

Preço de Oferta em Leilões de Telecomunicação: Uma análise por Opções Reais

Autoria: Luiz Eduardo Teixeira Brandão, Davis Machado da Silva Teixeira

Resumo

O setor de telecomunicações é caracterizado por uma forte competição e uma constante evolução tecnológica que tende a aumentar as incertezas do mercado e reduzir cada vez mais as barreiras existentes entre os seus diversos segmentos de negócios. Uma destas novas tecnologias é o padrão tecnológico de banda larga sem fio WiMAX, que é uma alternativa para os padrões já existentes como a linha telefônica ADSL e o cabo modem. Como qualquer padrão *wireless*, no entanto, o WiMAX requer faixas de espectros de frequência que precisam ser adquiridas em leilões promovidos pela agência reguladora do setor. Neste trabalho analisamos o valor máximo que uma empresa pode ofertar numa licitação de blocos de frequência de um rede WiMAX no Brasil, tanto pela análise tradicional do Fluxo de Caixa Descontado (FCD) quanto pela metodologia das opções reais. Este tipo de projeto apresenta grandes incertezas e significativas flexibilidades gerenciais, o que indica que os métodos tradicionais de análise estática podem não ser os mais adequados para determinar o seu valor. Os resultados obtidos confirmam esse fato e mostram que as opções existentes no projeto aumentam o seu valor em até 149% em relação ao FCD. Dessa forma, a empresa poderia elevar o valor ofertado na licitação das faixas de frequência em até 58% do valor originalmente calculado, aumentando as chances de sucesso na licitação sem comprometer a viabilidade do projeto.

Palavras-chave: Opções Reais; Análise de Investimento; Telecomunicações; WiMAX.

1 Introdução

O setor de telecomunicações é caracterizado por uma forte competição entre as empresas e uma constante evolução tecnológica que tende a aumentar as incertezas do mercado e reduzir cada vez mais as barreiras existentes entre os seus diversos segmentos de negócios. Uma destas novas tecnologias é o padrão *wireless* WiMAX (*World Interoperability for Microwave Access*), que como qualquer padrão *wireless*, opera através de ondas eletromagnéticas em faixas de frequência denominados espectros.

Os espectros de frequência são bens públicos escassos e o seu uso depende de prévia outorga e autorização da agência reguladora. No Brasil, a outorga de autorização de uso é feita por meio de licitações promovidas pela Agência Nacional de Telecomunicações (ANATEL). Assim, uma empresa que pretenda participar deste mercado precisa assegurar o direito de uso de um bloco de radiofrequência adequado para o serviço desejado. Como os espectros de frequência são ofertados com exclusividade, a empresa que não obtém sucesso na licitação fica automaticamente excluída deste mercado. Este sucesso depende do preço ofertado pela empresa e seus concorrentes no leilão de frequências, onde uma oferta baixa demais pode deixar a empresa fora de um mercado promissor. Por outro lado, garantir o sucesso no leilão através de uma oferta excessivamente alta pode comprometer a viabilidade e retorno do serviço pretendido. Dessa forma, uma análise adequada do potencial do projeto e do mercado é fundamental para que a empresa possa determinar os valores mínimos e máximos a serem ofertados nesta licitação.

Tradicionalmente, a análise deste tipo de projeto é feita através do método do Fluxo de Caixa Descontado, onde o valor do projeto é determinado descontando-se a valor presente as estimativas dos fluxos de caixa futuros. Por outro lado, este mercado caracteriza-se por um

alto grau de incerteza e flexibilidade gerencial, uma vez que a licença de uso das radiofrequências garante o apenas o direito, mas não a obrigação, de ofertar os serviços propostos. Assim, a empresa pode, por exemplo, adiar, suspender, acelerar ou até mesmo abandonar os investimentos previstos se a demanda do mercado se mostrar muito diferente das expectativas iniciais. Estas flexibilidades têm características de opções, e por este motivo somente podem valoradas através de métodos de apreçamento de opções, como a metodologia das opções reais.

O uso da metodologia das opções reais para avaliar projetos na área de telecomunicações é bem documentado na literatura. Berrêdo (2001) comparou a abordagem por Opções Reais com o Fluxo de Caixa Descontado na avaliação econômico-financeira da Embratel no processo de privatização do sistema de Telecomunicações. Gonçalves e Medeiros (2002) estudaram os principais estágios decisórios de investimentos das empresas de telecomunicações em um ambiente competitivo, também utilizando Opções Reais. Halluin, Forsyth e Vetzal (2003), descrevem uma aplicação de Opções Reais para a determinação do momento ótimo para efetuar um incremento da capacidade de uma rede *wireless* e Lopes (2004) propõe um método para descrição e avaliação de estratégias para telecomunicações apresentando análises de cenários e estratégias com visões integradas de ferramentas utilizadas em opções reais.

