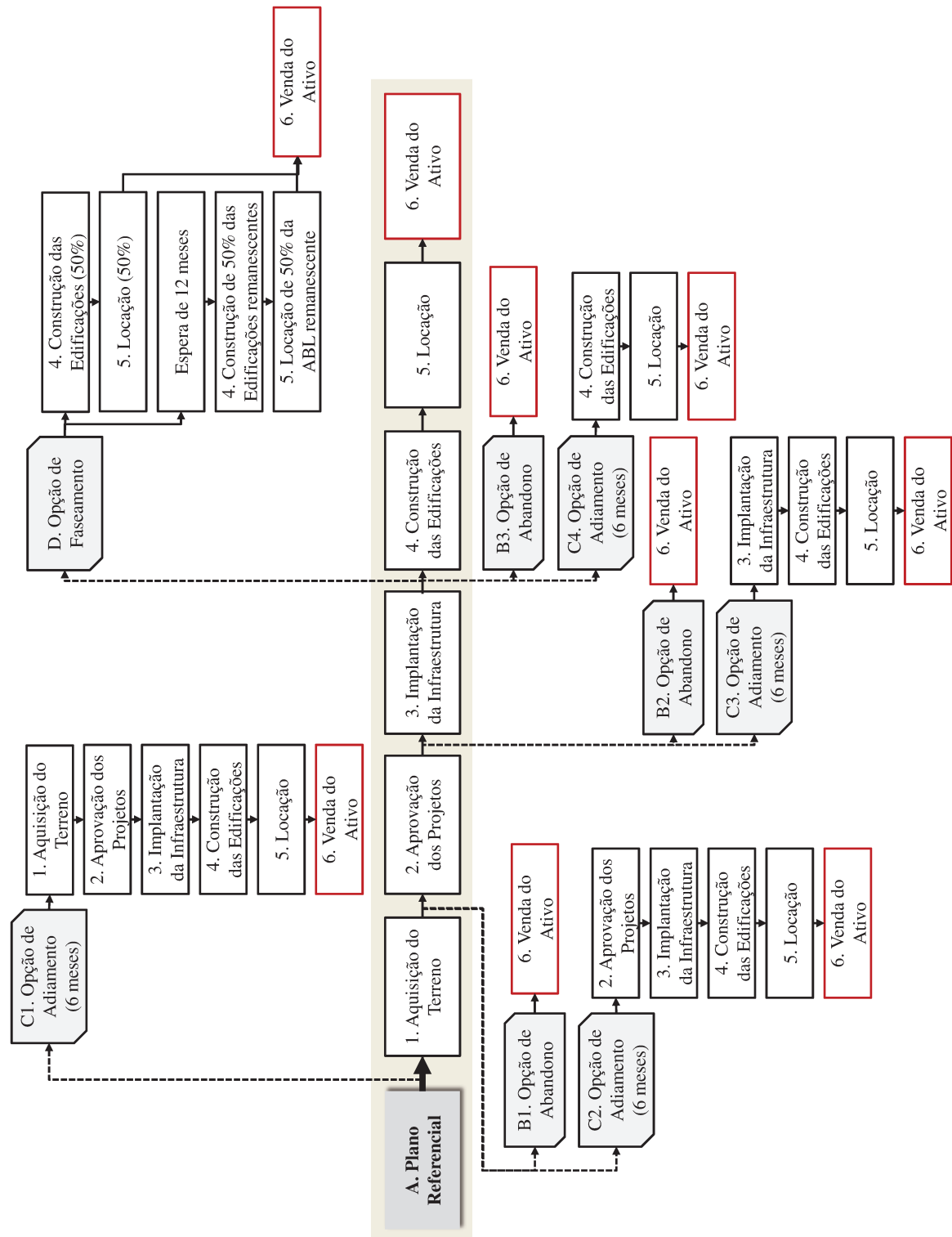


Figura 17 - Opções Reais Identificadas no Cronograma de Desenvolvimento do Empreendimento.

Fonte: o autor.

Algumas questões sobre os cenários identificados podem surgir, como o motivo da consideração de somente três opções reais específicas e sua combinação. A modelagem de fluxos do empreendimento poderia sim incorporar outras opções reais, como a de expansão (supondo a aquisição de terrenos vizinhos para ampliar o espaço do condomínio) ou a mudança

de uso (com a reforma dos galpões ou demolição para novas construções). No entanto, o objetivo desta pesquisa especificadamente definiu a análise das 3 opções (abandono, adiamento e faseamento) como premissa por serem frequentemente utilizadas por tomadores de decisão nesse tipo de empreendimento.

Outra questão se trata da possibilidade de exercer essas opções de forma intermediária nas etapas do cronograma, e não apenas nas mudanças de etapas. Por exemplo, o abandono do empreendimento durante a aprovação de projeto (e não somente antes ou depois, como proposto) ou o adiamento da implantação da infraestrutura durante as obras é possível na prática, no entanto essa simplificação adotada pressupõe que decisões para avançar etapas estariam embasadas no momento em que foram tomadas, além de que mudanças nesse sentido estariam sujeitas às multas contratuais com fornecedores.

Quanto aos prazos, o critério para a escolha de 6 meses para a opção de adiamento e de 12 meses para opção de faseamento foram sugeridos nesta simulação pela percepção do autor sobre o mercado de desenvolvimento desses empreendimentos. Não há nenhuma restrição que impeça que outros prazos possam ser testados e simulados.

Da mesma forma, a escolha de fasear o empreendimento em 2 parcelas com 50% da ABL cada uma também foi uma sugestão de caso típico para interpretação dos resultados do cenário do plano referencial comparado aos cenários com consideração das opções reais. O empreendimento poderia ter 3 ou mais fases com execução de parcelas diferentes de ABL, todavia o autor delimitou os casos típicos para simulação desse tipo de empreendimento diante de infinitos cenários possíveis.

Do ponto de vista operacional de cálculo, os modelos elaborados para o estudo de caso utilizaram planilhas do *software* Microsoft Excel 2010© para projetar o fluxo de caixa do empreendimento a partir dos parâmetros adotados em cada fase. Com esses valores, é possível extrair os indicadores para o cenário referencial.

Então, acrescenta-se à análise a flutuação randômica dos parâmetros em que se estimou uma faixa de valores¹⁹ e não um valor fixo. Após a realização de várias simulações que formem uma

¹⁹ Os dados variam aleatoriamente porque não se adota nenhuma hipótese que justifique uma distribuição de probabilidades, sendo assim assume-se que qualquer valor dentro da faixa de variação seja equiprovável, exceto quando se apresenta justificadamente o comportamento probabilístico adotado de uma variável específica.

amostra de laboratório razoável que permita uma validade estatística, os indicadores serão apresentados através de sua densidade probabilística, a qual se apresenta de forma muito mais criteriosa para uma tomada de decisão. Este procedimento é conhecido como “Simulação de Monte Carlo” em referência ao famoso Cassino de Mônaco que leva o mesmo nome, pela mesma aleatoriedade no jogo de dados ou distribuição de cartas presentes neste tipo de casa. A primeira aplicação em opções foi feita por Boyle (1977) como alternativa aos modelos contínuos de Black e Scholes (1973).

Apesar do uso extenso da simulação por Monte Carlo, nas simulações desta pesquisa inclusive, é importante citar algumas de suas limitações e desvantagens (SATTARNUSART, 2012):

- É necessário conhecer a distribuição probabilística de cada variável de entrada no modelo;
- Dados históricos nem sempre são disponíveis, confiáveis ou apropriados;
- Ao se considerar estimativas a partir da percepção do analista, a simulação acaba se tornando subjetiva;
- Correlações entre variáveis muitas vezes não são consideradas (por exemplo, entre vacância e preço de locação);
- Exige mais tempo para coleta de dados e análise.

Em paralelo ao fluxo de caixa do plano referencial do desenvolvedor (definido como aquisição do terreno, aprovação dos projetos, implantação da infraestrutura e edificações, venda do ativo após o período de estabilização das locações), calcula-se o fluxo de caixa para cada opção real.

Com o resultado de muitas simulações²⁰ aproveitando a facilidade de cálculo de processamento pelo *software*, os indicadores do projeto considerando as opções reais são extraídos. Para cada cenário simulado, o indicador considerado será o máximo entre o indicador do plano referencial e o indicador do cenário de uma ou mais opções reais, conforme a Equação 27.

²⁰ Amostra de laboratório com 500 simulações compuseram os resultados do estudo de caso. Estatisticamente, 50 simulações já seriam suficientes para se ter 90% de confiança (conforme adotado em Rocha Lima Jr., Monetti e Alencar, 2011), mas a maior quantidade de cenários permitiu a elaboração de gráficos mais suaves pelo excesso de pontos.

$$Indicador_{simulação\ i} = Máx\{Indicador_{plano\ referencial\ i}; Indicador_{opção\ A\ i}; Indicador_{opção\ B\ i}; \dots\}$$

Equação 27

O processo descrito é fundamental para esta pesquisa, porque todos os resultados da análise se basearam por esta sequência. O processo utilizado neste estudo leva em conta a amostragens aleatórias massivas, porém bastante simples desde que aproveite a facilidade de utilizar a força bruta de processamento de cenários pelo computador com um conceito análogo ao utilizado por Boyle (1977). Não foram utilizadas as metodologias clássicas de avaliação de opções reais como o modelo binomial ou Black e Scholes, pois foram estruturados para ativos únicos com volatilidade (como ações e *commodities*), enquanto o uso da simulação por Monte Carlo é mais adaptável à fluxos de caixa de projetos, além de fornecer a densidade dos indicadores facilitando as discussões.

4.2.1 A Opção de Abandono

A opção real de abandono é entendida aqui como a liquidação do empreendimento incompleto em momento anterior à entrega das obras. Esta situação pode ocorrer pela valorização repentina do terreno, num cenário de expansão econômica que force preços para patamares mais altos, mesmo que não haja fundamento econômico embasado que justifique a subida do preço. Mas o abandono também pode ser optado pelo desenvolvedor tendo como fato de o retorno do abandono ser superior comparado à venda do EBI pronto e locado, numa expectativa futura de alta vacância ou preços de locação não atrativos.

Dada estas situações, para a construção dos cenários considerando esta opção, assumem-se as hipóteses de que:

- a) As diferenças percentuais entre os preços do terreno entre datas espaçadas periodicamente, isto é, o retorno do preço do terreno segue uma distribuição normal. Essa sugestão se baseia no teorema do limite central da estatística, uma vez que há muitas variáveis que influenciam o fator “variação do preço do terreno”;
- b) Por consequência, o preço do terreno segue uma distribuição lognormal. Da mesma forma que Black e Scholes (1973) usaram essa hipótese para o preço das ações, aqui se replica a proposição para preço de terrenos.
- c) O processo estocástico do preço do terreno segue um movimento geométrico browniano (MGB), já explicado no item 3.1.2 Movimento Geométrico Browniano (MGB).

A escolha do MGB como processo estocástico para a modelagem do preço do terreno associado à opção de abandono poderia ser questionável, uma vez que existem outros processos estocásticos que atenderiam ao modelo, como Movimentos de Reversão à Média (MRM). Pinto (2009) afirma que “a escolha e parametrização correta de movimentos de reversão à média é de grande importância para a avaliação pela teoria de opções reais”.

No entanto, Dixit e Pindyck (1994) indicam que se o tempo de vida do projeto for relativamente curto, o tipo de processo estocástico a ser considerado é de menor relevância, permitindo a escolha em função da facilidade de modelagem ou obtenção de parâmetros.

Como pontos favoráveis à escolha do MGB citam-se:

- O MGB só assume valores positivos, assim como os preços de terreno;
- Cálculos com MBG são relativamente fáceis com uso de computador;
- Dados históricos de preços de terrenos tiveram comportamento razoavelmente semelhante a uma distribuição lognormal (WILLIAMS, 1991; MEDEIROS, 2001);
- Não há a premissa de um preço alvo a ser atingido no longo prazo como sugerido no MRM;
- Apenas como referência, a grande maioria da literatura (principalmente WILLIAMS, 1991; QUIGG, 1993; MEDEIROS, 2001 e BRUGUGNOLI, 2011) utilizou MGB para projetar preços do *real estate* (sejam terrenos, imóveis ou empreendimentos);

Suas limitações principais são:

- O MGB não funciona para grandes volatilidades, em que seu valor supera 100% do preço do ativo;
- O caminho da função é contínuo, sem simular saltos ou discontinuidades causados por eventos ou notícias imprevisíveis – os “cisnes negros” de Taleb (2007) - (Exemplo: uma mudança de plano diretor municipal que restringe o zoneamento da gleba para uso exclusivo rural, fazendo com que todos os preços das propriedades do entorno sejam reduzidos drasticamente);

- A volatilidade dos preços é assumida como constante, o que pode funcionar para curtos períodos, mas que é questionável para longos prazos.

Entendendo suas vantagens e expondo suas limitações, a simulação em MS Excel do preço do terreno foi elaborada de forma a variar mensalmente até três datas-marco:

- Início da Fase 02 Aprovação dos projetos;
- Início da Fase 03 Implantação da Infraestrutura;
- Início da Fase 04 Execução da Edificação.

A Equação 28 demonstra a fórmula utilizada nas células do MS Excel que realizam as estimativas dos preços mensais do terreno simuladas como um MGB:

$$Preço_i = Preço_{i-1} * (1 + \Delta_{IGP-M}) * (1 + NORMINV(RAND(); \mu; \sigma))$$

Equação 28

Onde:

- Preço: é preço do terreno no mês “i”, iniciando-se pelo preço de aquisição;
- Δ_{IGP-M} : é a variação mensal do IGP-M, índice de inflação adotado;
- NORMINV: função do MS Excel que retorna o inverso da distribuição normal acumulada para uma dada probabilidade, média e desvio padrão;
- RAND(): função²¹ do MS Excel que retorna um número aleatoriamente distribuído entre 0 e 1;
- μ : média adotada dos retornos da variação mensal do preço do terreno em termos efetivos (acima do IGP-M);
- σ : desvio padrão adotado dos retornos da variação mensal do preço do terreno também em termos efetivos (acima do IGP-M).

²¹ É importante citar que há ressalvas quanto à aplicabilidade científica da função “RAND()” geradora de números aleatórios do software Excel, como evidenciado por McCullough (2008).

Em cada uma das três datas-marco calculou-se o retorno do abandono considerando que o valor da venda representaria o preço do terreno projetado somado aos custos incorridos com projetos e obras (hipótese de que o comprador aproveitaria o empreendimento até a fase em que se encontra, uma vez que é mais fácil conseguir um ajuste de projeto do que uma nova aprovação).

O cálculo do retorno do abandono nas três situações medido em termos de TIR e VPL (indicadores escolhidos) é, então, comparado ao retorno do plano referencial, adotando-se aquele em que a TIR apresentou o valor máximo entre eles.

O VPL considerado neste estudo é apresentado pela Equação 29 e é calculado no início da implantação a partir de três componentes. O primeiro componente considera os investimentos realizados na fase de implantação do empreendimento, o segundo se relaciona com o período do início de operação até a conclusão da venda, o último representa o valor de venda considerando a percepção de valor do comprador pelo conceito de VOI_0 . Todos os investimentos (I_k) e retornos (R_k) são descontados à taxa de atratividade do investidor (tai) para se determinar o VPL do projeto. Para cálculo da TIR, a formulação é a mesma, calculando-se de forma iterativa a TIR (na posição da tai) que satisfaz o VPL equivalente a zero.

$$VPL = \left[\sum_{k=1}^{fim\ da\ implantação} \frac{I_k}{(1 + tai)^k} \right] + \left[\sum_{fim\ da\ implantação}^{mês\ da\ venda} \frac{R_k - I_k}{(1 + tai)^k} \right] + \frac{VOI_0}{(1 + tai)^{mês\ da\ venda}}$$

Equação 29

O critério da TIR máxima como decisão não é totalmente adequado, uma vez que podem existir situações, principalmente nas fases iniciais do projeto, em que o abandono produz uma TIR levemente superior fruto de uma valorização repentina do terreno, mas que não justificaria a liquidação do projeto pelo empreendedor. Para contornar essa falha, aplica-se um filtro em que a TIR máxima só é considerada caso produza um acréscimo ao VPL de forma alterar a decisão do desenvolvedor. Esse valor é atribuído adiante no estudo de caso.

4.2.2 A Opção de Adiamento

A opção de adiamento de um projeto ou empreendimento é a decisão estratégica e voluntária de atrasar o início de uma etapa com o objetivo de aguardar mais informações para tomar uma nova decisão. Em certo momento da execução do empreendimento, as projeções de resultado

mostram que este não desempenhará conforme as expectativas. A gerência decide, portanto, interromper as atividades e atrasar o cronograma até que uma nova decisão seja tomada.

Para o segmento de desenvolvimento de EBI, não são raras as suspensões de obras ou adiamento de um lançamento imobiliário por conta de fatores diversos como os relacionados a desaquecimento repentino da economia, variações cambiais ou mesmo anúncios de empreendimentos competidores próximos. Esse período de pausa permite que tomadores de decisão confirmem ou ajustem o plano do empreendimento.

Em termos de simulação, as possibilidades para a opção de adiamento não são complexas. Nesta pesquisa será simulado o adiamento do empreendimento por um prazo estabelecido entre as fases definidas na Figura 16. Ao se considerar o fluxo de caixa com a opção desse atraso, deve-se levar em consideração os custos extras que se façam necessários relacionados a esta pausa. Deslocando-se as projeções de entradas e saídas de caixa do projeto, pode-se medir o efeito da opção de adiamento pelos indicadores TIR e VPL, para avaliar se exercer a opção acrescentou ou não valor para o empreendedor.

Não estão previstas nas simulações desta pesquisa alterações relevantes no plano referencial do projeto, o adiamento ocorre mantendo as fases do desenvolvimento de um condomínio de galpões. Situações de opções combinadas como a opção de adiamento com posterior mudança de uso no imóvel (ex. um galpão que não se mostrou atrativo e que, após um ano de adiamento, será convertido em shopping center) não fazem parte do escopo desse estudo. A captura ou não de valor está limitada à opção de adiamento apenas.

4.2.3 A Opção de Faseamento

A opção de faseamento é conhecida pela possibilidade de entregar um projeto de forma parcial e sequencial. A proposta de divisão do desenvolvimento do projeto em fases tem como hipótese a confirmação da demanda pela absorção das locações de uma fase para justificar o investimento na fase seguinte.

Não há uma regra quanto à quantidade de fases e o tamanho médio de cada uma delas, tampouco um padrão quanto ao intervalo entre o início das execuções. No entanto, a projeção dos fluxos de caixa do projeto não sofre grandes ajustes com a acoplagem desse tipo de opção, uma vez que cada fase pode ser modelada de forma independente como um empreendimento individualizado, mas que têm como pontos em comum:

- Investimento do terreno e aprovações nas mesmas datas;
- Custos de Construção compatíveis, isto é, na mesma ordem de grandeza quando referenciados por custos unitários e apenas ajustados pela inflação do período de espera entre fases;
- Saída (desinvestimento) unificada e conjunta de todas as fases.

4.2.4 Opções Combinadas

Por fim, a lógica do processo que captura o valor das opções reais combinadas para as simulações das projeções de fluxo de caixa do empreendimento segue o critério da função de maximização da TIR, considerando ou não cada uma das opções.

