

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
Faculdade de Gestão e Negócios
Programa de Pós-Graduação em Administração

Celso Vieira de Rezende

**TELEFONIA MÓVEL 4G NO BRASIL: AVALIAÇÃO DOS
INVESTIMENTOS PELA TEORIA DAS OPÇÕES REAIS**

Orientadora: Prof. Dra. Kárem Cristina de Sousa Ribeiro

Uberlândia
2014

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
Faculdade de Gestão e Negócios
Programa de Pós-Graduação em Administração

Celso Vieira de Rezende

**TELEFONIA MÓVEL 4G NO BRASIL: AVALIAÇÃO DOS
INVESTIMENTOS PELA TEORIA DAS OPÇÕES REAIS**

Dissertação apresentada ao Programa de Mestrado da Faculdade de Gestão e Negócios da Universidade Federal de Uberlândia como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Administração.

Orientadora: Prof. Dra. Kárem Cristina de Sousa Ribeiro

Uberlândia
2014

Reitor da Universidade Federal de Uberlândia

Elmiro Santos Resende

Diretora da Faculdade de Gestão e Negócios

Kárem Cristina de Sousa Ribeiro

Coordenador do Programa de Pós-Graduação em Administração

Valdir Machado Valadão Júnior

TELEFONIA MÓVEL 4G NO BRASIL: AVALIAÇÃO DOS INVESTIMENTOS PELA TEORIA DAS OPÇÕES REAIS

CELSO VIEIRA DE REZENDE

Dissertação julgada adequada para obtenção do título de Mestre em Administração, na área de Gestão Organizacional, Linha de Pesquisa Gestão Financeira e Controladoria, e aprovada em sua forma final pelo programa de Pós-Graduação em Administração da Faculdade de Gestão e Negócios da Universidade Federal de Uberlândia – UFU.

Uberlândia, 20 de fevereiro de 2014

Prof. Dr. Valdir Machado Valadão Júnior
Coordenador do Programa de Pós-Graduação em Administração

BANCA EXAMINADORA:

Profa. Dra. Kárem Cristina de Sousa Ribeiro (Orientadora)
Universidade Federal de Uberlândia - UFU

Prof. Dr. Vinícius Silva Pereira
Universidade Federal de Uberlândia - UFU

Prof. Dr. Luiz Eduardo Teixeira Brandão
Pontifícia Universidade Católica – Rio de Janeiro

Ao meu sobrinho Daniel Rezende (in memoriam)

Pelo exemplo de simplicidade

Aos meus filhos Giovana e Mateus

Pela fonte de inspiração

Dedico

AGRADECIMENTOS

Bendito seja o nome de Deus de eternidade em eternidade, porque a ele pertencem a sabedoria e o poder! É ele quem faz mudar os tempos e as circunstâncias; é ele quem depõe os reis e os enaltece; é ele quem dá sabedoria aos sábios e talento aos inteligentes. (Daniel 2; 20-21)

Primeiramente agradeço à minha esposa Marilda, meu suporte, que em todos os momentos dessa caminhada me deu total apoio, cuidando de meu principal projeto (meus filhos) com todo carinho e dedicação, apesar da atenção reduzida que recebeu nos dois anos dessa jornada.

À minha mãe Édma, pelo apoio incondicional e suporte. Às minhas irmãs, Rosilma e Luciene, e meus sobrinhos, verdadeiros filhos para mim, pelos momentos agradáveis compartilhados durante essa etapa, essenciais para equilibrar as emoções e pressões.

À professora Dra. Kárem Cristina pela orientação durante todo o trabalho, pela confiança depositada em mim e pelas importantes contribuições durante toda essa caminhada. Ao professor e co-orientador Dr. Vinícius Pereira pela dedicação e paciência ao acompanhar todos os passos no desenvolvimento dessa obra. À Prof. Dra. Fernanda Maciel pelas importantes contribuições no exame de qualificação.

Aos professores do programa de mestrado da FAGEN que contribuíram para fundamentar as bases para o desenvolvimento desse trabalho, Profa. Dra. Sirlei Lemes, Prof. Dr. Valdir Valadão, Prof. Dr. Ernando Reis, Prof. Dr. Pablo Rogers e Profa. Dra. Stella. Aos meus colegas e companheiros do mestrado em Administração, Fernanda Gabriel, Rafael Borges, Oswaldo Neto, Thayse Guimarães, Neirilaine Almeida e Flávia Marques, pela força e pelo apoio dispensado durante esse período.