Pindyck (2005) pesquisou o processo de *unbundling* do mercado de telecomunicações americano que oferece aos incumbentes a opção de compartilhar a rede a uma determinada taxa calculada pelo órgão regulador, e mostra que ao não incorporar as flexibilidades oferecidas aos incumbentes na taxa calculada, a agência reguladora cria desincentivos para novos investimentos no setor. Pinto e Pereira (2005) apresentam uma aplicação de opções reais baseada na avaliação da Portugal Telecom, onde destacam o alto grau de incerteza do mercado de telecomunicações e a aderência da teoria de opções reais a este cenário. Ramirez (2006) analisou o problema da prestação de serviços de *wireless* em áreas de difícil acesso em arranha céus, e propõe quatro alternativas para maximizar as receitas e reduzir os riscos da operadora, e melhorar a satisfação do cliente dentro das suas limitações orçamentárias. Em seguida, as diferentes soluções propostas são avaliadas através de um modelo de opções reais.

Numa linha de análise semelhante à de Pindyck (2005), Rocha (2007) estudou os custos da interconexão de redes de telecomunicações através de um modelo de opções reais e conclui que há necessidade de ajustes no cálculo da remuneração de capital da telefonia fixa local. O seu modelo incorpora o impacto de mudanças de paradigmas tecnológicos que ocasionam saltos negativos na demanda da concessionária. Teixeira (2007) utilizou o modelo de Imai e Watanabe (2005) para determinar o momento estratégico ótimo para investimento em uma nova tecnologia em função da variação do custo de investimento e da demanda inicial, considerando duas empresas concorrentes no mercado brasileiro de telecomunicações. Nenhum destes trabalhos, no entanto, aborda a questão de determinação do valor a ser ofertado em licitações, nem a valoração de projetos de WIMAX.

O objetivo deste trabalho é determinar o valor máximo que pode ser ofertado numa licitação de espectros de frequência para banda larga para uma empresa que planeja implementar uma rede WiMAX no Brasil, baseado nos parâmetros estabelecidos na licitação 002/2006/SPV-ANATEL de Julho de 2006. Consideramos, para efeito de comparação, tanto a abordagem tradicional quanto a valoração através da metodologia das opções reais. Este tipo de projeto apresenta riscos consideráveis, pois envolve o investimento em um padrão ainda novo de tecnologia *wireless* em um mercado extremamente competitivo onde os concorrentes

oferecem serviços com diferentes padrões tecnológicos e com significativa infra-estrutura instalada.

Este trabalho está organizado da seguinte forma: Na seção 1 apresentamos esta introdução, os objetivos e uma revisão da literatura. A seguir, apresentamos as características da tecnologia *wireless* padrão WiMAX e o ambiente licitatório. Na seção 3 mostramos a valoração de um projeto WIMAX por FCD e a seguir incluímos o valor das flexibilidades do projeto através da metodologia das opções reais. No capítulo 5 apresentamos os resultados e em seguida concluímos. As referências bibliográficas e os anexos se encontram no capítulo 7.

2 A Tecnologia Wireless

A tecnologia *wireless* interliga dispositivos sem o uso de fios ou cabos para transmitir diversos tipos de informações como dados, voz e vídeo através da propagação de ondas eletromagnéticas. Com a proliferação do uso da Internet e, conseqüentemente, a demanda por banda larga, a tecnologia *wireless* possibilita ao usuário uma mobilidade antes limitada por fios e cabos.

O primeiro padrão *wireless* largamente utilizado em todo mundo foi o Wi-Fi (*Wireless Fidelity*), que opera em faixas de frequências não licenciadas em redes locais conhecidas como WLAN (*Wireless Local Area Network*). Com a redução do custo de equipamento de WLAN, o acesso antes restrito a hotéis e aeroportos expandiu-se também para o uso doméstico. Atualmente já estão em desenvolvimento, implementação ou em popularização, outros padrões de tecnologia *wireless* com maior alcance e alta capacidade de transmissão conhecidos como *broadband wireless*, conforme ilustrado na Tabela 1.

O WiMAX é um padrão de tecnologia *wireless* desenvolvido para oferecer acesso a banda larga como uma alternativa para a conexão a cabo modem e linha telefônica ADSL (*Asymmetric Digital Subscriber Line*) atualmente utilizados, e também para aplicações de telefonia móvel, Wi-Fi, campus networking, serviços de VoIP e outros. Dessa forma, o WiMAX é uma alternativa para uma operadora ganhar penetração em localidades onde ainda não são oferecidos soluções de banda larga. Além disso, o aumento da convergência tecnológica que já existe para terminais móveis que utilizam uma rede WiFi e voz sobre IP (VoIP), poderá fazer do WiMAX um novo concorrente para a telefonia celular, permitindo fornecer conectividade para clientes residenciais, instituições governamentais e pequenas, médias e grandes empresas.