Para cada simulação com distorção das variáveis de forma aleatória e pelos critérios adotados, medem-se os indicadores para cada cenário com a opção real sobre o empreendimento. Os cálculos dos retornos nas situações (A) sem opções, (B) com a opção de abandono, (C) com a opção de adiamento e (D) com a opção de faseamento, avaliado em termos dos indicadores TIR e VPL são, então, comparados entre si, adotando-se aquele em que a TIR apresentou o valor máximo entre eles, conforme a Equação 30.

$$TIR_{ABCD} = \text{máx}\{TIR_A; TIR_B; TIR_C; TIR_D\}$$

Equação 30

Como exemplo, numa simulação em que a TIR_A , portanto sem opções, apontou para 10% a.a. e nas demais situações a TIR foi inferior a este valor, significa que o modelo irá registrar que, para aqueles dados de entrada do modelo, o cenário do empreendimento sem opções (A) se mostrou maior e o empreendedor o adotaria como decisão. Essa rotina é repetida até que se atinja um volume de simulações suficientes para extrair o comportamento da frequência dos indicadores e, assim, seu comportamento seja avaliado.

5 ESTUDO DE CASO

Com o objetivo de simular os efeitos das opções reais na AQI em um empreendimento da tipologia estudada, especificamente condomínio de galpões industriais e logísticos, um estudo de caso foi conduzido.

A utilização de dados de empreendimentos reais acrescenta muito mais detalhes no conteúdo desta pesquisa do que simplesmente a elaboração de uma simulação com parâmetros médios ou protótipos. Portanto, o autor procurou encontrar dados públicos divulgados a respeito de desenvolvimento de empreendimentos que se encaixam nesta linha de estudo.

Companhias de capital aberto que atuam no setor de implantação de galpões geralmente apresentam seus resultados de forma consolidada e não por empreendimento. Apesar de ser o padrão de divulgação exigido por agentes fiscalizadores do mercado de capitais (CVM²², por exemplo), mesmo as demonstrações financeiras usuais, como balanços, resultados trimestrais e demonstrativos de resultado do exercício, não são adequadas para extrair informações para a estruturação financeira de um estudo de caso.

Além disso, muitas companhias (principalmente as de capital fechado) preferem dificultar o acesso a essas informações por se tratar de conteúdo estratégico e confidencial. O valor pago em um terreno ou o custo de construção de um galpão podem evidenciar vantagens competitivas e colocar as companhias em posição de defesa em negociações futuras caso esses números venham a público.

Não obstante, algumas informações suficientes para a utilização em uma simulação foram obtidas com uma empresa desenvolvedora que teve com o objetivo de adquirir um terreno, desenvolver um único condomínio modular logístico.

5.1 O Imóvel do Empreendimento

Localizado na região de Campinas, no interior do Estado de São Paulo e que apresentava incentivos fiscais para instalação e operação de empresas e indústrias, o imóvel (Figura 18)

²² Comissão de Valores Mobiliários - instituição pública responsável por normatizar e fiscalizar a atuação dos integrantes do mercado financeiro brasileiro, criada pela lei nº 6.385, de 7 de dezembro de 1976.

onde foi desenvolvido o empreendimento, o qual este estudo de caso se baseou, se encontra a apenas poucos metros de uma das principais rodovias do país.



Figura 18 - Terreno do Empreendimento.

Fonte: A empresa.

É importante esclarecer que, para a construção de um modelo financeiro para avaliar o investimento no empreendimento, só foram considerados números e premissas com relação ao imóvel, ao mercado e ao empreendimento em si. Isto é, desconsiderou-se todos os detalhes societários envolvidos. A análise, portanto, se restringe somente ao imóvel.

Essa ressalva é bastante pertinente, porque a análise exigiria considerações específicas dos veículos de investimento como taxas de administração, taxas de consultoria imobiliária, comissão de colocação das cotas/ações no mercado, regime de tributação diferenciado entre outros. Fatores estes que não são relevantes para avaliar as opções reais identificadas para a atividade de desenvolver galpões para locação e venda.

Também não é objetivo deste estudo avaliar a qualidade do investimento deste empreendimento específico ou verificar os números prometidos pela empresa desenvolvedora, mas sim colher dados reais de um empreendimento para simular o valor das opções reais em outro empreendimento similar adaptando algumas premissas. A comparação direta dos indicadores de desempenho financeiro entre o estudo de caso e o imóvel verdadeiro não é, portanto, válida.

5.1.1 Características técnicas do Condomínio Industrial e Logístico

Com área de construção de 61.212,51 m², o projeto apresenta 16 módulos para garantir uma flexibilidade de ocupação para atender empresas de diversos segmentos. Alguns detalhes do projeto²³ qualificam o condomínio quanto à qualidade construtiva:

- 12 módulos com metragens entre 1.881m² e 2.384 m²;
- 4 módulos com metragens entre 7.214 m² e 11.961 m²;
- Piso de alta resistência (capacidade para até 6 toneladas/m²) e nivelamento a laser;
- Sistema completo de segurança contra incêndio com sprinklers ESFR, de acordo com a norma NFPA;
- Pé-direito livre de até 12,70 m;
- Áreas comuns:
 - 2 Salas de treinamento - com possibilidade de junção para até 90 pessoas;
 - 3 Salas de reunião;
 - 2 Refeitórios;
 - Enfermaria;
 - Sala de segurança e portaria blindada;
 - Controle CFTV, alarme perimetral, garras de tigre e clausuras.



Figura 19 - Implantação do Empreendimento.

Fonte: A empresa.

²³ Apesar do projeto já estar definido pelo empreendimento do estudo de caso, seus parâmetros (como áreas, aproveitamento e custos) sofrerão flutuações para simular um momento anterior à concepção do produto.



Figura 20 - Perspectivas em 3D das edificações do Empreendimento.

Fonte: A empresa.

5.2 Considerações Iniciais da AQI

Para uma análise completa do ciclo de implantação do empreendimento, será considerado um momento anterior à aquisição do terreno. Ainda, define-se a moeda de referência desta análise como reais brasileiros (R\$) de fevereiro de 2013²⁴, porque esta é a data marco do início do empreendimento e assim estão os dados do cenário de comportamento construído.

Outra ressalva relevante é a de que opções de *funding* não foram incluídas na análise. Desta forma, o empreendimento é analisado como negócio independente e investido exclusivamente por capital da empresa desenvolvedora. Não são considerados financiamentos, parcerias com

²⁴ Como referência, a taxa de câmbio na época era de US\$ 1,00 = R\$ 1,98. Dado obtido da “Sisbacen PTAX800” (BRL/USD em 28/02/2013) do Sistema Gerenciador de Séries Temporais do Banco Central (<http://www.bcb.gov.br/?serietemp>).

fundos de investimento ou outra forma de levantar recursos com terceiros de forma a influenciar a relação risco-retorno imobiliária pura.

Na questão dos impostos, considerou-se somente aqueles inerentes à atividade imobiliária: ITBI e IPTU. Os impostos sobre a receita (como IR, CSLL, PIS e COFINS) não estão sendo levados em conta porque esta é uma análise que não está relacionada ao próprio empreendimento, mas sim ao ambiente de investimento no qual ele estaria inserido.

Caso, um empreendedor considerasse investir via FII, por exemplo, haveria a possibilidade sob certas condições de isenção de impostos sobre a receita e imposto sobre ganho de capital (na futura venda) em 20%, segundo a legislação vigente no momento em que esta pesquisa foi realizada. Em outro exemplo, caso o veículo escolhido fosse um Fundo de Investimentos em Participações (FIP) que investisse no imóvel através de uma Sociedade Anônima, haveria impostos sobre a receita, porém isenção na venda. Ou seja, essas condições dependem da situação jurídica, societária e tributária de cada investidor e não possuem configuração padronizada. Por esses motivos, os impostos na receita de locação e de venda do ativo foram desconsiderados.

5.3 Premissas e dados de entrada da simulação

O cenário referencial aqui proposto procura definir os valores das principais variáveis que afetam diretamente a rentabilidade e os riscos do empreendimento analisado de forma isolada, desconsiderando-se o ambiente societário do investimento. As premissas adotadas para a análise são as apresentadas de forma detalhada no APÊNDICE I – PARÂMETROS ADOTADOS NA MODELAGEM DO ESTUDO DE CASO.

De forma resumida, os parâmetros de entrada da simulação que influenciam diretamente a projeção de fluxo de caixa do empreendimento e que sofreram flutuação randômica dentro de uma faixa de valores são apresentados na Tabela 9.

Tabela 9 - Parâmetros de entrada da simulação que sofreram flutuação randômica de valores.

	Inferior	Referencial	Superior
IGP-M	5,00% a.a.	6,50% a.a.	9,00% a.a.
INCC	5,00% a.a.	7,00% a.a.	10,00% a.a.
01 Aquisição do terreno	0 meses	3 meses	6 meses
02 Aprovação dos projetos	4 meses	6 meses	12 meses
03 Implantação da Infraestrutura	4 meses	6 meses	8 meses
04 Execução da Edificação	10 meses	12 meses	18 meses
05 Entrega e Início das Locações	1 meses	1 meses	3 meses
05.1 Alcance da vacância de mercado	6 meses	12 meses	24 meses
06 Venda	1 meses	4 meses	12 meses
Coeficiente de Aproveitamento	45,00%	52,00%	55,00%
Taxa de Ocupação	60,00%	67,40%	70,00%
Projetos de Infraestrutura	80.830	85.084	89.338
Projetos de Edificações	1.890.441	1.989.938	2.089.435
Registro do Condomínio	293.646	309.101	324.556
Total Custos de Infraestrutura	3.161.217	3.161.217	3.635.400
Custo de Construção	79.903.657	79.903.657	87.894.023
Gerenciamento	2.397.110	2.397.110	2.636.821
Seguros e contingências	399.518	399.518	439.470
Valor de locação mensal (/m ²)	R\$ 15,00 /m ²	R\$ 19,00 /m ²	R\$ 30,00 /m ²
Custos de corretagem locação (no. de alugueis)	0,0	1,0	2,0
Vacância média	4,1%	7,4%	11,7%
Administração de carteira	2,0%	2,5%	3,5%
Inadimplência	1,0%	2,0%	5,0%
Fundo de Reposição de Ativos (FRA)	3,0%	3,5%	4,0%
Custo de condomínio	R\$ 1,40 /m ²	R\$ 1,50 /m ²	R\$ 1,90 /m ²
Custo do IPTU	R\$ 1,40 /m ²	R\$ 1,50 /m ²	R\$ 1,90 /m ²
Final de construção	0,0%	50,0%	100,0%
Meses até atingir vacância de mercado	6 meses	12 meses	24 meses
Marketing (%ROB)	1,0%	2,0%	3,0%
Comissão de venda	0,00%	4,00%	5,00%
Prazo de venda após atingir vacância de mercado	1 meses	4 meses	12 meses
α (fator alfa)	0,70	0,75	0,80

5.4 Simulação das Opções Reais

5.4.1 A Opção de Abandono (B)

Seguindo o Método explicado no item 4.2.1, duas variáveis precisam ser definidas e que até o momento não foram detalhadas: a média (μ) e o desvio padrão (σ) para o preço do terreno. Suas escolhas devem representar a expectativa de crescimento e a volatilidade de preços para os momentos posteriores à aquisição do terreno. Infelizmente não existe uma base de dados com preços históricos de glebas industriais segmentado por região. Portanto, não se pode calcular a média e desvio padrão históricos de preços de terrenos.

O levantamento de preços históricos de imóveis no Brasil é bastante recente, e ainda assim carece de especificidades por tipologia e região. Nesta pesquisa, a seguinte base de dados foi considerada para estimar a média e desvio padrão da variação mensal do preço do terreno: FipeZap Histórico. Esta é a mais longa série de preços de imóveis publicada no Brasil. Elaborada pela Fipe em parceria com o site Zap.com.br do grupo Estadão. O FipeZap Histórico é um índice semestral de preços anunciados que se iniciou em junho de 1975 e possuía seu último valor com data base em junho de 2015. Para o período de 1975 a 2008 o índice foi calculado com base na mediana da variação de preços em anúncios de jornais de imóveis em certas regiões da cidade de São Paulo e a partir de 2008 aproveitou valores divulgados no portal online²⁵.

Como tratamento dos dados desse índice, os seguintes ajustes foram realizados:

- Como o FipeZap Histórico não possuía valores para todos os meses exceto junho e dezembro (é semestral), estes foram interpolados linearmente pelo autor. Em termos de variância, esse ajuste é aproximado, uma vez que atenua possíveis quebras de tendência entre os semestres.
- Além disso, como o índice de inflação mais longo publicado no Brasil é o IPCA que se iniciou em dezembro de 1979 (IGP-M, por exemplo, iniciou-se em junho de 1989), o FipeZap Histórico foi corrigido por este índice inflacionário desde dezembro de 1979 até junho de 2015.

Para se obter a média e desvio padrão estimados, dois períodos de análise foram considerados:

- i) Uma série de longo prazo (mais de 32 anos) levando em conta o período máximo de dezembro de 1979 e fevereiro de 2013. Os valores obtidos foram:
 - a. Média (μ) de 0,17% a.a.
 - b. Desvio padrão (σ) de 3,52% a.a.
- ii) Uma série com 18 anos (de janeiro de 1995 a fevereiro de 2013) considerando somente o período pós Plano Real, eliminando assim possíveis flutuações de preços no período

²⁵ Para a metodologia completa do FipeZap, acessar:
<http://www.fipe.org.br/pt-br/indices/fipezap/#metodologia>

de altas inflações em que o país passou na década de 1980 e início dos anos 90. Os valores obtidos foram:

- a. Média (μ) de 0,40% a.a.
- b. Desvio padrão (σ) de 1,45% a.a.

O crescimento de preços reais (μ) da série mais curta acima da série de longo prazo e a menor volatilidade (σ) foram, possivelmente, provocados pela maior estabilidade da moeda dos últimos anos.

Com as variáveis que influenciam o preço do terreno estabelecidas, a opção de abandono foi modelada seguindo a Equação 28 no MS Excel com o preço do terreno variando mensalmente até três datas-marco:

- Início da Fase 02 Aprovação dos projetos;
- Início da Fase 03 Implantação da Infraestrutura;
- Início da Fase 04 Execução da Edificação.

5.4.2 A Opção de Adiamento (C)

A opção de adiamento do projeto é simulada adiando-se o empreendimento por 6 meses nas fases de Aquisição do Terreno (01), Aprovação dos Projetos (02), Execução da Infraestrutura (03) e Edificação (04).

A opção de atraso leva em consideração os custos extras que a pausa provoca, como o desembolso com segurança patrimonial e IPTU do terreno por seis meses adicionais. A correção pelo índice de inflação desses e de todos os demais fluxos de caixa postergados também é considerada, evitando-se um possível “ganho” pela falta dessa correção.

5.4.3 A Opção de Faseamento (D)

É simulada a opção de faseamento da execução em 2 etapas com 50% ABL (área bruta locável) cada, com um intervalo de 12 meses entre o início das execuções.

O custo de implantação da etapa postergada também é corrigido pela projeção do INCC e quando as locações se iniciarem, elas acompanharão a projeção do IGP-M em linha com a etapa construída anteriormente até a venda do ativo inteiro.

5.4.4 Opções Combinadas (ABCD)

Por fim, as opções são simuladas concomitantemente capturando o valor simultâneo que elas agregam ao projeto. Um total de 500 simulações é realizado com a flutuação randômica dos parâmetros em que se definiu uma distribuição probabilística, seja equiprovável, normal ou lognormal. Em seguida, registra-se a TIR e o VPL de cada simulação para verificar seu comportamento.

Dado o valor do investimento, muitas vezes a possibilidade de exercer uma opção, principalmente nos períodos iniciais, não seria executada apenas com o critério da maior TIR, uma vez que o capital reservado para concluir o projeto não foi majoritariamente desembolsado. Definiu-se então um filtro no indicador da TIR para evitar que as opções tenham como único critério seu valor máximo. O filtro em questão é um VPL que gere mais de um determinado valor quando comparado ao cenário do plano referencial. Neste estudo de caso, esse valor adicional foi arbitrado pelo autor em R\$ 5 milhões, mas poderia ser qualquer outro valor que reflita o ganho marginal mínimo que justificaria uma mudança de estratégia no projeto para seus investidores. Isso significa que, a TIR considerando uma opção só será considerada atrativa quando provocar um retorno para o investidor adicional de (ΔVPL) R\$ 5 milhões em termos efetivos na data-base.

Como exemplo de aplicação desse filtro pode-se supor um cenário em que a TIR do plano referencial atinge 5,0% com um VPL de R\$ 5,6 milhões enquanto, por exemplo, a da opção de abandono antes do início da implantação da infraestrutura atinge 8,00% com um VPL de 5,8 milhões. Sem o filtro, a segunda opção seria considerada, porém com ganhos líquidos de R\$ 200 mil (diferença simples entre os dois VPLs), valor muito pequeno para justificar uma mudança de estratégia de saída do investimento.

Portanto, para a amostra com todas as simulações são recolhidos os seguintes indicadores:

- A: Plano referencial: TIR e VPL sem opções;
- B: Opção de abandono - escolhe os melhores indicadores entre os 3 momentos de abandono (B1/B2/B3):

- TIR e VPL com e sem filtro de VPL com alta volatilidade do terreno;
 - TIR e VPL com e sem filtro de VPL com baixa volatilidade do terreno;
- C: Opção de adiamento - escolhe os melhores indicadores entre os 4 momentos de adiamento (C1/C2/C3/C4): TIR e VPL com e sem filtro de VPL;
- D: Opção de faseamento: TIR e VPL com e sem filtro de VPL;
- ABCD - Opções combinadas: registra o melhor de todos os cenários acima com ou sem filtro, separando apenas as simulações com alta e baixa volatilidade do terreno.

6 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Após a apresentação do processo da Simulação considerando suas variáveis de entrada e a acoplagem das opções reais no fluxo de caixa do empreendimento do estudo de caso no capítulo anterior, os resultados das simulações são apresentados neste capítulo quanto aos movimentos financeiros do projeto e quanto aos indicadores da qualidade de investimento, considerando seus valores referenciais e médios, além de gráficos de frequência para todas as situações identificadas (A, B, C, D e ABCD) e as discussões decorrentes desses resultados.

6.1 Fluxo de Caixa no Cenário Referencial

A partir das premissas adotadas, foi possível projetar os investimentos e rendimentos disponíveis esperados para o empreendimento, considerando o período de implantação, início das locações e venda do empreendimento. O fluxo mensal está disponível para consulta no Apêndice II. Na Tabela 10 é apresentado um quadro resumindo os fluxos anuais de caixa obtidos na simulação.