Aos meus colegas de trabalho da Algar Telecom que contribuíram para essa realização, em especial ao meu coordenador Fábio Gaertner, pela flexibilidade e compreensão, fundamentais para a realização do curso.

E principalmente, agradeço a Deus, pela vida e por ter me concedido saúde e energia para buscar a realização desse sonho.

RESUMO

O mercado de telecomunicações no Brasil tem se mostrado extremamente competitivo desde que ocorreram as privatizações do sistema Telebrás em 1998, sobretudo na telefonia móvel que em 2012 atingiu a marca de 250 milhões de celulares habilitados para uma população estimada em menos de 200 milhões de pessoas. Nesse cenário em 2012 a Anatel promoveu o leilão da faixa de frequência de 2.500 MHz concedendo o direito de exploração dos serviços de telefonia móvel usando tecnologia de quarta geração ou 4G, que possibilita acesso móvel em banda larga à Internet. Os participantes da licitação ofereceram R\$ 2,93 bilhões pelo direito de explorar esta faixa de frequência durante 15 anos e estima-se que os investimentos para implantar as redes móveis 4G em todo o Brasil alcancem a cifra dos R\$ 20 bilhões em 7 anos. O propósito deste estudo foi avaliar a viabilidade dos investimentos no projeto de telefonia móvel 4G no Brasil desenvolvido a partir do edital de licitação número 004/2012/PVCP/SPV da ANATEL. Para tanto foram usados os métodos tradicionais de avaliação de investimentos e a Teoria das Opções Reais em conjunto com as técnicas de simulação de Monte Carlo. Embora o método do fluxo de caixa descontado seja o mais usado na análise de investimentos em ativos reais, ele é limitado por não permitir a valoração das flexibilidades gerenciais presente na maioria dos projetos. Para alcançar esse objetivo essa pesquisa se propôs a avaliar os projetos das quatro empresas que adquiriram o direito de explorar o serviço em todo o território nacional, ou seja, Claro, Vivo, TIM e Oi. O processo de avaliação foi baseado no método CA (Copeland e Antikarov) de quatro passos. Os resultados mostraram que na avaliação usando os métodos tradicionais praticamente todos os projetos foram inviáveis ao apresentarem baixas probabilidades de atingirem VPL (Valor Presente Líquido) positivo, enquanto a análise por opções reais elevou a avaliação dos mesmos para patamares acima de 80% de se obterem resultados positivos. O trabalho ainda foi complementado com uma análise do risco e retorno do projeto, bem como um estudo dos efeitos da volatilidade sobre o valor das opções.

Palavras-chave: Teoria das Opções Reais. Investimentos. Telecomunicações.

ABSTRACT

The telecommunications market in Brazil has been extremely competitive since the privatization of Telebrás in 1998, especially the mobile phone sector. Brazilians own approximately 250 million mobile phones in a country with an estimated population of 200 million people. In 2012, due to these circumstances, Brazil's telecommunications regulator (ANATEL) auctioned off the rights to use the 2,500 MHz radio frequency bands. This granted the top bidders the right to operate mobile services using the fourth generation of mobile phone communication technology standards (4G). The technology enables mobile broadband to access the Internet. Auction participants offered R\$ 2,93 billion for the right to exploit this frequency band for 15 years. These companies also committed an estimated R\$ 20 billion over 7 years to set up the 4G mobile networks throughout Brazil. The purpose of this study was to evaluate the feasibility of investments in 4G mobile technology in accordance with the Bid Nr. 004/2012/PVCP/SPV – ANATEL (“4G Auction”) by using traditional methods of investment appraisal and the real options, associated with the Monte Carlo simulation. Even though the discounted cash flow method is commonly adopted in the analysis of investments in real assets, this technique is limited due to the fact that it does not allow for the valuation of managerial flexibility present in many projects. This research evaluated the projects of the four companies - Claro, Vivo, TIM and Oi - that won the right to operate the service throughout the national territory. The evaluation process was based on the four-step approach of CA (Copeland and Antikarov). The results indicate that when traditional metrics for evaluating investments were applied, nearly all these projects were unfeasible since they presented low probabilities of achieving a positive NPV (Net Present Value). Nevertheless, the adoption of the real options analysis indicated that positive results can be expected in 80% of the cases. This work was further complemented with an analysis of the risk and return, as well as a study of the effects of volatility on the option value.