Tabela 1 – Padrões Wireless

Tecnologia	Padrao	Uso	Velocidade	Alcance	Frequência
UWB	802.15.3a	WPAN	110-480 Mbps	Até 10 m	7,5 Ghz
Wi-Fi	802.11a	WLAN	Até 54 Mbps	Até 100 m	5,0 Ghz
Wi-Fi	802.11b	WLAN	Até 11 Mbps	Até 100 m	2,4 Ghz
Wi-Fi	802.11g	WLAN	Até 54 Mbps	Até 100 m	2.4 Ghz
WIMAX	802.16d	WMAN	Até 75 Mbps (20Mhz)	6 a 9 km	Sub 11 Ghz
WIMAX	802.16e	WMAN Móvel	Até 30 Mbps (10Mhz)	1 a 5 km	2 - 6 Ghz
WCDMA/UMTS	3G	WWAN	Até 2 Mbps	1 a 8 km	1800, 1900, 2100 Mhz
CDMA2000	3G	WWAN	Até 2.4 Mbps (300-600Kbps típico)	1 a 8 km	400, 800, 900, 1700, 1800, 1900, 2100 Mhz
Edge	2.5G	WWAN	Até 348 Kbps	1 a 8 km	1900 Mhz

Fonte: Intel

Embora o padrão 3G (*Third Generation*) permita também a transmissão a grandes distâncias, o 3G adequa-se mais para o uso em PDAs (*Personal Digital Assistants*) e telefones celulares, enquanto que o WiMAX é mais apropriado para desktops e laptops. O UWB (*Ultra-Wideband*), por outro lado, embora tenha baixo alcance, possui grande capacidade de sinal (110-480Mbps), o que o torna ideal para uso em entretenimento doméstico e transmissão USB *wireless*. Para fins deste trabalho, assumimos que a empresa adotará o padrão WiMAX 802.16 para a implantação da rede WMAN (*Wireless Metropolitan Area Network*),

No Brasil, em fevereiro de 2003 a ANATEL efetuou a licitação 003/2002/SPV, onde ofereceu blocos de frequência na faixa de 3,5 GHz e 10,5 GHz, e em setembro de 2006 fez uma nova licitação para os blocos de frequência de 3,5GHz e 10,5GHz restantes da licitação anterior, que são as faixas de espectros de frequências que possibilitam o uso do padrão *wireless* WiMAX. Nesta ocasião, foram ofertadas para a faixa de 3,5GHz, blocos de 10,5MHz para as Regiões I (Nordeste, Rio de Janeiro, Minas Gerais, Espírito Santo, Amazonas, Roraima, Amapá e Pará), II (Centro-Oeste, Sul, Tocantins e Acre) e III (Estado de São Paulo) e 7,0MHz para as áreas de numeração identificadas no Plano Geral de Códigos Nacionais. Na Tabela 2, estão os preços mínimos da licitação 002/2006/SPV-ANATEL referentes ao interior do Estado de São Paulo (Região III) e Capital (SP1). Consideramos a aquisição de 1 grupo de pares de bloco de frequência na Região III (Estado de São Paulo) e 1 grupo de pares de bloco de frequência para SP1 (Cidade de São Paulo), o que é suficiente para o projeto em análise .

Tabela 2 – Preço Mínimo (R\$)

Região	Licitação N.º 002/2006/SPV - ANATEL	Preço Mínimo
III	Grupo de 6 pares de blocos de 1,75MHz na faixa de 3,5GHz totalizando 10,5MHz Ida / 10,5MHz volta	1.594.755,10
SP1	Grupo de 4 pares de blocos de 1,75MHz na faixa de 3,5GHz totalizando 7MHz Ida / 7MHz volta	935.707,80

A operadora que vencer a licitação terá exclusividade do uso dos blocos de radiofrequência adquiridos para um prazo inicial de 15 anos, renováveis por mais 15, e deverá, em até 18 meses, no máximo atender as capitais de Estado e os municípios com população maior ou igual a 500.000 habitantes. Para região III, há nove municípios com mais 500.000 mil habitantes e para área SP1 há cinco municípios. A licitação é na modalidade de envelope fechado, onde o participante não conhece o valor da proposta da empresa concorrente nem as suas áreas de interesse, portanto, a principal decisão da empresa é definir o valor a ofertar pelas frequências.