Tabela 10 - Fluxo de Caixa no Cenário Referencial (R\$ mil)

Ano	1	2	3	4
01 - Aquisição do Terreno				
<i>Due Diligence</i>	(81)	-	-	-
Preço	(25.929)	-	-	-
ITBI Compra do Imóvel	(519)	-	-	-
<i>Broker Fee</i> - Imóvel	-	-	-	-
Custos de Registro	(65)	-	-	-
IPTU Anual	(36)	(66)	(35)	-
Segurança patrimonial	(90)	-	-	-
02 - Aprovação dos projetos				
Projetos de Infraestrutura	(88)	-	-	-
Projetos de Edificações	(2.064)	-	-	-
Registro do Condomínio	-	(336)	-	-
03 - Implantação de Infraestrutura				
Custos de Infraestrutura	(557)	(2.835)	-	-
04 - Execução de Edificações				
Custo de Construção	-	(51.884)	(38.334)	-
Gerenciamento	-	(1.557)	(1.150)	-
Seguros e Contingências	-	(259)	(192)	-
05 - Locação				
Marketing	-	-	(165)	(170)
Valor de Locação Mensal	-	-	4.726	12.138
Custos de Corretagem Locação	-	-	(131)	(337)
Administração de Carteira	-	-	(118)	(303)
Inadimplência	-	-	(95)	(243)
Fundo de Reposição de Ativos (FRA)	-	-	(165)	(425)
Custo de Condomínio	-	-	(252)	(144)
Custo do IPTU	-	-	(252)	(143)
06 - Venda				
Valor de Venda	-	-	-	153.035
Comissão de venda	-	-	-	(6.121)
Fluxo Nominal	(29.430)	(56.937)	(36.163)	157.286
Fluxo Real (eq. ef. acima do IGP-M)	(28.773)	(51.618)	(31.824)	124.429

6.2 Indicadores no Cenário Referencial

Os indicadores da qualidade de investimento selecionados para avaliar o empreendimento foram a TIR e o VPL, os quais puderam ser calculados a partir do fluxo de caixa mensal do cenário referencial e apresentados na Tabela 11.

Tabela 11 - Indicadores do Cenário Referencial.

	Cenário Referencial	Critério de decisão
TIR real (a.a. eq. ef.)	4,49%	> 16%
VPL	R\$ (20.173.380)	> R\$ 0,00

A principal observação quanto aos indicadores é de que ambos não atenderam aos critérios definidos para a tomada de decisão. A TIR calculada em termos reais atingiu 4,49%, isto é, ao ano equivalente efetiva acima do IGP-M. Seu valor é, no entanto, muito abaixo da taxa de 16% definida como atrativa para um desenvolvedor. Por consequência, o VPL não superou o valor mínimo de zero, conforme regras clássicas de sugestão de viabilidade com referência a este indicador. A interpretação de seu valor negativo é de que o projeto precisaria gerar R\$ 20,2 milhões da data base de valor adicional para ser considerado atrativo.

O comportamento probabilístico da TIR como do VPL, com a distorção dos dados de entrada nos intervalos estipulados, serão apresentados no Gráfico 5 e Gráfico 6, respectivamente, facilitando a comparação com as opções reais.

Nos cantos inferiores direitos dos gráficos, são indicados os valores dos indicadores TIR e VPL para uma dada frequência na amostra simulada. Por exemplo no Gráfico 5, apesar da TIR no cenário “estático” da Tabela 10 apontar para 4,49% a.a., 5% da amostra apresentou valores inferiores a 0,56% a.a., 50% da amostra apresentou valores inferiores a 9,36% a.a. e 95% da amostra apresentou valores inferiores a 21,89% a.a. De acordo com o mesmo gráfico, o percentual de resultados inferiores a 4,49% é, aproximadamente, 25%.

Quando se tem a distribuição da frequência de um indicador, ao invés de se definir um critério de tomada de decisão com um valor fixo, por exemplo, executar o projeto se a TIR for maior ou igual a 16% a.a. e VPL maior que zero, o critério de decisão passa a ser de frequência mínima. Uma adaptação do exemplo anterior seria: o critério para decisão é de TIR maior que 16% a.a. em 80% da amostra ou VPL maior que zero em 90% da amostra.

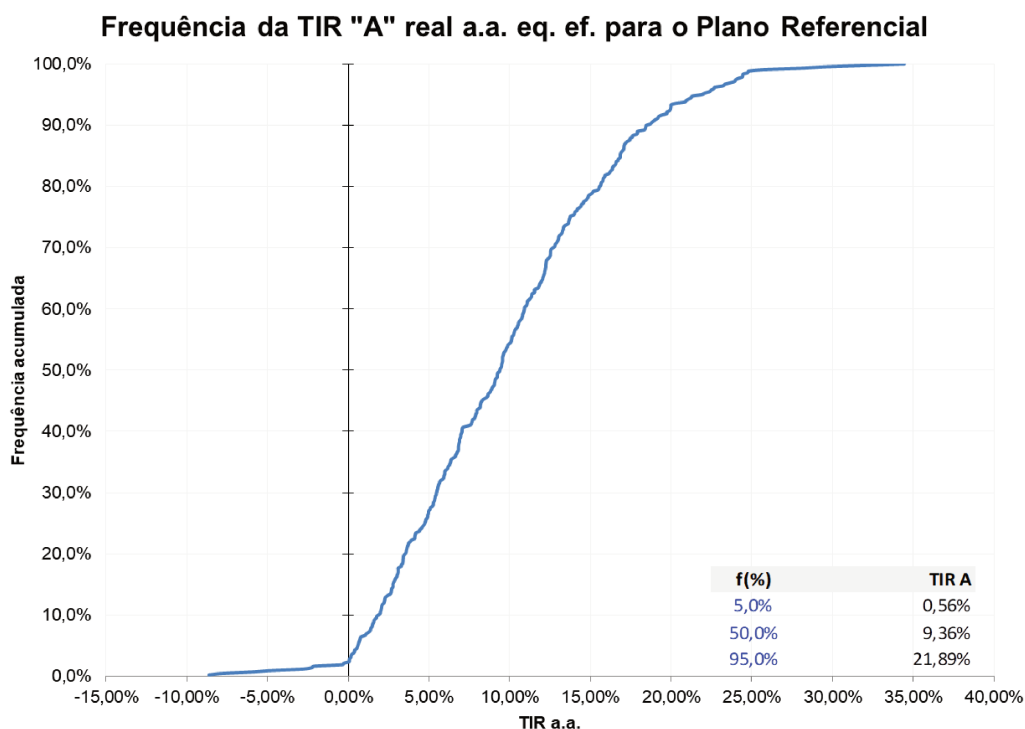


Gráfico 5 – Frequência acumulada da TIR sem opções.

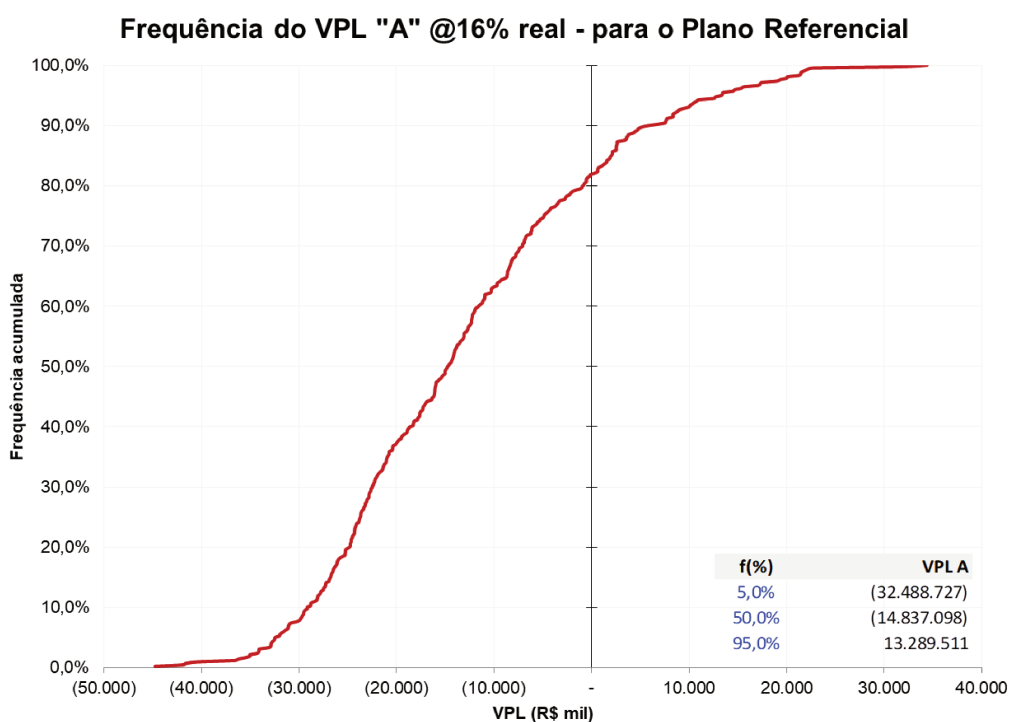


Gráfico 6 - Frequência acumulada do VPL sem opções.

Como o VPL é um indicador muitas vezes utilizado como critério de decisão quando seu valor é superior a zero, a leitura do Gráfico 6 aponta para a frequência acumulada de,

aproximadamente, 82% para o VPL em R\$ 0 (zero). Isto é, 82% da amostra com 500 simulações de cenários ficaram com VPL negativo e somente em 18% da amostra ele se mostrou positivo e justificaria o investimento no empreendimento.

6.3 Indicadores para a Opção de Abandono

O resultado da simulação de 500 cenários considerando a dispersão das variáveis a partir das premissas adotadas pela simulação de Monte Carlo, conforme explicado no item 4.2 Acoplagem das Opções Reais, os indicadores obtidos tem suas características apresentadas na Tabela 12.

Tabela 12 - Características dos indicadores extraídos considerando a opção de abandono.

Indicador:	Considera opção de abandono?	Volatilidade do terreno	Filtro para $\Delta VPL > R\$ 5 \text{ mi}$
TIR eq. ef.	Não	-	-
TIR Aband. +vol.	Sim	Alta	Não
TIR Aband. +vol. c/ filtro	Sim	Alta	Sim
TIR Aband. -vol.	Sim	Baixa	Não
TIR Aband. -vol. c/ filtro	Sim	Baixa	Sim
VPL ef.	Não	-	-
VPL Aband. +vol.	Sim	Alta	Não
VPL Aband. +vol. c/ filtro	Sim	Alta	Sim
VPL Aband. -vol.	Sim	Baixa	Não
VPL Aband. -vol. c/ filtro	Sim	Baixa	Sim

Os valores médios (μ) e desvios padrões (σ) desses indicadores são expressos na Tabela 13.

Tabela 13 - Indicadores para a Opção de Abandono

	TIR A (sem opções)	TIR B +vol.	TIR B +vol. c/ filtro	TIR B -vol.	TIR B -vol. c/ filtro
μ	9,75%	14,99%	14,39%	11,02%	10,88%
σ	6,68%	13,33%	12,44%	6,99%	6,73%
	VPL A (sem opções)	VPL B +vol.	VPL B +vol. c/ filtro	VPL B -vol.	VPL B -vol. c/ filtro
μ	(13.091.438)	(6.761.685)	(6.580.250)	(7.736.220)	(7.715.463)
σ	13.880.485	12.249.218	12.485.016	10.949.573	10.969.590

As distribuições de frequência acumulada da TIR para os 5 cenários de simulações são apresentadas no Gráfico 7, e para o VPL no Gráfico 8. A importância de se demonstrar essa distribuição está relacionada com a sensibilidade aos riscos (representados pela flutuação dos valores das premissas e parâmetros de entrada).

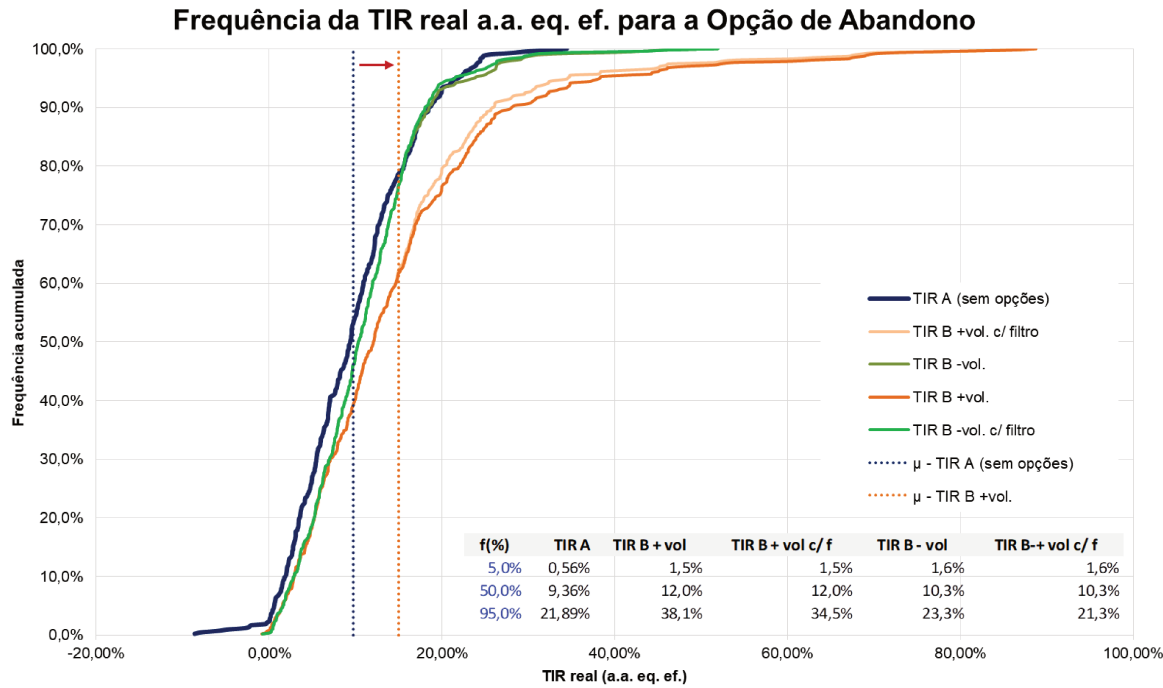


Gráfico 7 – Frequência acumulada da TIR “B” para a Opção de Abandono.

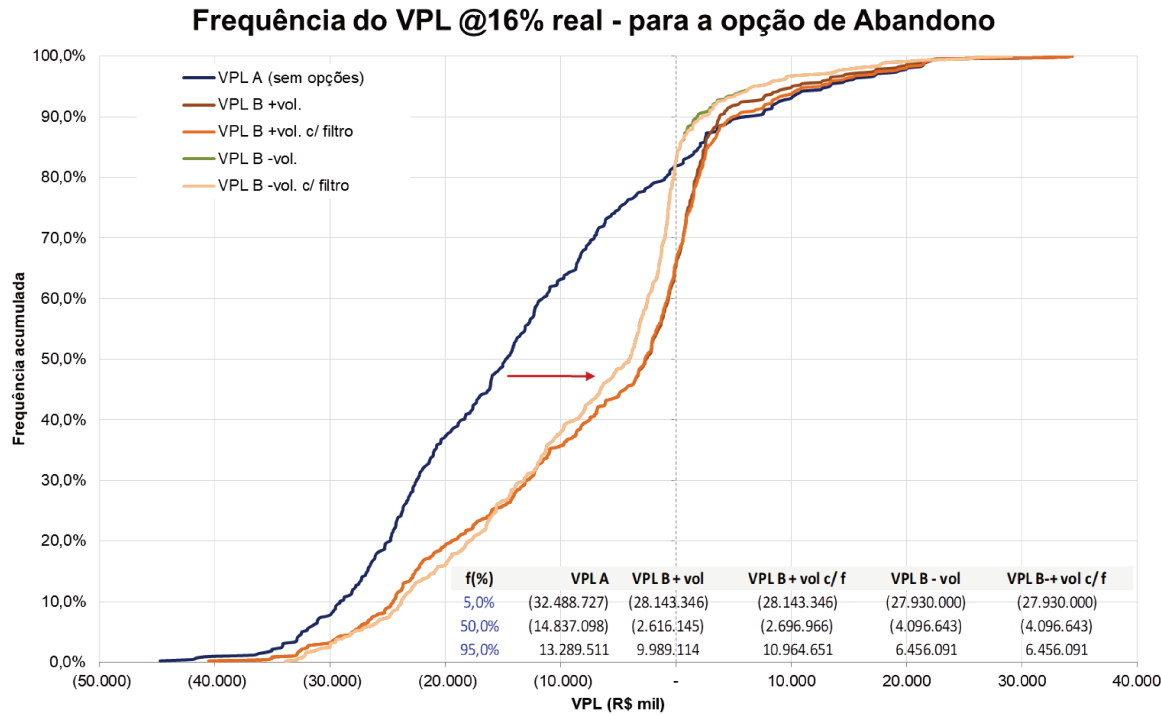


Gráfico 8 - Frequência acumulada do VPL “B” para a Opção de Abandono.

Outra forma de apresentar a mesma informação é indicada como no Gráfico 9, com a relação risco *versus* retorno, neste caso, entendido como o retorno (TIR real) no eixo “x” e sua variância medida pelo desvio padrão (σ – volatilidade da amostra) no eixo “y”. Com este gráfico, é

possível notar o caminho que o indicador percorreu ao ser influenciado pela opção real de abandono.

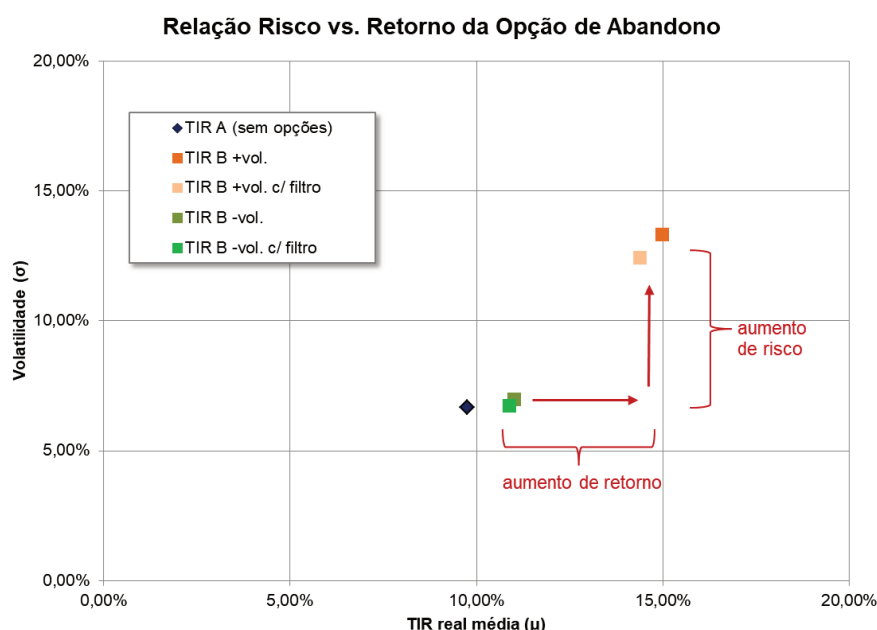


Gráfico 9 - Relação Risco (Volatilidade – σ) vs. Retorno (TIR real) da Opção de Abandono.

6.4 Indicadores para a Opção de Adiamento

Para a opção de adiamento, apresentam-se os valores médios (μ) e desvios padrões (σ) da TIR e do VPL na Tabela 14, considerando as simulações para cada momento de adiamento (C1 a C4) e simulações com e sem filtro de “VPL > R\$5milhões”.

Tabela 14 - Indicadores para a Opção de Adiamento.

	TIR A	TIR C	TIR C1	TIR C2	TIR C3	TIR C4	TIR C c/f
μ	9,75%	11,20%	10,91%	9,97%	9,96%	9,89%	10,55%
σ	6,68%	6,75%	6,94%	6,76%	6,73%	6,70%	6,48%
	VPL A	VPL C	VPL C1	VPL C2	VPL C3	VPL C4	VPL C c/f
μ	(13.091.438)	(9.573.914)	(9.751.176)	(12.386.749)	(12.457.825)	(12.684.237)	(12.671.164)
σ	13.880.485	13.654.187	13.596.668	13.973.429	13.971.238	13.980.058	14.021.894

Também se apresentam o Gráfico 10 da distribuição de frequências da TIR e o Gráfico 11 da distribuição de frequências do VPL das simulações realizadas.