Keywords: Real Options Theory. Investments. Telecommunications Industry.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

TABELAS

Tabela 1: Amostra das projeções dos indicadores macroeconômicos.....	63
Tabela 2: Indicadores financeiros	66
Tabela 3: <i>Market share</i> por produto e por empresa	67
Tabela 4: Resultado da regressão ERB x População.....	75
Tabela 5: FCL da empresa Claro entre 2012 e 2018.....	76
Tabela 6: Estrutura do cálculo do valor médio das tarifas de energia elétrica	77
Tabela 7: FCL expandido da Claro entre 2012 e 2018.....	78
Tabela 8: Custo médio ponderado de capital para todas as empresas	79
Tabela 9: Predefinições por variável para simulação - Vivo.....	83
Tabela 10: Estatística descritiva dos resultados da simulação do projeto	84
Tabela 11: Estatística descritiva da simulação do projeto – Smith (2005).....	84
Tabela 12: Projeção de benefícios líquidos no FCL da Oi de 2015 a 2023	89
Tabela 13: Valor projetado para a licença de 700 MHz em 2016.....	89
Tabela 14: Variáveis usadas no cálculo do modelo binomial	92
Tabela 15: Resultados financeiros do projeto	93
Tabela 16: Resultados da análise por opções reais por empresa	94
Tabela 17: Impacto isolado das flexibilidades do projeto por empresa	95
Tabela 18: Análise de riscos dos resultados do projeto por empresa	96
Tabela 19: Retorno em relação ao risco dos projetos por empresa	98
Tabela 20: Sensibilidade do eVPL à volatilidade do projeto	99
Tabela 21: Volatilidades do projeto por empresa.....	100
Tabela 22: Amostra das ERBs existente por cidade.....	117
Tabela 23: População e domicílios - público alvo (em milhões)	118
Tabela 24: Fluxo de caixa base e expandido - Claro.....	119
Tabela 25: Fluxo de caixa base e expandido - Vivo.....	123
Tabela 26: Fluxo de caixa base e expandido - TIM	127
Tabela 27: Fluxo de caixa base e expandido - Oi.....	131

FIGURAS

Figura 1: Cálculo do valor de uma opção de compra usando o modelo binomial	39
Figura 2: Expectativa do VPL de um projeto sem e com flexibilidades	44
Figura 3: Evolução do valor dos componentes do portfólio replicante.....	46
Figura 4: Estrutura do método de Monte Carlo.....	54
Figura 5: Árvore de eventos do projeto para a TIM (em R\$ milhões)	86
Figura 6: Árvore de decisões do projeto da Claro (em R\$ milhões)	90
Figura 7: Amostra da árvore binomial do projeto da Claro (em R\$ milhões).....	120
Figura 8: Distribuição de probabilidade da variável Z para a empresa Claro	121
Figura 9: Distribuição de probabilidade do VPL para a empresa Claro.....	121
Figura 10: Distribuição de probabilidade da TIR para a empresa Claro	122
Figura 11: Distribuição de probabilidade do período de payback para a empresa Claro	122
Figura 12: Distribuição de probabilidade do eVPL para a empresa Claro.....	122
Figura 13: Amostra da árvore binomial do projeto da Vivo (em R\$ milhões).....	124
Figura 14: Distribuição de probabilidade da variável Z para a empresa Vivo	125
Figura 15: Distribuição de probabilidade do VPL para a empresa Vivo	125
Figura 16: Distribuição de probabilidade da TIR para a empresa Vivo.....	126
Figura 17: Distribuição de probabilidade do período de payback para a empresa Vivo.....	126
Figura 18: Distribuição de probabilidade do eVPL para a empresa Vivo.....	126
Figura 19: Amostra da árvore binomial do projeto da TIM (em R\$ milhões)	128
Figura 20: Distribuição de probabilidade da variável Z para a empresa TIM.....	129
Figura 21: Distribuição de probabilidade do VPL para a empresa TIM	129
Figura 22: Distribuição de probabilidade da TIR para a empresa TIM	130
Figura 23: Distribuição de probabilidade do período de payback para a empresa TIM	130
Figura 24: Distribuição de probabilidade do eVPL para a empresa TIM	130
Figura 25: Amostra da árvore binomial do projeto da Oi (em R\$ milhões).....	132
Figura 26: Distribuição de probabilidade da variável Z para a empresa Oi.....	133
Figura 27: Distribuição de probabilidade do VPL para a empresa Oi	133
Figura 28: Distribuição de probabilidade da TIR para a empresa Oi.....	134
Figura 29: Distribuição de probabilidade do período de payback para a empresa Oi.....	134
Figura 30: Distribuição de probabilidade do eVPL para a empresa Oi.....	134