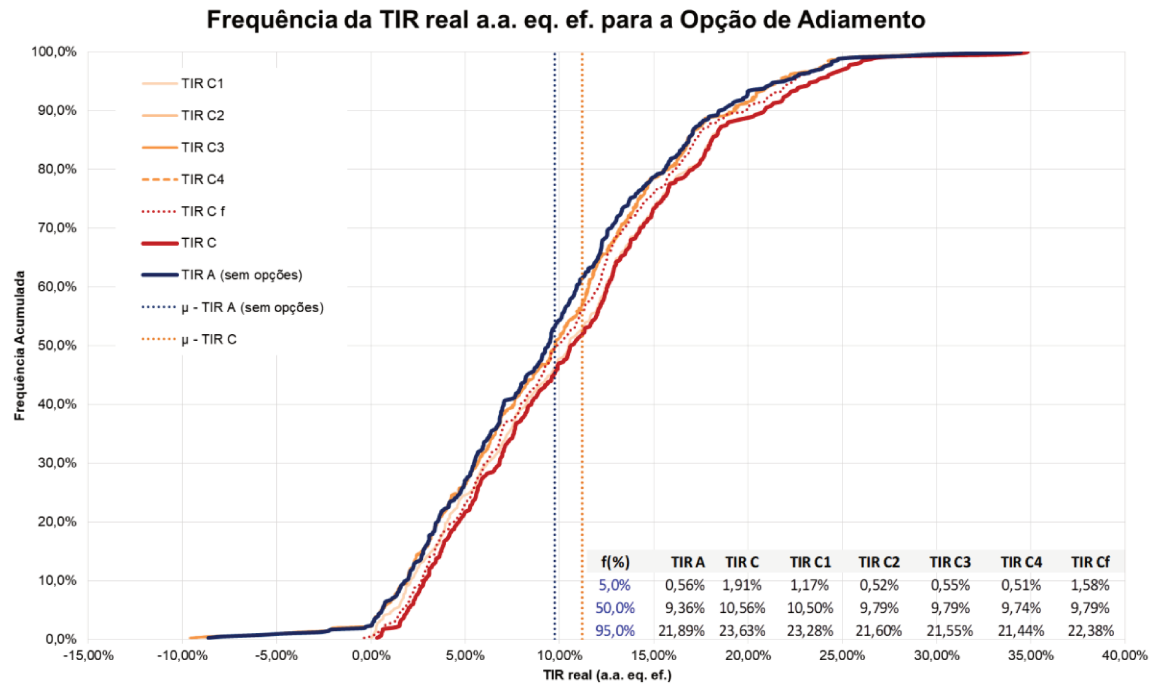


Gráfico 10 - Frequência acumulada da TIR “C” para a Opção de Adiamento.

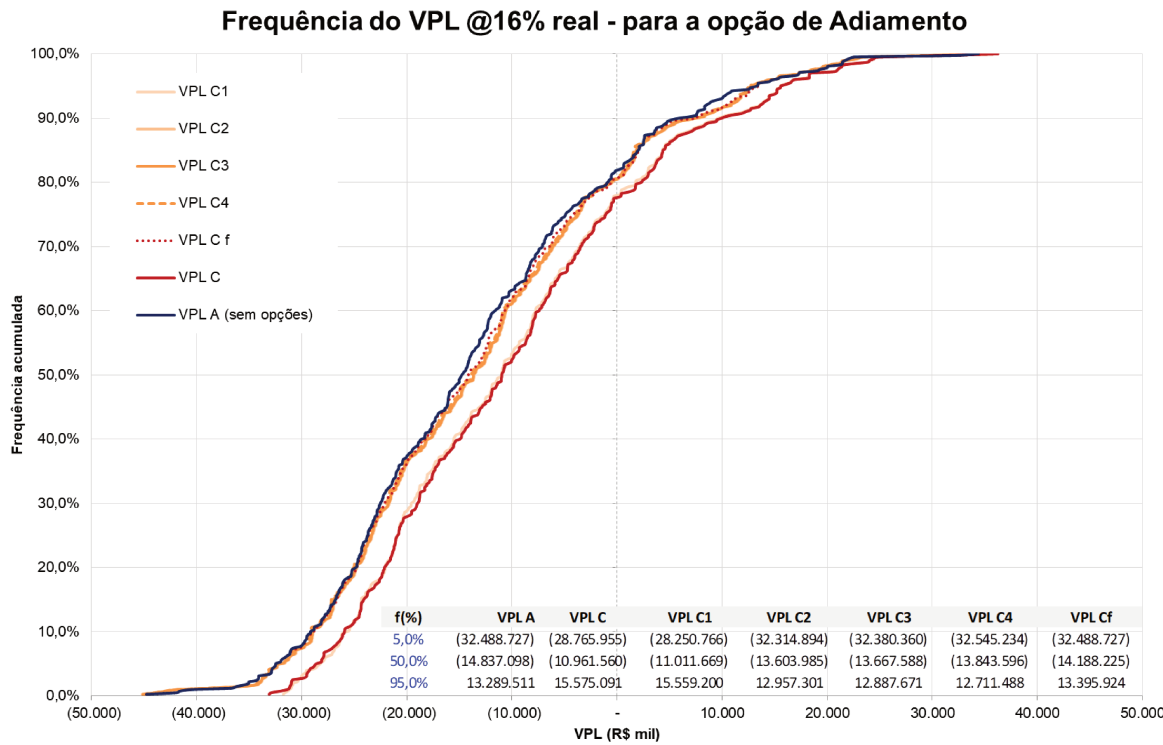


Gráfico 11 - Frequência acumulada do VPL “C” para a Opção de Adiamento.

6.5 Indicadores para a Opção de Faseamento

Para a última opção real analisada de forma individual, de faseamento, também se apresentam os valores médios (μ) e desvios padrões (σ) da TIR e do VPL na Tabela 15, considerando as simulações com e sem filtro de “ $\Delta VPL > R\$5$ milhões”.

Tabela 15 - Indicadores para a Opção de Faseamento

	TIR A	TIR D	TIR D c/f
μ	9,75%	9,60%	9,75%
σ	6,68%	6,55%	6,68%
	VPL A	VPL D	VPL D c/f
μ	(13.091.438)	(14.339.038)	(13.091.438)
σ	13.880.485	14.632.201	13.880.485

O Gráfico 12 mostra a distribuição de frequências da TIR enquanto o Gráfico 13 a distribuição de frequências do VPL das simulações para a opção de faseamento.

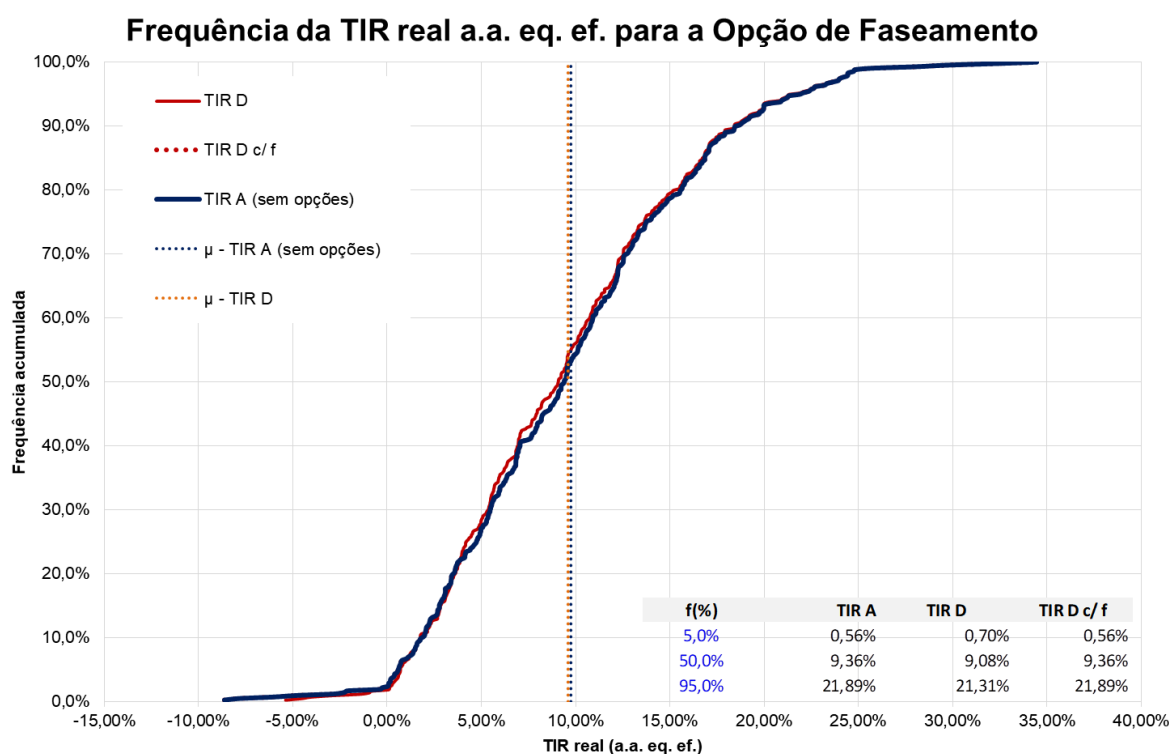


Gráfico 12 - Frequência acumulada da TIR “D” para a Opção de Faseamento.

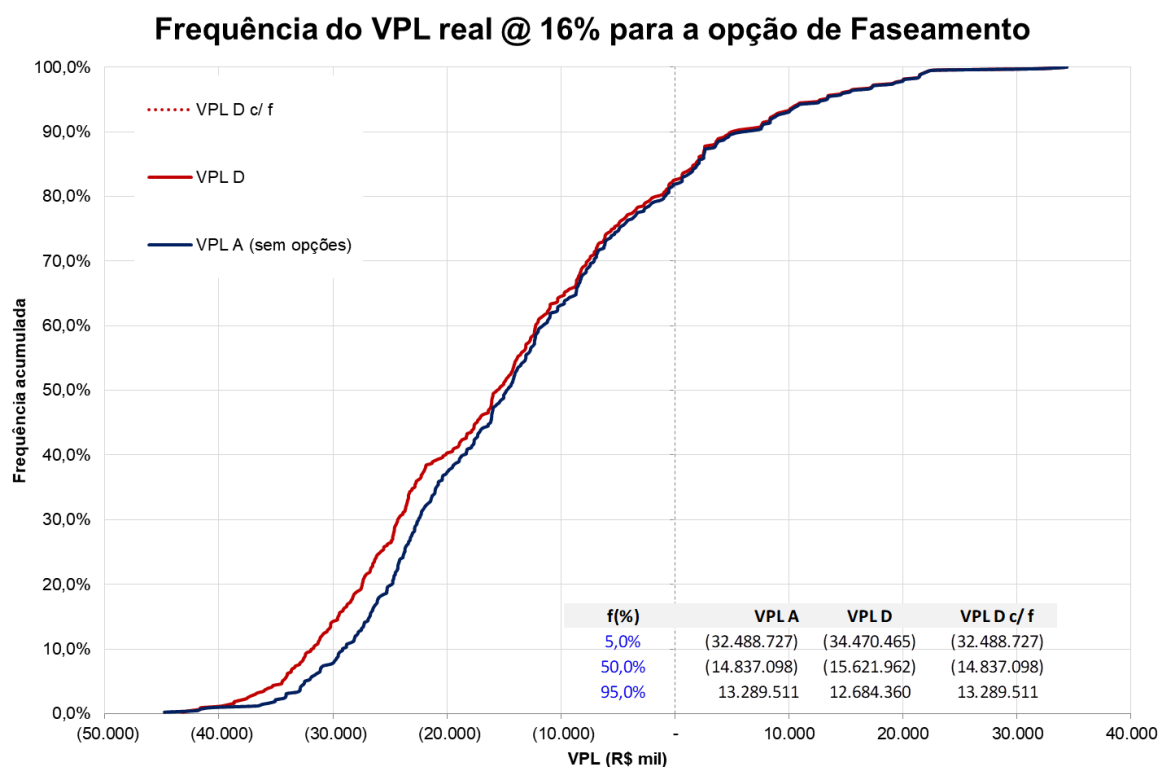


Gráfico 13 - Frequência acumulada do VPL “D” para a Opção de Faseamento.

6.6 Indicadores para as Opções Combinadas

Por fim, apresentam-se o Gráfico 14 da TIR e Gráfico 15 do VPL, considerando todos os cenários (com e sem opções reais).

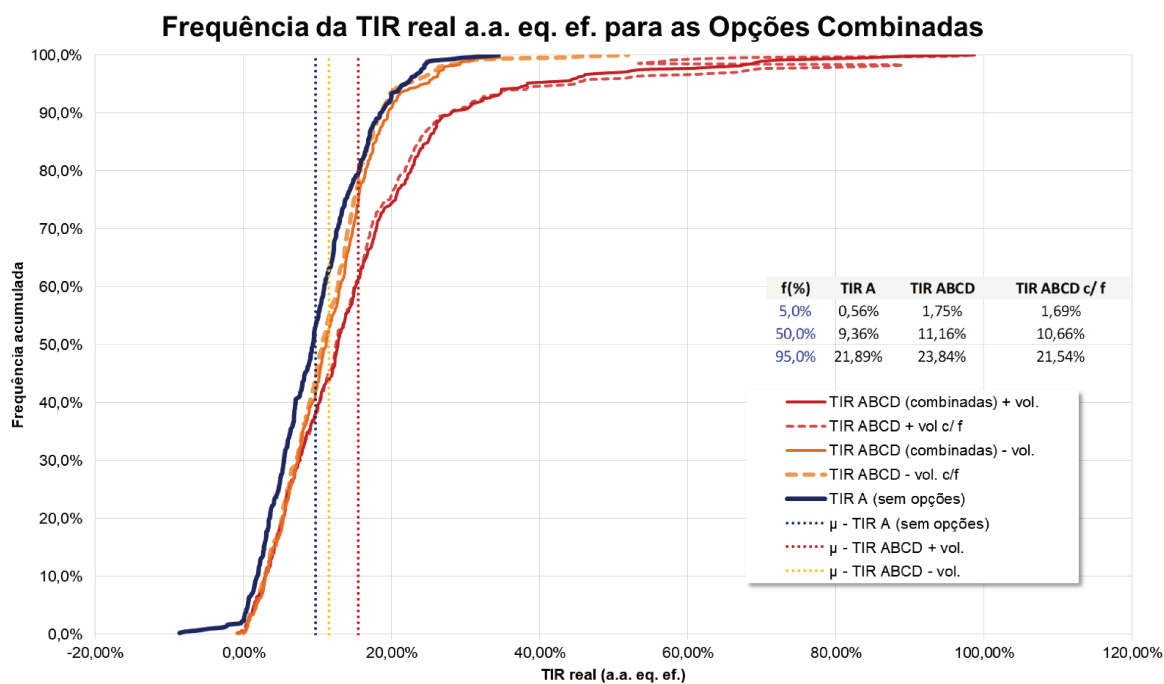


Gráfico 14 - Frequência acumulada da TIR “ABCD” para as Opções Combinadas.

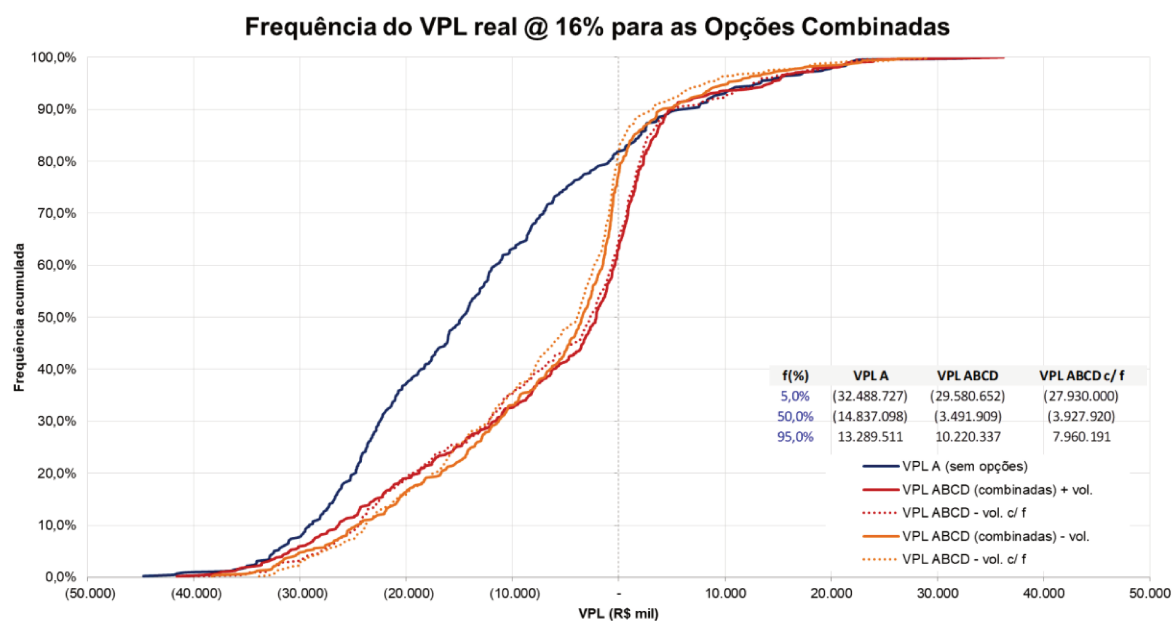


Gráfico 15 - Frequência acumulada do VPL “ABCD” para as Opções Combinadas.

6.7 Discussões

A pesquisa se iniciou a partir da identificação de uma questão com relevância prática: a consideração das opções reais e flexibilidades de um empreendimento pode ter valor que altere a tomada de decisão do desenvolvedor? Essa questão ficou restrita para o desenvolvimento de empreendimentos do segmento de Condomínios de Galpões Industriais e Logísticos.

O desenvolvimento da pesquisa sugeriu como método o Estudo de Caso para aplicação da TOR à rotina de análise da qualidade de investimento em EBI. Um empreendimento foi modelado com a construção de um cenário referencial com premissas com valor de referência e uma faixa de flutuação, desde o seu ciclo de implantação com informações de mercado de um empreendimento semelhante. Isso permitiu a projeção dos fluxos de caixa para o empreendimento e extração dos indicadores da qualidade econômica do investimento TIR e VPL e seu comportamento probabilístico dentro das condições estimadas.

Na sequência, as opções reais de abandono, adiamento e faseamento foram incluídas na análise, permitindo a exposição e comparação de resultados. Na Tabela 16 apresentam-se os valores da média (μ) e do desvio padrão (σ) dos indicadores escolhidos (TIR e VPL sem filtro de Δ VPL mínimo) para os 500 cenários simulados:

Tabela 16 - Indicadores reais (eq. ef. acima do IGP-M) para as Opções Combinadas comparadas ao Plano Referencial sem opções.

	TIR A (sem opções)	TIR B (abandono) + volatilidade	TIR B (abandono) - volatilidade	TIR C (adiamento)	TIR D (faseamento)	TIR ABCD (combinadas) + vol.	TIR ABCD (combinadas) - vol.
μ	9,75%	14,99%	11,02%	11,20%	9,60%	15,51%	11,54%
σ	6,68%	13,33%	6,99%	6,75%	6,55%	13,77%	6,81%
$\Delta \mu$	-	+5,25%	+1,27%	+1,46%	-0,15%	+5,76%	+1,80%
	VPL A (sem opções)	VPL B (abandono) + volatilidade	VPL B (abandono) - volatilidade	VPL C (adiamento)	VPL D (faseamento)	VPL ABCD (combinadas) + vol.	VPL ABCD (combinadas) - vol.
R\$							
μ	(13.091.438)	(6.761.685)	(7.736.220)	(9.573.914)	(14.339.038)	(6.354.542)	(6.699.825)
σ	13.880.485	12.249.218	10.949.573	13.654.187	14.632.201	13.133.620	11.704.474
$\Delta \mu$	-	+6.329.753	+5.355.218	+3.517.524	-1.247.600	+6.736.896	+6.391.613

Para facilitar a compreensão visual, elaborou-se o Gráfico 16, onde os valores da média e desvio padrão ($\sigma/2$ para cima da média e $\sigma/2$ para baixo da média) das taxas internas de retorno de cada situação da Tabela 16 são apresentados.

A primeira barra em azul escuro mostra a faixa de flutuação de um desvio padrão ($\sigma = 6,68\%$) e sua média (μ TIR = 9,75% a.a.) para a situação sem opções reais. Considerando a hipótese de alta volatilidade do terreno, as taxas TIR B + vol. (abandono), TIR C (adiamento) e TIR D (faseamento) compõe a “TIR ABCD + vol.” da situação de opções combinadas, assim como indicam as setas amarelas superiores. Com essa condição, o empreendimento tem uma TIR média de 15,51% consideravelmente mais alta que a situação sem opções. Em compensação, o ganho em rendimento é acompanhado por um aumento do desvio padrão de 6,68% para 13,77%, medida diretamente ligada ao aumento do risco do empreendimento.

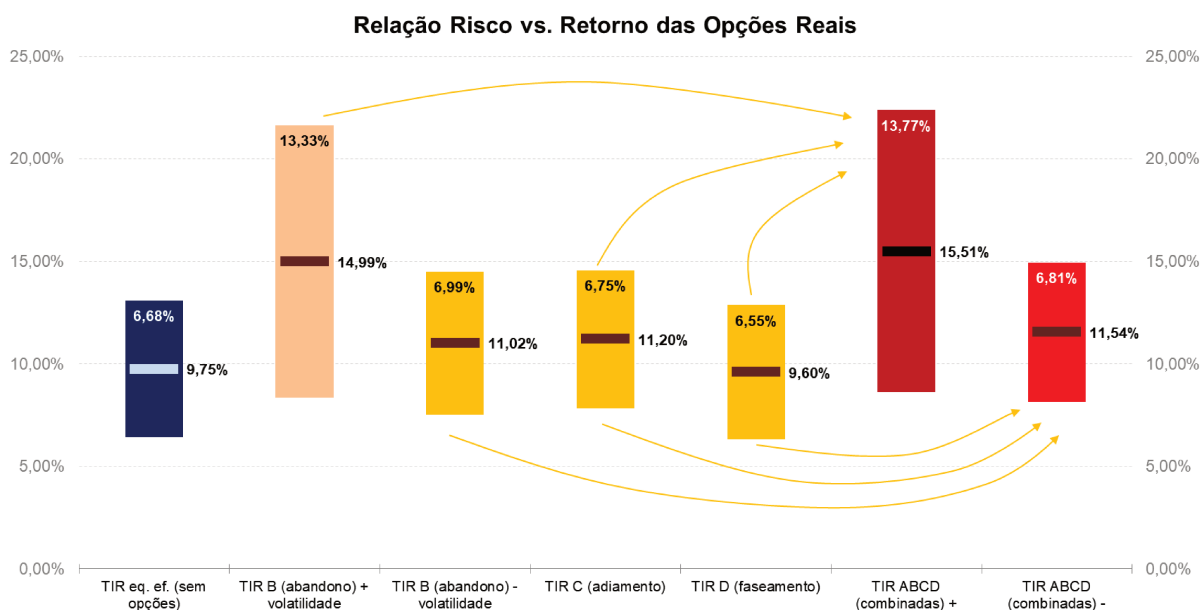


Gráfico 16 – Médias e desvios-padrão para as TIRs reais (a.a. eq. ef. acima do IGP-M) dos cenários simulados.

Já na hipótese de que os preços de terreno terão comportamento mais estável e menos volátil, as setas amarelas inferiores do Gráfico 16 mostram o conjunto de opções que formam a TIR ABCD - vol. (última barra vermelha) das opções combinadas, ainda com média superior à condição sem opções ($11,54\% > 9,75\%$).

Outra forma de apresentar os dados das simulações é através do Gráfico 17, em que a média das taxas internas de retorno é representada no eixo X enquanto os desvios-padrão são colocados no eixo Y, assim cada condição das colunas da Tabela 16 são pontos plotados nesse gráfico. Quanto mais à direita no eixo X, maior o retorno médio do ponto da condição e quanto mais acima do eixo Y, maior seu risco.

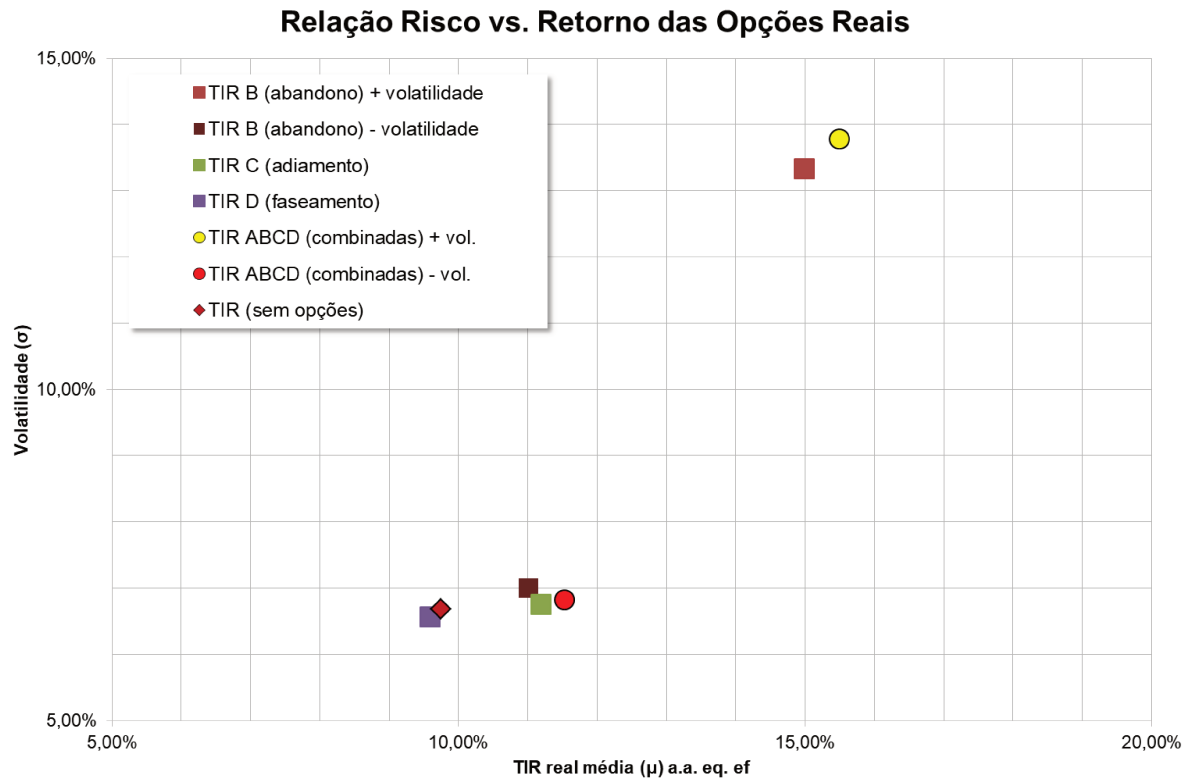


Gráfico 17 - Relação Risco vs. Retorno das Opções Reais nos eixos X e Y.

Quanto ao VPL para as situações simuladas, o Gráfico 18 mostra os valores médios obtidos em cada uma. Vale lembrar que esse indicador é melhor quanto maior seu valor, seu critério de decisão está associado a superar o valor zero. Nenhuma das médias do VPL foi um valor positivo, no entanto é possível perceber que, no geral, as opções reais (exceto pelo faseamento) contribuíram para que os VPL's médios subissem.

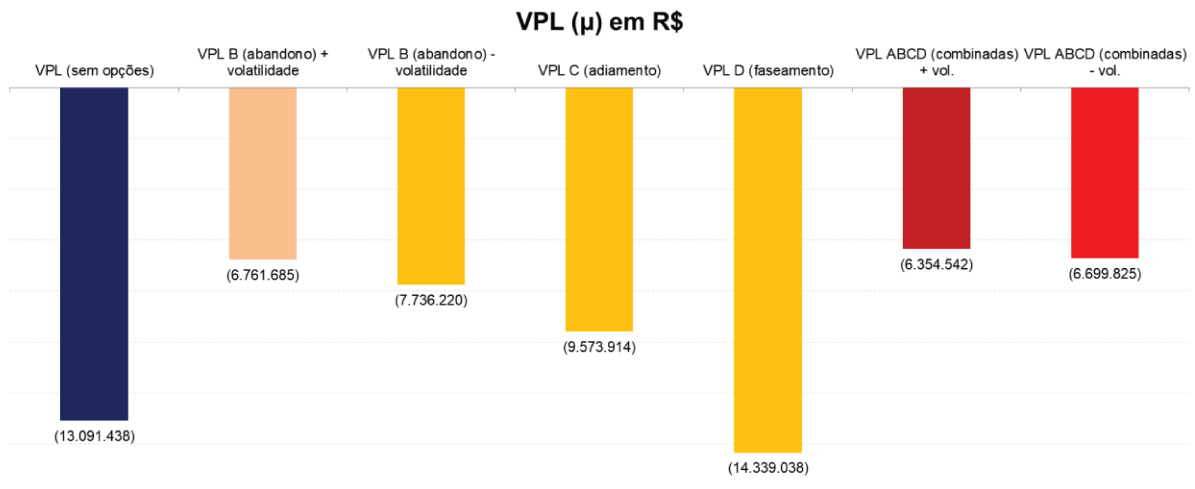


Gráfico 18 – Média dos VPL's para os cenários simulados.

Nesse sentido, algumas observações mais específicas sobre os resultados merecem ser citadas:

- Opção de Abandono: foi a opção que mais agregou valor à qualidade do investimento do empreendimento, reflexo desse efeito foi o acompanhamento dos indicadores das opções combinadas frente aos seus rendimentos. Além disso, houve associação entre o aumento da volatilidade do preço do terreno e a melhoria nos indicadores da qualidade econômica para a opção de abandono;
- Opção de Adiamento: observou-se leve aumento da média das taxas de retorno (11,20% > 9,75%) acompanhado de pequeno aumento do desvio padrão e, portanto, do risco associado à possibilidade de exercer essa opção;
- Opção de Faseamento: ao contrário das opções anteriores, a opção de faseamento não agregou mais retorno ao empreendimento, medido pela média das TIRs e VPLs registrados nas diversas simulações. As curvas de frequência desses indicadores da qualidade do investimento praticamente se sobrepuseram ao resultado do empreendimento sem efeito das opções reais, com singela diminuição do risco (medido pelo desvio padrão das taxas de retorno nos cenários simulados).
- Opções Combinadas: em ambas as hipóteses, de alta e baixa volatilidade do terreno, as opções combinadas agregaram mais retorno ao empreendimento, tanto nos cenários com e sem filtro de ΔVPL mínimo (de forma mais tangível pelo deslocamento à direita das curvas de frequência no Gráfico 14 e Gráfico 15). O principal componente para esse ganho de resultado foi a opção de abandono conforme observa-se os pontos “TIR ABCD (combinadas) + vol.” e “TIR ABCD (combinadas) + vol.” no Gráfico 17 muito próximos aos pontos “TIR B (abandono) + vol.” e “TIR B (abandono) - vol.”. Quanto ao VPL, o mesmo efeito de melhora é observado, com considerável deslocamento à direita das curvas de frequência considerando as opções reais no Gráfico 15. Por fim, observa-se que os filtros de ΔVPL mínimo atenuam os efeitos das opções reais, porém não o suficiente para descaracterizar a melhoria dos indicadores.

6.8 *Flexible Design* em Condomínios de Galpões Industriais e Logísticos

Como parte dos objetivos desta pesquisa é identificar quais são as características do desenvolvimento do produto “condomínio de galpões industriais e logísticos” sob a ótica do usuário (principalmente o operador logístico), incluindo a análise das opções reais existentes quanto às flexibilidades do projeto que o desenvolvedor imobiliário possa incorporar ao

empreendimento, as características técnicas do produto (elencadas no item 2.2.3) foram combinadas com as flexibilidades gerenciais (item 3.6).

Os tipos de flexibilidades (ou opções reais) que tipicamente aparecem nos grandes empreendimentos (como os condomínios de galpões) são os seguintes (GELTNER e DE NEUFVILLE, 2017):

- Faseamento da construção;
- Flexibilidade de mudanças de uso;
- Expansão horizontal e/ou vertical.

Para o caso específico do desenvolvimento de Condomínio de Galpões Industriais e Logísticos, objetos desta pesquisa, e com base nos exemplos descritos na literatura, um projeto flexível que se adapte a diferentes circunstâncias não previstas no início do seu investimento pode levar em conta:

- Adaptações para expansão, como:
 - Infraestrutura elétrica que permita um maior consumo de energia;
 - Portaria e acesso com maior capacidade de fluxo de veículos;
 - Área de escritório expansível, no caso de a relação entre área de armazenamento ou produção e área administrativa se alterar;
 - Local para estacionamento vertical (edifício garagem), caso não seja possível a expansão horizontal para este fim;
 - Estação modular de tratamento de efluentes;
- Adaptações para contração, como:
 - Implantação arquitetônica que facilite o parcelamento racional do imóvel com acessos independentes, de modo que se possa subdividi-lo em caso de venda parcial do condomínio;
 - Uso de método construtivo dos galpões que possa ser desmontado e reaproveitado em outro local, como estruturas metálicas;
- Adaptações para mudança de uso: além dos fins industriais leves e logísticos, o projeto dos galpões pode prever outros usos compatíveis com a edificação, caso a situação do mercado justifique, como:
 - *Call center*;
 - *Data center*;

- Cozinhas industriais;
- *Cold Storage* ou armazéns refrigerados;
- *Self-Storage* ou Guarda-móveis;
- Guarda-documentos (o qual exige maior pé-direito e sistema mais robusto de combate a incêndio);
- Indústria pesada (como espaço externo para instalação de equipamentos como tanques e reservatórios, caldeiras, destiladores, etc.);
- Geração de energia solar em telhados (a estrutura de cobertura deve prever maior resistência para suportar a sobrecarga das placas fotovoltaicas).
- Adaptações para prevenção de riscos: são ajustes construtivos para atender a requisitos futuros como:
 - Sistema independente de abastecimento de água, com poço subterrâneo ou tratamento de captação superficial, com reservatório prevendo demanda superior à inicialmente prevista;
 - Pavimentos externos e pisos internos com capacidade de carga superior aos disponíveis no mercado, prevendo um aumento das cargas dos veículos e equipamentos que utilizarão as instalações do empreendimento;
 - Pé-direito com dimensões maiores, prevendo um usuário com maiores exigências;
 - Aumento da distância entre pilares, ampliando as possibilidades de uso do espaço pelos usuários.

As sugestões listadas precisam sempre estar embasadas para justificar sua aplicação pela gerência do empreendimento, estimando-se as probabilidades associadas aos potenciais usos dos ajustes com os respectivos retornos potenciais. Isto significa que se não há histórico de crise hídrica ou abastecimento público de água deficiente numa região, por exemplo, talvez não seja necessário um sistema independente mais oneroso para o projeto.

7 CONCLUSÕES

Cumprindo com os objetivos desta pesquisa, o setor de desenvolvimento de condomínios de galpões industriais e logísticos foi caracterizado e, como objetivo específico, as características técnicas e requisitos do cliente inquilino do “produto galpão” foram levantados. Essa revisão bibliográfica pode ser utilizada como base de consulta para outros pesquisadores ou mesmo desenvolvedores, inclusive com o detalhamento do conceito de *flexible design* para criação de produtos imobiliários mais resilientes.

Após a definição do problema de pesquisa e desenvolvida a estrutura do tema pela revisão bibliográfica, chegou-se a uma versão da rotina da incorporação da TOR na AQI de empreendimentos de base imobiliária. Essa rotina teve seu método apresentado e detalhado ao longo deste trabalho.

No estudo de caso da aplicação da TOR, os resultados da simulação da AQI considerando as opções reais de um empreendimento da tipologia estudada mostraram que as opções reais podem, de fato, agregar valor considerável aos empreendimentos da tipologia de Condomínios de Galpões Industriais e Logísticos.

De forma mais específica, a TIR (indicador relacionado ao rendimento médio do capital investido no período do projeto) sofreu acréscimo considerando as opções combinadas de 1,85 pontos percentuais no cenário mais conservador (baixa volatilidade do terreno e sem filtro de ΔVPL mínimo) e 5,71 pontos percentuais para o cenário mais volátil e sem filtro.

Pôde-se inferir, também, que o valor da opção de abandono adquire maior relevância sobre as demais opções (adiamento e faseamento), sobretudo em cenários de alta volatilidade futura, uma vez que o critério definido para o estudo de caso (aprovar o desenvolvimento caso a TIR alcançasse um valor maior que a atratividade do investidor de 16% a.a. eq. ef.) quase foi atingido com esse cenário. De maneira oposta, para este tipo de empreendimento, a opção de abandono para o empreendimento do estudo de caso perde o seu valor em períodos de maior estabilidade de preços dos terrenos.

Contudo, como maiores rentabilidades sempre implicam em maiores riscos, a volatilidade das TIRs das simulações foi maior nos cenários mais instáveis. Esse comportamento pode ser claramente observado no Gráfico 17, que apresentou o caminho percorrido da TIR de cenários

estáveis para cenários mais voláteis. Logo, a flexibilidade gerencial oferecida pelas opções reais também acompanha inerentemente maiores riscos ao empreendimento.

Vale ressaltar que o risco aumenta caso o desenvolvedor considere a hipótese de exercer as opções ao longo do desenvolvimento do empreendimento e conforme ele tenha melhores informações para a decisão. As opções não necessariamente precisam ser exercidas, apenas a decisão de “exercer se necessário” é que adiciona o valor e o risco das opções ao empreendimento. Se o desenvolvedor descartar completamente a mudança de estratégia na implantação do empreendimento, isto é, ele decide não exercer nenhuma opção e seguir o plano referencial independente do cenário, então se podem considerar os resultados de menores retornos e riscos para a situação sem opções (“Simulação A”).

Analisando por outro indicador também medido, o VPL médio considerando as opções reais combinadas acrescentou entre R\$ 6,5 milhões e R\$ 7,2 milhões de valor ao projeto que tinha como investimento total de R\$ 126 milhões. A existência das opções reais de abandono, adiamento e combinadas deslocou a curva de densidade acumulada do VPL como observado no Gráfico 15 e, ainda, diminuiu a volatilidade deste indicador.

As opções reais de abandono e adiamento provocaram durante as simulações um aumento dos indicadores da qualidade do investimento TIR e VPL do projeto objeto do estudo de caso, principalmente em cenários de alta volatilidade do terreno, ao mesmo tempo em que aumentou o risco do empreendimento. Esse fato indicaria o poder das opções em informar o decisor durante cenários com grande incerteza, assim como o mercado brasileiro tem se comportado.