GRÁFICOS

Gráfico 1: Base de clientes consolidada por tecnologia de comunicação móvel	57
Gráfico 2: Comparação entre as velocidades de acesso por tecnologia	57
Gráfico 3: Mercado potencial entre o período de 2013 a 2027	67
Gráfico 4: Projeção dos investimentos anuais.....	70
Gráfico 5: Quantidades de ERB para 4G em 700 MHz e 2.500 MHz	75
Gráfico 6: Análise de sensibilidade do VP_0 da empresa TIM (valores em R\$ milhões).....	81
Gráfico 7: Resultados dos projetos por empresa usando métodos tradicionais.....	85
Gráfico 8: Evolução do preço de exercício da opção de abandono por empresa	87
Gráfico 9: Comparativo VPL x VPL expandido (eVPL) por empresa	95
Gráfico 10: Risco e retorno dos projetos para todas as empresas	98
Gráfico 11: Sensibilidade do eVPL à variação da volatilidade por empresa	100
Gráfico 12: Evolução da base de clientes 4G por empresa	101

QUADROS

Quadro 1: Contribuições para a teoria das opções reais.....	19
Quadro 2: Desvantagens do FCD (premissas x realidade).....	30
Quadro 3: Analogia entre opções financeiras e opções reais	33
Quadro 4: Diferença entre ativos financeiros e ativos reais	33
Quadro 5: Resumo das variáveis que afetam o preço das opções de compra e de venda	36
Quadro 6: Variáveis que determinam o valor das opções reais.....	42
Quadro 7: Principais tipos de opções reais.....	43
Quadro 8: Resumo do processo de quatro passos	49
Quadro 9: Gerações e tecnologias de comunicação móvel	56
Quadro 10: Compromissos previstos no edital de licitação 004/2012/PVCP-SPV	59
Quadro 11: Classificação da pesquisa	60
Quadro 12: Premissas adotadas no modelo	62
Quadro 13: Tributos e alíquotas	64
Quadro 14: Resumo das ações para produzir os fluxos de caixa	71

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AMPS	<i>Advanced Mobile Phone Service</i>
ANATEL	Agência Nacional de Telecomunicações
ANEEL	Agência Nacional de Energia Elétrica
ARPU	<i>Average Receipt per Use</i>
CAPEX	<i>Capital Expensive</i>
CAPM	<i>Capital Asset Pricing Model</i>
CDMA	<i>Code Division Multiple Access</i>
CSLL	Contribuição Social sobre Lucro Líquido
ERB	Estação Rádio Base
eVPL	Valor Presente Líquido Expandido
FCD	Fluxo de Caixa Descontado
FCL	Fluxo de Caixa Livre
FMI	Fundo Monetário Internacional
GSM	<i>Global System for Mobile Communication</i>
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
ICMS	Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços
IPCA	Índice de Preços ao Consumidor Amplo
IRPJ	Imposto de Renda Pessoa Jurídica
LTE	<i>Long Term Evolution</i>
MAD	<i>Marketed Asset Disclaimer</i>
MGB	Movimento Geométrico Browniano
OPEX	<i>Operational Expensive</i>
PIB	Produto Interno Bruto
PNBL	Programa Nacional de Banda Larga
ROA	<i>Real Options Analysis</i>
SELIC	Sistema Especial de Liquidação e Custódia
TCO	<i>Total Cost Ownership</i>
TDMA	<i>Time Division Multiple Access</i>
TIR	Taxa Interna de Retorno
TOR	Teoria das Opções Reais
VPL	Valor Presente Líquido
WACC	<i>Weighted Average Cost of Capital</i>
WCDMA	<i>Wideband Code Division Multiple Access</i>