Contrapondo aos resultados das opções de abandono e adiamento, a opção de faseamento não mostrou melhora nos comportamentos dos indicadores da qualidade do investimento. Portanto, o desenvolvimento em fases de empreendimentos da tipologia estudada não parecem fazer sentido quando se adquire o terreno logo no início do projeto. Esse desembolso inicial para aquisição do imóvel tem um peso significativo no investimento total do projeto e exige remuneração alta pelo seu investimento. Ao estender o prazo do retorno pelo faseamento, a remuneração do projeto não ganha valor com o exercício desta opção.

Como toda pesquisa científica, este estudo não está isento de algumas limitações:

- A consideração de que os custos incorridos possam ser recuperados na liquidação do imóvel e a ausência de um desconto em relação ao preço de mercado do terreno num

cenário de venda forçada podem ser hipóteses muito otimistas que facilitaram a amplificação dos efeitos da opção de abandono simulada;

- A questão da liquidez na venda do ativo na opção de abandono é delicada, uma vez que negociações de altos valores financeiros costumam levar tempo para serem ofertadas e concluídas. O modelo pressupõe que seja possível sair do empreendimento em curto período de tempo (1 mês) no valor de mercado.
- A falta de evidência com dados históricos de muitas variáveis, as quais foram arbitrariamente atribuídas uma faixa de flutuação equiprovável, também representa um fator a melhorar os resultados da simulação;
- Não se considerou a correlação entre variáveis. Este fato pode provocar situações incompatíveis com a realidade como um cenário de baixa de preços de locação e alta vacância com alta no preço dos terrenos.

Considerando os resultados da simulação e o conjunto de limitações, é provável que a opção de abandono provoque um aumento tão significativo como o simulado somente em momentos de crescimento macroeconômico. O resultado pode ter sido superestimado em função das hipóteses de volatilidade de preços de terreno que incorporaram a subida de preços nos últimos anos, sendo este o fator mais sensível nos resultados desta pesquisa. Mesmo assim os efeitos das opções não são desprezíveis em cenários de alta volatilidade de preços conforme outros estudos da TOR em empreendimentos imobiliários já demonstraram.

Como recomendações para trabalhos futuros são sugeridos:

- A avaliação de outras opções como a de expansão, retração e mudanças de uso nos condomínios de galpões industriais e logísticos;
- A avaliação dos efeitos das mesmas opções reais (abandono, adiamento e faseamento) pelo método de Monte Carlo para outras tipologias de empreendimentos, como residenciais, hotéis, shopping centers e edifícios de escritório;
- A consideração de permutas (troca do terreno por participação no empreendimento) para EBI da tipologia de condomínio de galpões para os cenários considerando opções reais;

- A inclusão de correlação entre as variáveis no modelo proposto pode agregar mais proximidade com a realidade quando, por exemplo, o preço de locação e a vacância diminuem com certa harmonia ou quando o preço do terreno sobe junto com o aluguel;
- O estudo da flexibilidade do produto, tema que tem considerável potencialidade para ser incorporada nos produtos imobiliários, como na apresentação de uma rotina de análise para identificar quais atributos técnicos entregam mais valor aos empreendimentos frente aos seus custos de incorporação.

Uma cópia do arquivo de extensão “.xlsm” do MS Excel 2010 ® com a modelagem utilizada na pesquisa é disponibilizado no seguinte link: <http://bit.ly/modelo-opcoes-reais> para os interessados em acompanhar a mecânica de cálculo que envolveu a pesquisa.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AMATO, F. B. **Arbitragem de Valor: Uma Rotina de Análise para Empreendimentos de Base Imobiliária**. 2001. 145p. Dissertação (Mestrado) – Escola Politécnica – Universidade de São Paulo. São Paulo.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 14.653: Avaliação de Bens** – partes 1 e 4. Rio de Janeiro, 2001.
- BALLOU, R. H. **Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos / Logística Empresarial**. 5ª Ed. 616 p. Editora Bookman, Porto Alegre, 2006.
- BANZATO, E.; DA FONSECA, L. R. P. **Projeto de Armazéns**. 2008. 41p. Editora Imam, São Paulo.
- BARBOSA, L. S. **Viabilidade econômica em investimentos no mercado imobiliário: gerenciamento de risco e Opções Reais**. 93 p. Dissertação (Mestrado). Programa de Pós-Graduação em Engenharia Industrial da PUC-Rio. Rio de Janeiro, 2005.
- BELCHIOR, M. V. **A influência das negociações nos resultados financeiros de um empreendimento imobiliário residencial sob a ótica da teoria das opções reais**. 2008. Dissertação (Mestrado). UFSC, Florianópolis.
- BLACK, F.; SCHOLES M. The Pricing of Options and Corporate Liabilities. **Journal of Political Economy**, n. 81, p. 637 – 654, Mai-Jun, 1973.
- BOYLE, P. P. Options: A Monte Carlo Approach. **Journal of Financial Economics** n. 4:3, p. 323–338, 1977.
- BRUGUNGNOLI, V. F. **Opções Reais, Operações Urbanas e o Mercado Imobiliário na Cidade de São Paulo**. 2011. Tese (Doutorado). Escola de Administração de Empresas de São Paulo da Fundação Getúlio Vargas, São Paulo.
- CAPOZZA, D.; LI, Y. The Intensity and Timing of Investment: The Case of Land. **American Economic Review**, 84, 889–904, Setembro, 1994.
- CBRE **Marketview São Paulo & Campinas Industrial Parks**. Disponível em <<http://www.cbre.com.br/marketview>> Acesso em 03/09/2016.
- COLLIERS INTERNATIONAL. **Brasil – São Paulo – Research & Forecast Report**. São Paulo: Colliers, 2010. 4p.
- COSTA, A. I. **Contribuições da teoria das opções reais para análise econômica e financeira de empreendimentos imobiliários**. 2011. Dissertação (Mestrado). UFSC, Florianópolis.

COSTA LIMA, G. A. **Uma Proposta de Uso da Teoria da Preferência e das Opções Reais em Projetos de Exploração e Produção de Petróleo**. 2004. 228 p. Tese (Doutorado). Instituto de Geociências, UNICAMP, Campinas.

COPELAND, T., ANTIKAROV, V. **Opções Reais: Um novo paradigma para reinventar a avaliação de investimentos**. 2002. Ed. Campus, Rio de Janeiro.

COPELAND, T.; KOLLER, T.; MURRIN, J. **Valuation: Measuring and Managing the Valuation of Companies**; 3ª ed. Nova Iorque, John Wiley & Sons, 2000.

COX, J. C.; ROSS, S. A.; RUBINSTEIN, M. Option pricing: A simplified approach. **Journal of Financial Economics**, n. 7, p. 229-263, 1979.

CUSHMAN & WAKEFIELD. **MARKETBEAT Brasil Industrial 1T 2018**. São Paulo: [s.n.].

DE NEUFVILLE, R.; SCHOLTES, S. **Flexibility in engineering design**. Cambridge, Massachussets: MIT Press, 2011.

DIXIT, A.; PINDYCK, R. **Investment under Uncertainty**. 1994. Princeton University Press, Princeton.

FELLOWS, R.; LIU, A. **Research Methods for Construction**. 2008. 3ª ed. Willey-Blackwell, Oxford.

FLEURY, P. **Análise dos Condomínios Logísticos no Brasil - ILOS - Especialistas em Logística e Supply Chain**, 10 set. 2014. Disponível em: <<http://www.ilos.com.br/web/analise-dos-condominios-logisticos-no-brasil/>>. Acesso em: 12 maio. 2018

FORTUNATO, G. et al. Valor da Opção de Abandono em Lançamentos Imobiliários Residenciais Residenciais. **RAC-Eletrônica**, Curitiba, v. 2, n. 3, art. 10, p. 531-545, Set./Dez. 2008.

FRANCIOZI, L. H. S. **Operações built to suit antes e depois da Lei n. 12744/12: o estudo de caso do Hospital Infantil Sabará**. - 2013. 113p. Monografia de MBA. Escola Politécnica da USP, São Paulo.

GELTNER, D.; DE NEUFVILLE, R. **Real Estate Price Dynamics and the Value of Flexibility**. Real Estate Price Dynamics and the Value of Flexibility, p. 51, jun. 2017.

GELTNER, D. M., MILLER, N. G., CLAYTON, J. E EICHHOLTZ, P. **Commercial Real Estate Analysis and Investments**. 2006. Segunda Edição, Califórnia/EUA: Thomson Higher Education.

GONÇALVES, C. **Gestão de investimentos em projetos de construção civil considerando opções reais: um estudo de caso**. 2008. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal de Itajubá, Itajubá.

GRENADIER, S. R. Valuing lease contracts: A real-options approach. **Journal of Financial Economics**, n. 38, p. 297–331, 1994.

_____. Information Revelation Through Option Exercise. **The Review of Financial Studies**, 12:1, p. 95–129, 1999.

GUERINI, P. J. P. **Modelo para Análise da Qualidade do Investimento e Formatação do Preço Mínimo da Unidade Vendável para Loteamentos Residenciais Urbanos**. 2013. Monografia de MBA. Escola Politécnica da USP, São Paulo.

GUMA, A. et al. Vertical phasing as a corporate real estate strategy and development option. **Journal of Corporate Real Estate**, v. 11, n. 3, p. 144–157, 11 set. 2009.

IPEADATA **Macroeconômico: Índices Analíticos de Preços**. Disponível em <www.ipeadata.gov.br> Acesso em 08/04/2017.

JONES LANG LASALLE. **Perspectiva do segmento industrial no Brasil: logística e cadeia de suprimentos - Research and Market Intelligence**, dez. 2014.

JONES LANG LASALLE **On Point Pesquisa Imobiliária: Brasil Industrial – Galpões de alto padrão Perspectiva 2017**. 1º sem 2013. Disponível em <http://www.jll.com.br/brazil/pt-br/Relatorios/industrial> Acesso em 03/09/2016.

KALLIGEROS, K.; DE NEUFVILLE, R. Real options in system design: a methodological compromise and its implications. **10th Annual International Conference On Real Options: Theory Meets Practice**, Nova Iorque/EUA, 2006.

LAGE, E. L. D. C. **Avaliação de Projetos de Shopping Center: Aplicação da Teoria de Opções Reais**. Dissertação (Mestrado). PUC-Rio, Rio de Janeiro, 2011.

LAGE, M. L. **Avaliação de projetos de desenvolvimento de shopping centers: através da teoria de opções reais**. Dissertação (Mestrado). 93p. Escola de Pós-Graduação em Economia da Fundação Getúlio Vargas. Rio de Janeiro. nov. 2009.

MACHADO, T. F. **Condomínios modulares para fins logísticos na RMSP: Metodologia de avaliação**. Dissertação (Mestrado)—São Paulo: Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo, 2013.

MCCULLOUGH, B.D. Microsoft Excel's 'Not The Wichmann–Hill' random number generators. **Computational Statistics and Data Analysis** 52. 2008. Pág. 4587–4593.

MEDEIROS, P. Y. **Aplicação de Opções Reais no Mercado Imobiliário Residencial com Enfoque na Cidade do Rio de Janeiro**. Dissertação (Mestrado). PUC-Rio. Rio de Janeiro, 2001.

MERTON, R. C. Theory of Rational Option Pricing. **Journal of Economics and Management Science**, n. 4, p.p. 141-183, 1973.

MEYERS, S. C. Determinants of corporate borrowing. **Journal of Financial Economics**, Volume 5:2, p. 147-175. Novembro, 1977.

MINARDI, A. M. A. F. **Teoria de Opções Aplicada a Projetos de Investimento**. 2004, Editora Atlas, São Paulo.

MONETTI, E. **Análise de riscos do investimento em shopping centers**. 1996. 261p. Tese (Doutorado). Departamento de Engenharia de Construção Civil da Escola Politécnica da USP, São Paulo.

MORA, M. J. C. **Sistema de Certificação da Qualidade de Condomínios Logísticos no Brasil**. Dissertação (Mestrado)—São Paulo: Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2016.

PETRONI, D. P. S. **Análise do Mercado Imobiliário: Uma abordagem pela Teoria das Opções Reais e Teoria dos Jogos**. 2010. 138p. Dissertação (Mestrado). Departamento de Engenharia Industrial, PUC-Rio, Rio de Janeiro.

PINTO, C. de L. B. **Modelagem de Opções Reais com Processos de Reversão à Média em Tempo Discreto: Uma Aplicação na Indústria Brasileira de Etanol**. 2009. Tese (Doutorado). PUC-Rio, Rio de Janeiro.

QUIGG, L. Empirical Testing of Real Option-Pricing Models. **Journal of Finance**, 48:2, p. 621–640. 1993.

ROCHA, K. et al. Real estate and real options — A case study. **Emerging Markets Review**, v. 8, n. 1, p. 67–79, Março, 2007.

ROCHA LIMA JR, J. **Fundos de investimento imobiliário e títulos de investimento de base imobiliária**. São Paulo: EPUSP, 1994a. 33 p. (Boletim Técnico da Escola Politécnica da USP, Departamento de Engenharia de Construção Civil, BT/PCC/130).

_____. **Arbitragem de valor de portfólios de base imobiliária**. São Paulo: EPUSP, 1994b. 58 p. (Boletim Técnico da Escola Politécnica da USP, Departamento de Engenharia de Construção Civil, BT/PCC/132).

_____. **Análise econômica de empreendimentos de longo horizonte de maturação: indicadores avançados para análise da qualidade do investimento**. São Paulo: EPUSP, 2001. 25 p. (Boletim Técnico da Escola Politécnica da USP, Departamento de Engenharia de Construção Civil, BT/PCC/271).

_____. **Arbitragem de Valor de Hotéis**. São Paulo: EPUSP, 2000. 55 p. (Boletim Técnico da Escola Politécnica da USP, Departamento de Engenharia de Construção Civil, BT/PCC/267).

ROCHA LIMA JR. J., MONETTI, E. e ALENCAR, C. T. **Real Estate – Fundamentos para Análise de Investimentos**. 440 p. Ed. Elsevier. Rio de Janeiro, 2011.

RUSHTON, A.; CROUCHER, F.; BAKER, P. **The Handbook of Logistics & Distribution Management**. 4ª Ed. Kogan Page Limited, Londres, 2010.

SATTARNUSART, W. **Real Options in Real Estate Development Investment**. 2012 Master of Science. KTH Industrial Engineering and Management, Estocolmo, Suécia.

SERRA, R. G.; MARTELANC, R.; SOUSA, A. F. Empreendimentos Imobiliários com Permuta: Avaliação pela Abordagem da Teoria das Opções Reais (TOR). **Revista de Gestão e Projetos - GeP**, v. 3, n. 2, p. 146–177, Agosto, 2012.

SINDONI, A. S. **Aplicação de opções reais para avaliar uma aquisição de empresa do setor imobiliário brasileiro: estudo de caso**. 2014. Dissertação (Mestrado). FGV-EAESP, São Paulo.

TACHIBANA, L. H. **Gerenciamento de Riscos de Desenvolvimento em Empreendimentos Industriais/ Logísticos - O caso de um Condomínio Logístico em Ribeirão Preto**. 2013. Monografia de MBA. Escola Politécnica da USP, São Paulo.

TALEB, N. N. **The Black Swan - The Impact of the Highly Improbable**. Nova Iorque/EUA: Random House, 2007.

TITMAN, S. 1985. Urban Land Prices Under Uncertainty. **American Economic Review**, 75:3, p. 505–514, Junho, 1985.

TRIERVEILER, A. R. MIORANDO, R. F. KLIEMANN NETO, F. J. CORRÊA, R. G. F. DENICOL, J. CASSEL, R. A. Teoria das Opções Reais na análise de investimentos imobiliários. **XX I Congresso Brasileiro de Custos**, p. 14, Natal/RN, 2014.

TRIGEORGIS, L. **Real options: managerial flexibility and strategy in resource allocation**. 427 p. The MIT Press, Cambridge, 1996.

WILLIAMS, J. **Real Estate Development as an Option**. Journal of Real Estate Finance and Economics, 4:2, p.191–208, 1991.

YOSHIMURA, E. K. **Opções reais aplicadas na análise da qualidade de investimentos na construção civil**. 2007. Dissertação (Mestrado). Faculdade de Engenharia Civil e Arquitetura da Unicamp, Campinas.

ZHANG, N. **Apply Option-thinking in Long Term Infrastructure Investment: The Case of Commercial Real Estate**. Dissertação (Mestrado)—Cambridge, Massachusetts: Massachusetts Institute of Technology, 2010.

APÊNDICE I – PARÂMETROS ADOTADOS NA MODELAGEM DO ESTUDO DE CASO

I.1. Indicadores Econômicos

Para iniciar a descrição de premissas adotadas na modelagem do empreendimento, definem-se os índices de inflação que atualizarão os valores dos fluxos financeiros ao longo do tempo.

Para os custos vinculados à construção, como preço dos projetos, desembolsos com infraestrutura e edificações, adotou-se que caminhará ao passo do INCC, índice de inflação setorial da construção civil.

Ainda, para todas as demais contas expostas nos cenários de comportamento e que refletem sobre o fluxo de caixa explorado nesta AQI adotou-se que sofrem variação equivalente ao comportamento do IGP-M (Índice Geral de Preços – Mercado). O índice de inflação escolhido (IGP-M/FGV) é o mesmo utilizado para atualizar os contratos de locação dos imóveis, o qual atualizará a cada 12 meses.

A taxa de atratividade do investidor (t_{ai}) foi adotada em 16% ao ano equivalente efetiva (ganhos reais acima do IGP-M) no período do desenvolvimento²⁶, a mesma oferecida aos investidores do projeto. O autor arbitrou as taxas de atratividade setorial para os ciclos operacionais e períodos de exaustão em 9,0% a.a. eq. ef. E 8,5% a. a. eq. ef. com base na percepção que o autor teve das taxas de atratividade praticadas do mercado em fevereiro de 2013.

Para a projeção dos índices de inflação, os valores adotados refletem a percepção do autor após avaliar o comportamento a média móvel de 4 anos (horizonte da implantação do empreendimento) destes índices (Gráfico 19).

²⁶ Apenas como referência, a meta da taxa Selic em fevereiro de 2013 era de 7,25% a.a. e o IGP-M acumulado em 12 meses era de 8,29% a.a.

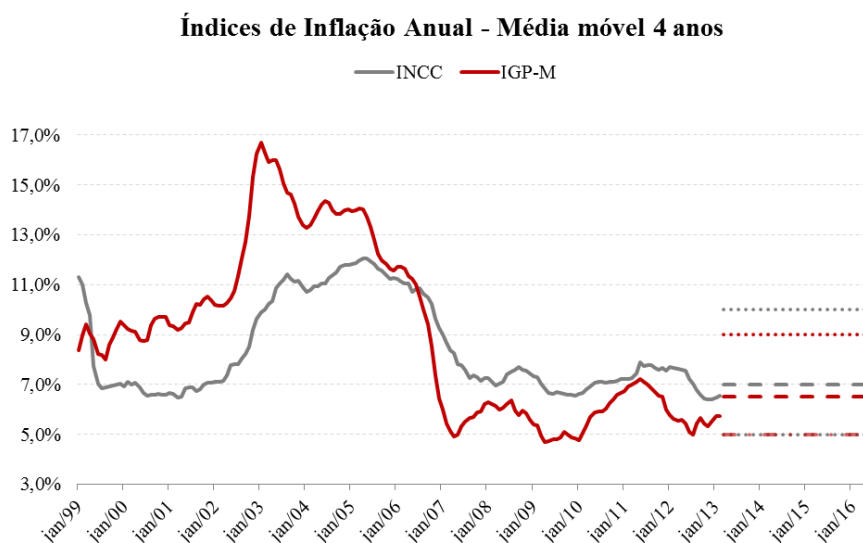


Gráfico 19 - Índices de Inflação Anual - Média Móvel de 4 anos - (Fonte: IPEADATA, 2017)

Os indicadores econômicos aqui discutidos têm seus valores resumidos na Tabela 17.