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	17
1.1 Importância do tema.....	18
1.2 Problema de pesquisa	20
1.3 Objetivos	22
1.4 Justificativa do tema.....	22
1.5 Delimitações da pesquisa	24
1.6 Estrutura do trabalho	25
2 MÉTODOS TRADICIONAIS DE AVALIAÇÃO DE INVESTIMENTOS	26
2.1 Período de <i>payback</i>	27
2.2 Valor presente líquido e o fluxo de caixa descontado	28
2.3 Taxa interna de retorno	31
3 INVESTIMENTOS EM CONDIÇÕES DE INCERTEZA.....	32
3.1 Processos estocásticos	34
3.2 Opções financeiras	35
3.2.1 <i>Modelo binomial</i>	36
3.2.2 <i>Modelo de Black & Scholes</i>	40
3.3 Teoria das opções reais	41
3.3.1 <i>Tipos de opções reais</i>	42
3.3.2 <i>Precificação de opções reais</i>	44
3.3.3 <i>Portfólio replicante</i>	45
3.3.4 <i>Probabilidade neutra a risco</i>	47
3.3.5 <i>Opções reais em quatro passos</i>	48
3.3.6 <i>Simulação de Monte Carlo</i>	50
3.3.7 <i>O VPL expandido</i>	51
3.3.8 <i>Volatilidade</i>	52
4 A TELEFONIA MÓVEL NO BRASIL	55
5 METODOLOGIA DA PESQUISA	60
5.1 Tipologia do estudo.....	60
5.2 O Projeto de investimento	61
5.2.1 <i>O tempo da avaliação</i>	61
5.3 As premissas do projeto	61
5.3.1 <i>Premissas macroeconômicas</i>	62
5.3.2 <i>Premissas tributárias</i>	64

5.3.3 Premissas financeiras	65
5.3.4 Premissas mercadológicas	66
5.3.5 Premissas técnicas	68
5.4 Fluxos de caixa.....	70
5.4.1 Horizonte de projeções e perpetuidade	71
5.4.2 Receita líquida.....	72
5.4.3 Resultado operacional.....	73
5.4.4 Investimentos	74
5.4.5 Fluxo de caixa livre do projeto base	76
5.4.6 Fluxo de caixa livre do projeto expandido.....	77
5.4.7 Taxa de desconto	78
5.5 Volatilidade do projeto	80
5.5.1 Variáveis do modelo.....	80
5.5.2 Definições pré-simulação.....	81
5.5.3 Execução da simulação	83
5.6 Modelagem das opções reais.....	84
5.6.1 A Opção de abandono do projeto.....	86
5.6.2 A Opção de expandir.....	88
5.6.3 A Árvore de decisão	90
5.6.4 O Valor das flexibilidades.....	91
6 ANÁLISE DOS RESULTADOS	93
6.1 Análise por opções reais.....	93
6.1.1 Análise do risco e retorno do projeto.....	96
6.1.2 Análise da volatilidade	99
6.2 Análise por empresa	101
6.2.1 Claro	102
6.2.2 Vivo	103
6.2.3 TIM.....	104
6.2.4 Oi.....	105
6.3 Discussão dos resultados.....	106
6.4 Limitações do estudo.....	107
7 CONSIDERAÇÕES FINAIS	109
REFERÊNCIAS	111
APÊNDICE A – Estações Rádio Bases (ERB).....	117

APÊNDICE B – Evolução do público alvo.....	118
APÊNDICE C – Resultados da empresa Claro.....	119
APÊNDICE D – Árvore binomial da Claro	120
APÊNDICE E – Resultados da simulação de Monte Carlo da Claro.....	121
APÊNDICE F – Resultados da empresa Vivo	123
APÊNDICE G – Árvore binomial da Vivo	124
APÊNDICE H – Resultados da simulação de Monte Carlo da Vivo	125
APÊNDICE I – Resultados da empresa TIM.....	127
APÊNDICE J – Árvore binomial da TIM.....	128
APÊNDICE K – Resultados da simulação de Monte Carlo da TIM.....	129
APÊNDICE L – Resultados da empresa Oi	131
APÊNDICE M – Árvore binomial da Oi	132
APÊNDICE N – Resultados da simulação de Monte Carlo da Oi	133