Tabela 17 - Indicadores Econômicos Adotados

Indicadores Econômicos	Inferior	Referencial	Superior
IGP-M	5,00% a.a.	6,50% a.a.	9,00% a.a.
INCC	5,00% a.a.	7,00% a.a.	10,00% a.a.
tai (taxa de atratividade do investidor)		16,00% a.a. eq. ef.	
tas (taxa de atratividade do setor) - operacional		9,00% a.a. eq. ef.	
tas (taxa de atratividade do setor) - exaustão		8,50% a.a. eq. ef.	

I.2. Características do Empreendimento

Quando se inicia os primeiros esboços de um projeto imobiliário a partir do terreno, os arquitetos e projetistas trabalham com o conceito de estudo de massas. Utilizando parâmetros de empreendimentos semelhantes e coeficientes arquitetônicos da legislação vigente, pode-se estimar o aproveitamento da gleba, isto é, o tamanho estimado para a área bruta locável dos galpões.

Partindo-se da metragem total da gleba (terreno natural), aplica-se um coeficiente de aproveitamento que indicará a área bruta de platô, ou seja, a área plana do terreno após as obras de infraestrutura. Este coeficiente foi estimado em 52% com base na implantação do empreendimento e suas perdas representam frações não aproveitadas por pertencerem, por exemplo, a áreas de proteção permanente, saias de taludes e doações para prefeitura.

Esse coeficiente é muito dependente da topografia do terreno (quanto mais acidentado, menor ele é) e também da forma como a aprovação de projetos é realizada. Quando o poder público

exige que a gleba sofra um parcelamento do solo seguindo a Lei Federal 6.766/1979, ficam estabelecidos alguns percentuais a serem doados para a prefeitura como sistema de circulação, área institucional e áreas verdes. A lei federal mencionada atribui aos municípios o papel de definir estes percentuais. O desenvolvedor teria os lotes remanescentes para executar as obras de edificações.

O empreendimento também pode ser aprovado seguindo a Lei Federal 4.591/1964 que dispõe sobre o condomínio em edificações e as incorporações imobiliárias. Neste caso, os percentuais de áreas não aproveitadas são mais brandos, favorecendo o tamanho do empreendimento.

Outro fator que é aplicado para se chegar à ABL final é a taxa de ocupação. Essa taxa indica o percentual de platô convertido em edificações. Este índice também é estabelecido pela “Lei de Zoneamento” ou “Lei de Uso e Ocupação do Solo” da cidade. Como esse índice arquitetônico leva em consideração a área total do terreno, é muito comum que os condomínios industriais e logísticos atendam com folga essa limitação. A taxa de ocupação do platô foi estimada em 67,40% no cenário referencial, resultando em 61.228,86 m² de ABL. Os 32,60% remanescentes do platô tornam-se áreas de manobra, estacionamento e paisagismo.

A Tabela 18 apresenta os valores do coeficiente de aproveitamento e taxa de ocupação para o cenário referencial e seus limites superiores e inferiores de flutuação. Estes limites representam a incerteza que a aprovação dos projetos possui e que podem resultar em ABL entre 47 mil m² e 67 mil m² para o empreendimento do estudo de caso.

Tabela 18 - Parâmetros das Características do Empreendimento

Características do Empreendimento			
	Inferior	Referencial	Superior
Metragem Bruta da Gleba		174.700,00 m ²	
Coeficiente de Aproveitamento	45,00%	52,00%	55,00%
Área Bruta de Platô	78.615,00 m ²	90.844,00 m ²	96.085,00 m ²
Taxa de Ocupação	60,00%	67,40%	70,00%
Área Bruta Locável	47.169,00 m ²	61.228,86 m ²	67.259,50 m ²

I.3. Cronograma de Implantação

O desenvolvimento de um empreendimento complexo como um condomínio de galpões exige um planejamento minucioso para que seus prazos sejam respeitados e o retorno do investimento ocorra conforme o previsto. Boas técnicas como *last planner*, PERT, linhas de base entre outras da disciplina de gerenciamento de projetos são frequentemente utilizadas pelas construtoras que prezam pelo rigor técnico. Neste estudo de caso, o cronograma de implantação será resumido

conforme as seis fases descritas na Figura 16, não entrando no detalhe de cada atividade da estrutura analítica do projeto, uma vez que, em termos financeiros, esse agrupamento em fases é suficiente para a projeção do fluxo de caixa.

A primeira fase, de Aquisição do Terreno, foi aqui estimada com duração de 3 meses, levando-se em conta prazos razoáveis de mercado para uma *due diligence* e registro notarial da aquisição. Este prazo poderia se estender até 6 meses, considerando uma eventual demora em obter uma certidão para o cartório ou discussão do contrato de compra e venda, ou até pode ocorrer em poucos dias, quando um corretor imobiliário já adiantou grande parte dos documentos necessários à diligência e registro.

A Aprovação de Projetos vem em seguida como a segunda fase, estimando-se um prazo médio de 6 meses no cenário referencial e considerando a contratação de profissionais experientes e que atendem prontamente exigências dos órgãos públicos. Em casos raros quando há apoio além do usual por parte do poder público, pode-se estabelecer 4 meses como limite inferior do prazo desta fase. Um exemplo dessa condição seria a priorização da aprovação do projeto por parte da prefeitura com objetivo de atrair novas empresas o quanto antes, seja para aumentar a oferta de empregos ou a arrecadação de impostos da cidade. Como limite superior da simulação, serão considerados 12 meses para se aprovar o projeto do condomínio. Este prazo pode ser ainda maior caso haja complicações ambientais no terreno como presença de poluentes devido a usos anteriores, vegetação nativa em estágios avançados ocupando porções relevantes ou mesmo a necessidade de retificação de área, processo que necessita da anuência de todos os confrontantes do imóvel. Complicações como estas são desconsideradas, pressupondo um processo de diligência eficiente.

Na sequência, serão estimados 6 meses para Execução da Infraestrutura, a Fase 03. Considera-se uma imprecisão de 2 meses nesse prazo, tanto para o limite inferior, supondo boa produtividade da equipe, como para o limite superior, neste supondo eventuais atrasos como chuvas além do planejado ou lentidão na entrega de materiais.

Um total de 12 meses foi considerado para a Fase 04 – Execução da Edificação. O adiantamento do prazo de uma construção não é frequente, assim, como limite inferior, estimou-se que a obra poderá ser encurtada em até 2 meses, somando no mínimo 10 meses de execução. Por outro lado, as complicações para conclusão poderão estender o prazo total em até 18 meses, em

virtude de ingerência, atrasos na entrega de serviços e materiais, chuvas, sinistros, ajustes de qualidade e outros tantos motivos conhecidos para justificar atrasos da construção.

Concluídas as obras de infraestrutura como as das edificações, há a Fase 05 da Entrega e Início das Locações. A entrega das obras ocorre imediatamente após a construtora responsável finalizar os serviços do contrato de construção firmado com o desenvolvedor. Neste estudo de caso, fixou-se 1 mês para o cenário referencial e limite inferior deste prazo. Esta entrega pode sofrer atrasos, aqui estimados em até 3 meses totais para a fase, considerando potencial morosidade da fiscalização municipal para emissão do certificado de conclusão da obra, documento essencial para legalmente permitir a ocupação dos inquilinos, ou da averbação da construção no Oficial Registro de Imóveis, que oficializa o condomínio.

Uma subetapa da Fase 05 é a prospecção de empresas inquilinas para que as locações atinjam a vacância de mercado (Período de Estabilização). Nesta etapa considerou-se 12 meses para ocorrer o treinamento de corretores, início dos investimentos em marketing, palestras em associações empresariais, parcerias com imobiliárias e consultorias, enfim, esforços que atraem locatários para o empreendimento, gerando caixa e justificando o investimento realizado. É claro que esta etapa não se encerra quando as locações se preenchem, porque a saída de inquilinos pelos mais diversos motivos acontecem ao longo do ciclo operacional e é importante que o nome do empreendimento seja sempre lembrado pelas empresas com potencial interesse em espaço e parceiros de captação de futuros clientes, mas com a ocupação intensificada dos galpões, o investimento nesta fase não será tão intenso. Apesar do nome da etapa, ele não significa que o empreendimento e sua equipe de gestão se satisfariam com a vacância de mercado, apenas que para esta simulação a premissa é de que a vacância média de mercado limitará o teto do percentual locado. Para o limite inferior, foram considerados 6 meses para esta etapa supondo carência de espaços na região e favorecendo a absorção da demanda. Também se estimou 24 meses para o empreendimento atingir a vacância de mercado no cenário do limite superior, uma vez que empreendimentos semelhantes podem concorrer diretamente com ele ou um desaquecimento repentino da economia pode esfriar os interesses de expansão ou mudança por parte das companhias.

Por fim, para encerrar o ciclo de investimento no empreendimento pelo desenvolvedor, estimou-se 4 meses para a Fase 06 de Venda, que ocorre após o empreendimento atingir níveis de vacância de mercado. Esta fase é semelhante à aquisição do terreno, mas como não se pode garantir a eficiência da contraparte na celeridade em fechar negócio, estimou-se 1 mês como

limite inferior, supondo a proposta de aquisição imediata por um comprador que já conhece o empreendimento nas suas fases anteriores, e 12 meses como limite superior, já que grandes negociações podem se alongar no processo de diligência e pagamento do preço. O perfil de compradores de EBI é de empresas profissionais em gestão patrimonial que muitas vezes possuem comitês internos de aprovação de aquisições com rígidas exigências. A verificação jurídica de todos os contratos de locação, documentos do imóvel, projetos, vistoria técnica das instalações, auditoria contábil e financeira dos valores recebidos e a receber são algumas das etapas que ocorrem em aquisições de grandes empreendimentos que diferem a venda.

A Tabela 19 resume os parâmetros de prazo aqui estimados conjuntamente com seus limites inferiores e superiores que serão considerados nas simulações de cenários distorcidos.

Tabela 19 - Cronograma de Implantação

CRONOGRAMA - Prazos e durações	Inferior	Referencial	Superior
01 Aquisição do terreno	0 meses	3 meses	6 meses
02 Aprovação dos projetos	4 meses	6 meses	12 meses
03 Implantação da Infraestrutura	4 meses	6 meses	8 meses
04 Execução da Edificação	10 meses	12 meses	18 meses
05 Entrega e Início das Locações	1 mês	1 mês	3 meses
05.1 Alcance da vacância de mercado	6 meses	12 meses	24 meses
06 Venda	1 mês	4 meses	12 meses

I.4. Fase 01 - Aquisição do Terreno

A partir daqui, serão justificados os parâmetros adotados de todas as entradas e saídas de caixa do empreendimento em cada fase, com objetivo de construir o fluxo de caixa do cenário referencial e dos cenários com os parâmetros estressados.

O preço utilizado do terreno, ou seja, o imóvel da gleba onde será implantado o empreendimento foi R\$ 25.928.974 que representa o valor unitário de R\$ 148,42/m² na data base.

Um custo vinculado à aquisição de qualquer imóvel é o ITBI, Imposto sobre Transmissão de Bens Imóveis cobrado pelas Prefeituras Municipais toda vez que a posse de um imóvel é transferida de nome por ato oneroso. O valor a pagar será considerado como a multiplicação da base de cálculo, valor de aquisição do terreno, pelo percentual da taxa deste imposto, estimado em 2%, somando R\$ 518.579.

Uma prática frequente no mercado é o pagamento de taxas para os corretores que prospectam, encontram uma oportunidade e levam para as empresas desenvolvedoras. Também conhecida de pelo termo em inglês *Broker Fee*, essa taxa foi desconsiderada supondo o pagamento

somente pela parte vendedora, isto é, o proprietário anterior do terreno fica responsável por remunerar a comissão de venda.

O processo de diligência já mencionado e caracterizado anteriormente foi estimado em R\$ 80.000 que incluem honorários ao escritório de direito imobiliário responsável pela parte jurídica, serviços de topografia responsável pela confirmação da área e suas divisas e a consultoria ambiental para verificação de potenciais passivos que possam prejudicar o empreendimento.

Os custos com o registro imobiliário foram estimados em 0,25% do preço do terreno. Nestes custos, estão inclusos os valores de escritura e averbação da transferência de propriedade na matrícula do imóvel.

Após a aquisição do terreno, duas contas permanecerão com o desenvolvedor até a conclusão das obras:

- IPTU: Imposto Predial e Territorial Urbano – cobrado anualmente pelas prefeituras, este imposto é pago mensalmente. Seu valor anual equivale a 4% do valor venal de referência, aqui estimados em R\$ 1.560.000.
- Segurança patrimonial: com o intuito de garantir a posse do imóvel, evitando possíveis invasões, considerou-se uma mensalidade de R\$ 15.000 referentes ao serviço de vigilância 24 horas.

Para resumir todos os parâmetros de custos da aquisição do terreno, apresenta-se a Tabela 20.

Tabela 20 - Parâmetros da Aquisição do Terreno

01 - Aquisição do Terreno		
Preço de referência	R\$ 148,42 /m²	R\$ 25.928.974,00
ITBI Compra do Imóvel	2,00%	R\$ 518.579,48
Broker Fee - Imóvel	0,00%	R\$ -
Due Diligence		R\$ 80.000,00
Custos de Registro	0,25%	R\$ 64.822,44
Total de custos de aquisição	2,6%	R\$ 663.401,92
Valor venal	R\$ 1.560.000,00	
IPTU anual	4,00%	R\$ 62.400,00
Segurança patrimonial (mensalidade)		R\$ 15.000,00

I.5. Fase 02 - Aprovação dos Projetos

A seguir são justificados os parâmetros para estimar os custos com aprovação de projetos e resumidos na Tabela 21:

Tabela 21 - Parâmetros da Aprovação dos Projetos

02 - Aprovação dos projetos		
	31/dez/13 (GUERINI,2013)	28/fev/13 Custo Pela Gleba Útil
Projetos de Infraestrutura		
Levantamento Planialtimétrico	R\$ 0,21 /m ²	R\$ 0,20 /m ²
Projeto urbanístico	R\$ 0,42 /m ²	R\$ 0,39 /m ²
Projeto de terraplenagem	R\$ 0,02 /m ²	R\$ 0,02 /m ²
Projeto de drenagem	R\$ 0,08 /m ²	R\$ 0,08 /m ²
Projeto sistema de água	R\$ 0,08 /m ²	R\$ 0,08 /m ²
Projeto rede coletora de esgoto	R\$ 0,08 /m ²	R\$ 0,08 /m ²
Projeto ambiental	R\$ 0,03 /m ²	R\$ 0,03 /m ²
Aprovação	R\$ 0,03 /m ²	R\$ 0,03 /m ²
Documentação - Aprovação da Prefeitura	R\$ 0,03 /m ²	R\$ 0,03 /m ²
Total Projetos de Infraestrutura		R\$ 85.084,13
Projetos de Edificações		
Projetos de Arquitetura	R\$ 10,00 /m ²	R\$ 612.288,56
Projetos de Paisagismo	R\$ 2,00 /m ²	R\$ 122.457,71
Projetos de Estruturas	R\$ 8,00 /m ²	R\$ 489.830,85
Projetos de Instalações	R\$ 8,00 /m ²	R\$ 489.830,85
Projetos de Fundações	R\$ 2,00 /m ²	R\$ 122.457,71
Aprovação dos projetos	R\$ 2,50 /m ²	R\$ 153.072,14
Custo total com projetos		R\$ 1.836.865,68
Registro do Condomínio	0,36%	R\$ 309.101,41
Total com projetos e aprovações		R\$ 2.384.123,36

- Projetos de Infraestrutura: Totalizaram R\$ 85 mil a partir de indicadores publicados por Guerini (2013) e atualizados até a data-base adotada considerando levantamento planialtimétrico, projetos urbanísticos, de terraplenagem, de drenagem, do sistema de água, da rede coletora de esgoto, projeto ambiental, consultoria de aprovação e custos com documentação para a aprovação;
- Projetos de Edificações: Totalizaram R\$ 1,8 milhão com base em preços aproximados praticados no mercado em que incluem projetos de arquitetura, paisagismo, estruturas, instalações hidráulicas, elétricas e de incêndio, fundações e consultoria para aprovação dos projetos nos órgãos competentes;
- Registro do Condomínio: Estimado em 0,36% do custo de construção.

A faixa atribuída de imprecisão para os custos da Fase 02 foi de -5% a +5%. Nas simulações, estes custos flutuarão de forma aleatória dentro desta faixa estabelecida.

I.6. Fase 03 - Implantação de Infraestrutura

Os custos com infraestrutura e urbanização da gleba também utilizaram indicadores publicados por Guerini (2013) para loteamentos residenciais fechados, e que totalizaram R\$ 3,2 milhões conforme descrito na Tabela 22 com todas as suas etapas e serviços. Apesar dos indicadores da literatura consultada não se tratarem de um empreendimento industrial e logístico, a infraestrutura em si é praticamente a mesma para as duas tipologias de obras.

Tabela 22 - Parâmetros da Implantação de Infraestrutura

03 - Implantação de Infraestrutura		
	31/dez/13	28/fev/13
CUSTO DE IMPLANTAÇÃO	(GUERINI,2013)	Custo Pela Gleba Útil
Demarcação de lotes / quadras / ruas	R\$ 0,17 /m ²	R\$ 0,16 /m ²
Terraplenagem	R\$ 7,83 /m ²	R\$ 7,33 /m ²
Galerias de águas pluviais	R\$ 5,80 /m ²	R\$ 5,43 /m ²
Rede de distribuição de água potável	R\$ 3,58 /m ²	R\$ 3,35 /m ²
Rede coletora de esgotos sanitários	R\$ 1,99 /m ²	R\$ 1,87 /m ²
Rede de energia e iluminação (aérea)	R\$ 2,64 /m ²	R\$ 2,47 /m ²
Guias e sarjetas	R\$ 0,80 /m ²	R\$ 0,75 /m ²
Pavimentação asfáltica	R\$ 22,00 /m ²	R\$ 20,61 /m ²
Estação elevatória de esgoto	R\$ 0,66 /m ²	R\$ 0,62 /m ²
Adução e reservação de água potável	R\$ 1,18 /m ²	R\$ 1,11 /m ²
Emissários	R\$ 1,10 /m ²	R\$ 1,03 /m ²
Muros de fechamento	R\$ 1,77 /m ²	R\$ 1,66 /m ²
Rede de comunicação com fibra óptica aérea	R\$ 0,90 /m ²	R\$ 0,84 /m ²
Portaria completa de acesso	R\$ 4,70 /m ²	R\$ 4,40 /m ²
Total Custos de Infraestrutura		R\$ 3.161.217,35

Por apresentar maior imprecisão pela falta de projetos, a faixa arbitrada para flutuação dos custos da Fase 03 foi de 0% a +15%. Nas simulações, estes custos flutuarão de forma aleatória dentro desta faixa estabelecida.

I.7. Fase 04 - Execução de Edificações

Os custos com a construção das edificações foram os mesmos considerados no empreendimento verdadeiro, R\$ 1.305/m². Acresceu-se o gerenciamento de obras realizado por empresa terceirizada de engenharia estimado em 3% dos custos de construção e também 0,50% com despesas de seguros de responsabilidade civil, riscos de engenharia e contingências. Não se considerou o recebimento de multas por atrasos de obras nem o pagamento de multas a pré-contratos de locação. As obras somaram R\$ 82,7 milhões na data-base conforme resumido pela Tabela 23.

Tabela 23 - Parâmetros da Execução de Edificações

04 - Execução de Edificações		
Custo de Construção	R\$ 1.305,00 /m ²	R\$ 79.903.657,08
Gerenciamento	3,00%	R\$ 2.397.109,71
Seguros e contingências	0,50%	R\$ 399.518,29
Total - Execução de Edificações		R\$ 82.700.285,08

O intervalo arbitrado para flutuação dos custos da Fase 04 foi de 0% a +10%.

I.8. Fase 05 – Locação

A fase de locação é bastante complexa com relação às contas envolvendo entradas e saídas de caixa. Os parâmetros com sua descrição e justificativas são detalhados a seguir:

- Valor de locação mensal: o valor considerado para o cenário referencial foi de R\$ 19,00/m², o mesmo do empreendimento que deu base para o estudo de caso. Já os valores dos limites de variação foram de R\$ 15,00/m² a R\$ 30,00/m², valores publicados por Jones Lang LaSalle (2013) para a região de Campinas para o mesmo período da data base. Durante as simulações de cenários, o valor da locação varia dentro da faixa prevista a cada ano.
- Custos de corretagem locação: foi considerado o valor de 1 aluguel a cada 36 meses (prazo típico de locação), o que resulta num custo mensal equivalente a 0,23% da ROB. Algumas consultorias imobiliárias cobram até 2 aluguéis para a indicação de inquilinos enquanto há a possibilidade de contato direto do potencial cliente com a administração do empreendimento, evitando este custo. Assim os valores dos limites inferiores e superiores foram balizados como o equivalente a 0 e 2 aluguéis a cada 36 meses.
- Vacância média: A vacância média do período foi considerada em 7,4% para o cenário referencial. Este valor foi obtido pela média da vacância publicada pelos relatórios trimestrais de mercado da Consultoria Imobiliária CBRE (2016) no período entre o 4T2011 a 1T2013 para a região de Campinas. Os valores máximos e mínimos da amostra foram utilizados para calibrar os patamares inferior e superior de variação da vacância, adotando-se a faixa de valores entre 4,1% e 11,7%.
- Administração de carteira: os custos com a administração do recebimento da carteira de locações foram estimados em 2,5% da ROB, valor praticado por empresas de terceirização desse serviço que compreende na emissão de contratos de locação, envios de boletos, cobrança ativa, renegociações de contrato, enfim, todo o controle financeiro

das atividades relacionadas à locação. A faixa de variação desse fator foi estimada entre 2% e 3,5%.

- Inadimplência: as perdas com inquilinos inadimplentes foram estimadas em 2% da ROB para o cenário referencial, com faixa de imprecisão entre 1% e 5% para os cenários distorcidos;
- Fundo de Reposição de Ativos (FRA): estimado entre 3% e 4% para a faixa de variação, com valor de 3,5% de ROB no cenário referencial;
- Custo de condomínio e IPTU: o valor destas duas despesas foi estimado em R\$ 3,00/m² para a área não locada (vacância). No estudo de caso, foi arbitrado o percentual de 50% desse valor para cada despesa. Assim, tanto o custo de condomínio como do IPTU foi estimado em R\$ 1,50/m² para o cenário referencial e com faixa de variação entre R\$ 1,40/m² e R\$ 1,90/m².
- Vacância no início das locações (período de estabilização): ao final do período de construção, arbitrou-se que 50% da ABL foram locadas com pré-contratos que se iniciam assim que a ocupação for legalmente autorizada. Por não haver parâmetros publicados deste quesito, os limites inferior e superior para a vacância ao final do período de construção foram estimados por seus valores máximos e mínimos: 0% e 100%.
- Marketing: os custos com esforços de marketing, promoção e propaganda do empreendimento para acelerar a curva de absorção logo após sua entrega foram estimados em 2% da ROB potencial, isto é, um percentual em cima do faturamento supondo 100% de ocupação. Estes custos intensivos serão cessados assim que o período de alcance da vacância de mercado finalizar. Os custos recorrentes de marketing para o ciclo operacional em regime constante são supostos inclusos na administração de carteira.
- Ciclo operacional: 20 anos, conforme padrão adotado na doutrina do NRE-Poli.
- Período de exaustão: 20 anos, pelo mesmo motivo anterior.

Os parâmetros da Fase 05 de Locação discutidos são apresentados de forma resumida na Tabela 24.

Tabela 24 - Parâmetros da Locação

05 - Locação			
	Inferior	Referencial	Superior
Valor de locação mensal (/m ²)	R\$ 15,00 /m ²	R\$ 19,00 /m ²	R\$ 30,00 /m ²
Custos de corretagem locação (no. de alugueis)	0,0	1,0	2,0
Vacância média	4,1%	9,3%	12,3%
Administração de carteira (%ROB)	2,0%	2,5%	3,5%
Inadimplência (%ROB)	1,0%	2,0%	5,0%
Fundo de Reposição de Ativos (FRA) (%ROB)	3,0%	3,5%	4,0%
Custo de condomínio	R\$ 1,40 /m ²	R\$ 1,50 /m ²	R\$ 1,90 /m ²
Custo do IPTU	R\$ 1,40 /m ²	R\$ 1,50 /m ²	R\$ 1,90 /m ²
Curva de absorção inicial			
Final de construção	0,0%	50,0%	100,0%
Marketing (%ROB)	1,0%	2,0%	3,0%
Ciclo operacional	20,00 anos		
Período de exaustão	20,00 anos		

I.9. Fase 06 – Venda

Na doutrina adotada para análise, consideram-se investimentos em reciclagem do imóvel após os 20 primeiros anos do ciclo operacional para garantir a competitividade do empreendimento e evitar a obsolescência. Este efeito pode ser simplificado pelo fator “ α ” de 75% já apresentado, o qual teve seu valor arbitrado pelo autor, supondo investimentos de reciclagem (IR) na ordem de 40% de VOI_0 (a partir do gráfico 1, pág. 15 em ROCHA LIMA JR., 2000). As imprecisões provocadas por este valor serão avaliadas pela flutuação deste parâmetro entre 70% e 80%.

O valor de venda do empreendimento é calculado através do conceito de valor da oportunidade do investimento (VOI) na data venda (já explicado pela Equação 4), considerando os fluxos de resultados operacionais disponíveis remanescentes dos ciclos operacionais e período de exaustão. Também se considera desembolsos com reciclagem (simplificados pelo fator “ α ”) e uma provável comissão de venda, estimada em 4,0% do VOI. Esta comissão possui valores de flutuação entre 0%, supondo venda direta sem intermediação profissional, e 5% (valor razoavelmente alto para transações semelhantes). Os parâmetros de venda aqui detalhados são resumidos na Tabela 25.

Tabela 25 - Parâmetros da Venda

06 - Venda			
	Inferior	Referencial	Superior
Comissão de venda	0,00%	4,00%	5,00%
α (fator alfa)	0,70	0,75	0,80

APÊNDICE II – FLUXOS MENSAIS DO CENÁRIO REFERENCIAL:
EMPREENDIMENTO

Fluxo de Caixa Mensal

Ano	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2
Mês	fev-13	mar-13	abr-13	mai-13	jun-13	jul-13	ago-13	set-13	out-13	nov-13	dez-13
01 - Aquisição do Terreno											
Due Diligence	(26.807)	(26.948)	(27.090)	-	-	-	-	-	-	-	-
Preço	-	-	-	(25.928.974)	-	-	-	-	-	-	-
ITBI Compra do Imóvel	-	-	-	(518.579)	-	-	-	-	-	-	-
Fee de Broker - Imóvel	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Custos de Registro	-	-	-	(64.822)	-	-	-	-	-	-	-
IPTU anual	-	-	-	(5.200)	(5.200)	(5.200)	(5.200)	(5.200)	(5.200)	(5.200)	(5.200)
Segurança patrimonial	-	-	-	(15.000)	(15.000)	(15.000)	(15.000)	(15.000)	(15.000)	-	-
02 - Aprovação dos projetos											
Projetos de Infraestrutura	-	-	-	(14.504)	(14.586)	(14.669)	(14.752)	(14.835)	(14.919)	-	-
Projetos de Edificações	-	-	-	(339.221)	(341.139)	(343.068)	(345.008)	(346.958)	(348.920)	-	-
Registro do Condomínio	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
03 - Implantação de Infraestrutura											
Custos de Infraestrutura	-	-	-	-	-	-	-	-	-	(557.429)	(560.581)
04 - Execução de Edificações											
Custo de Construção	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Gerenciamento	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Seguros e contingências	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
05 - Locação											
Marketing (%ROB)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Valor de locação mensal	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Custos de corretagem locação	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Administração de carteira	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Inadimplência	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Fundo de Reposição de Ativos (FRA)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Custo de condomínio	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Custo do IPTU	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
06 - Venda											
Valor de venda	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Comissão de venda	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Fluxo Nominal	(26.807)	(26.948)	(27.090)	(26.886.301)	(375.925)	(377.937)	(379.959)	(381.993)	(384.039)	(562.629)	(565.781)
Fluxo Real (ef. acima IGP-M)	(26.667)	(26.667)	(26.667)	(26.327.797)	(366.189)	(366.222)	(366.255)	(366.288)	(366.322)	(533.864)	(534.045)
Fluxo Acumulado Nominal	(26.808)	(53.756)	(80.846)	(26.967.147)	(27.343.072)	(27.721.009)	(28.100.968)	(28.482.961)	(28.867.000)	(29.429.629)	(29.995.410)
Fluxo Acumulado Real	(26.668)	(53.334)	(80.001)	(26.407.798)	(26.773.988)	(27.140.209)	(27.506.464)	(27.872.752)	(28.239.074)	(28.772.938)	(29.306.983)

Fluxo de Caixa Mensal

Ano	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3
Mês	jan-14	fev-14	mar-14	abr-14	mai-14	jun-14	jul-14	ago-14	set-14	out-14	nov-14	dez-14
01 - Aquisição do Terreno												
Due Diligence	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Preço	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ITBI Compra do Imóvel	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Fee de Broker - Imóvel	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Custos de Registro	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
IPTU anual	(5.538)	(5.538)	(5.538)	(5.538)	(5.538)	(5.538)	(5.538)	(5.538)	(5.538)	(5.538)	(5.538)	(5.538)
Segurança patrimonial	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
02 - Aprovação dos projetos												
Projetos de Infraestrutura	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Projetos de Edificações	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Registro do Condomínio	-	-	-	-	(336.176)	-	-	-	-	-	-	-
03 - Implantação de Infraestrutura												
Custos de Infraestrutura	(563.750)	(566.938)	(570.144)	(573.367)	-	-	-	-	-	-	-	-
04 - Execução de Edificações												
Custo de Construção	-	-	-	-	(7.287.252)	(7.328.455)	(7.369.891)	(7.411.562)	(7.453.468)	(7.495.611)	(7.537.992)	(7.580.613)
Gerenciamento	-	-	-	-	(218.618)	(219.854)	(221.097)	(222.347)	(223.604)	(224.868)	(226.140)	(227.418)
Seguros e contingências	-	-	-	-	(36.436)	(36.642)	(36.849)	(37.058)	(37.267)	(37.478)	(37.690)	(37.903)
05 - Locação												
Marketing (%ROB)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Valor de locação mensal	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Custos de corretagem locação	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Administração de carteira	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Inadimplência	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Fundo de Reposição de Ativos (FRA)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Custo de condomínio	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Custo do IPTU	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
06 - Venda												
Valor de venda	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Comissão de venda	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Fluxo Nominal	(569.288)	(572.476)	(575.682)	(578.905)	(7.884.020)	(7.590.489)	(7.633.375)	(7.676.504)	(7.719.877)	(7.763.495)	(7.807.360)	(7.851.472)
Fluxo Real (ef. acima IGP-M)	(534.543)	(534.723)	(534.902)	(535.082)	(7.249.058)	(6.942.637)	(6.945.319)	(6.948.002)	(6.950.687)	(6.953.372)	(6.956.059)	(6.958.747)
Fluxo Acumulado Nominal	(30.564.699)	(31.137.175)	(31.712.856)	(32.291.761)	(40.175.781)	(47.766.270)	(55.399.646)	(63.076.150)	(70.796.027)	(78.559.522)	(86.366.882)	(94.218.354)
Fluxo Acumulado Real	(29.841.526)	(30.376.249)	(30.911.151)	(31.446.233)	(38.695.291)	(45.637.928)	(52.583.248)	(59.531.250)	(66.481.937)	(73.435.309)	(80.391.367)	(87.350.114)

Fluxo de Caixa Mensal

Ano	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4
Mês	jan-15	fev-15	mar-15	abr-15	mai-15	jun-15	jul-15	ago-15	set-15	out-15	nov-15	dez-15
01 - Aquisição do Terreno												
Due Diligence	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Preço	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ITBI Compra do Imóvel	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Fee de Broker - Imóvel	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Custos de Registro	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
IPTU anual	(5.898)	(5.898)	(5.898)	(5.898)	(5.898)	-	-	-	-	-	-	-
Segurança patrimonial	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
02 - Aprovação dos projetos												
Projetos de Infraestrutura	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Projetos de Edificações	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Registro do Condomínio	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
03 - Implantação de Infraestrutura												
Custos de Infraestrutura	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
04 - Execução de Edificações												
Custo de Construção	(7.623.475)	(7.666.579)	(7.709.927)	(7.753.520)	-	-	-	-	-	-	-	-
Gerenciamento	(228.704)	(229.997)	(231.298)	(232.606)	-	-	-	-	-	-	-	-
Seguros e contingências	(38.117)	(38.333)	(38.550)	(38.768)	-	-	-	-	-	-	-	-
05 - Locação												
Marketing (%ROB)	-	-	-	-	-	(27.092)	(27.234)	(27.377)	(27.521)	(27.666)	(27.812)	(27.958)
Valor de locação mensal	-	-	-	-	-	659.749	710.890	762.030	813.171	864.312	915.452	966.593
Custos de corretagem locação	-	-	-	-	-	(18.326)	(19.747)	(21.168)	(22.588)	(24.009)	(25.429)	(26.850)
Administração de carteira	-	-	-	-	-	(16.494)	(17.772)	(19.051)	(20.329)	(21.608)	(22.886)	(24.165)
Inadimplência	-	-	-	-	-	(13.195)	(14.218)	(15.241)	(16.263)	(17.286)	(18.309)	(19.332)
Fundo de Reposição de Ativos (FRA)	-	-	-	-	-	(23.091)	(24.881)	(26.671)	(28.461)	(30.251)	(32.041)	(33.831)
Custo de condomínio	-	-	-	-	-	(52.085)	(48.048)	(44.011)	(39.973)	(35.936)	(31.898)	(27.861)
Custo do IPTU	-	-	-	-	-	(52.085)	(48.048)	(44.011)	(39.973)	(35.936)	(31.898)	(27.861)
06 - Venda												
Valor de venda	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Comissão de venda	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Fluxo Nominal	(7.896.194)	(7.940.807)	(7.985.672)	(8.030.791)	(5.898)	457.380	510.942	564.502	618.061	671.620	725.178	778.735
Fluxo Real (ef. acima IGP-M)	(6.961.753)	(6.964.442)	(6.967.131)	(6.969.822)	(5.092)	392.810	436.513	479.747	522.516	564.823	606.672	648.067
Fluxo Acumulado Nominal	(102.114.549)	(110.055.356)	(118.041.028)	(126.071.819)	(126.077.717)	(125.620.337)	(125.109.395)	(124.544.893)	(123.926.832)	(123.255.212)	(122.530.034)	(121.751.299)
Fluxo Acumulado Real	(94.311.867)	(101.276.309)	(108.243.440)	(115.213.262)	(115.218.354)	(114.825.544)	(114.389.031)	(113.909.284)	(113.386.769)	(112.821.946)	(112.215.274)	(111.567.206)

Fluxo de Caixa Mensal

Ano	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	5	
Mês	jan-16	fev-16	mar-16	abr-16	mai-16	jun-16	jul-16	ago-16	set-16	out-16	nov-16	dez-16
01 - Aquisição do Terreno												
Due Diligence	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Preço	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ITBI Compra do Imóvel	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Fee de Broker - Imóvel	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Custos de Registro	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
IPTU anual	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Segurança patrimonial	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
02 - Aprovação dos projetos												
Projetos de Infraestrutura	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Projetos de Edificações	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Registro do Condomínio	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
03 - Implantação de Infraestrutura												
Custos de Infraestrutura	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
04 - Execução de Edificações												
Custo de Construção	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Gerenciamento	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Seguros e contingências	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
05 - Locação												
Marketing (%ROB)	(28.105)	(28.253)	(28.402)	(28.551)	(28.702)	-	-	-	-	-	-	-
Valor de locação mensal	1.083.886	1.138.351	1.192.815	1.247.280	1.301.745	1.301.745	1.301.745	1.301.745	1.301.745	-	-	-
Custos de corretagem locação	(30.108)	(31.621)	(33.134)	(34.647)	(36.160)	(36.160)	(36.160)	(36.160)	(36.160)	-	-	-
Administração de carteira	(27.097)	(28.459)	(29.820)	(31.182)	(32.544)	(32.544)	(32.544)	(32.544)	(32.544)	-	-	-
Inadimplência	(21.678)	(22.767)	(23.856)	(24.946)	(26.035)	(26.035)	(26.035)	(26.035)	(26.035)	-	-	-
Fundo de Reposição de Ativos (FRA)	(37.936)	(39.842)	(41.749)	(43.655)	(45.561)	(45.561)	(45.561)	(45.561)	(45.561)	-	-	-
Custo de condomínio	(25.372)	(21.072)	(16.772)	(12.473)	(8.173)	(8.173)	(8.173)	(8.173)	(8.173)	-	-	-
Custo do IPTU	(23.824)	(21.072)	(16.772)	(12.473)	(8.173)	(8.173)	(8.173)	(8.173)	(8.173)	-	-	-
06 - Venda												
Valor de venda	-	-	-	-	-	-	-	-	-	153.034.918	-	-
Comissão de venda	-	-	-	-	-	-	-	-	-	(6.121.397)	-	-
Fluxo Nominal	889.766	945.264	1.002.310	1.059.355	1.116.399	1.145.100	1.145.100	1.145.100	1.145.100	146.913.521	-	-
Fluxo Real (ef. acima IGP-M)	736.592	778.440	821.098	863.287	905.011	923.419	918.586	913.778	908.995	116.011.419	-	-
Fluxo Acumulado Nominal	(120.861.532)	(119.916.268)	(118.913.959)	(117.854.604)	(116.738.205)	(115.593.105)	(114.448.005)	(113.302.905)	(112.157.805)	34.755.717	34.755.717	34.755.717
Fluxo Acumulado Real	(110.830.614)	(110.052.174)	(109.231.076)	(108.367.789)	(107.462.778)	(106.539.359)	(105.620.773)	(104.706.995)	(103.797.999)	12.213.419	12.213.419	12.213.419