3 Modelagem Estática: FCD

Consideramos uma empresa de telecomunicações no Brasil que deseja obter dois grupos de blocos de frequência para implantar e oferecer os serviços de uma rede WiMax na Capital (Região SP1) e no interior do Estado de São Paulo (Região III), com foco no segmento de pequenas e médias empresas do mercado corporativo.

O projeto visa implantar uma infra-estrutura de serviços WiMAX fixo em cinco fases anuais, começando pela cidade de São Paulo e expandindo gradualmente a rede aos demais centros urbanos do Estado. Os investimentos necessários, incluindo a instalação de 720 estações base, são estimados em R\$ 117 milhões. As principais incertezas do projeto referem-se à demanda futura do mercado e ao preço dos serviços. Segundo pesquisa IDC Brasil (2006), em 2006

havia 5.753 milhões de conexões ativas no Brasil, o que representou um crescimento de 40% em relação ao ano de 2005. Isso representa um percentual de penetração de mercado de 2.6 %, o que é baixo compara a países como Espanha (7%), Coréia (27%), ou mesmo outros países Sul Americanos como o Chile (6%) e a Argentina (3,2%). O mercado corporativo representou 13,4% do total de banda larga e o Estado de São Paulo representou aproximadamente 40% do total do país. A previsão para o mercado para o ano de 2010 é de dez milhões de conexões.

Para estimar o tamanho do mercado da empresa, foram adotadas as projeções da consultoria SenzaFili (2006) que indicam que o WiMax deverá obter uma fatia de 7,8% do total do mercado de banda larga na América Latina, e manteve-se a mesma fatia de 13.4% de 2006 para o mercado corporativo e 2/3 destes para o WiMax corporativo fixo. Assumimos também a mesma fatia de 40% para o Estado de São Paulo, e que a fatia de mercado da empresa será de 12% em 2010, crescendo para 25% em 2017. A Tabela 3 apresenta um resumo das premissas de mercado adotadas. O preço mensal dos serviços foi estimado como sendo a receita média obtida por cliente, no valor de R\$ 850,00, com base nos produtos similares existentes no mercado.

Tabela 3 – Estimativas de Mercado

Mercado	Fatia	Clientes
Total Banda Larga		10.029.375
WiMax	7,80%	782,291
WiMAX Fixo Corporativo (7,8% x 13,4% x 2/3)	0,70%	69,885
WiMAX Fixo Corporativo - SP (0,70% x 40%)	0,28%	27,954
WiMAX Fixo Corporativo - Empresa (0,28% x 12%)	0,03%	3,354

Embora a licitação estabeleça um preço mínimo para as licenças de uso, se houver mais de uma empresa interessada nos blocos é provável que a proposta vencedora apresente um preço maior do que o preço mínimo. Dessa forma, a decisão de qual preço ofertar na licitação é de extrema importância, pois um preço baixo demais pode inviabilizar a estratégia de implantação do projeto.

Uma das maneiras de estimar o valor de oferta pelas licenças é utilizar valores de referência adotados em outros mercados. Estes valores de referência podem ser estimados através do Preço do Megahertz por População (PMP), tomando-se o preço da licença dividido pelo tamanho do espectro de frequência em Megahertz e a população coberta por aquele espectro. Segundo dados da Pyramid Research (2007), na Europa Central e do Leste o PMP é de cerca de US\$ 0,04, enquanto que na Europa Oriental é de US\$ 0,01. Para o Brasil consideramos como premissa um PMP de US\$ 0,01. Com este preço, o valor de referência para licença seria de R\$ 15,146 milhões para um bloco na Região III e de R\$ 2,722 milhões para a área da Capital SP1), conforme ilustrado na Tabela 4.

Tabela 4 – Cálculo do Valor de Referência da Licença.

Valor de Referência	MHz	População	\$ (PMP)	R\$/USD	Valor da Licença (a)	Preço Mínimo (b)	Múltiplo (c = a / b)
Região 3	21	36.966.527	\$0,01	1,951	15.146.363	1.594.755	9
SP1 (Capital)	14	9.968.485	\$0,01	1,951	2.722.937	935.708	3
				Total	17.869.300	2.530.463	7

Dessa forma, assumimos que a empresa irá ofertar um valor mais próximo do valor de referência praticado em outros mercados de R\$ 17.869.300, pela licença de uso dos blocos de frequência, ao invés do preço mínimo estabelecido no edital de licitação. Consideramos também que o valor ofertado pela licença pode ser pago em dez anos com juros de 3% a.a. sobre o saldo devedor, conforme autorizado pelo edital. Os principais parâmetros utilizados na modelagem do projeto e sua análise pelo Fluxo de Caixa Descontado (FCD) estão relacionados na Tabela 5.

Tabela 5 – Características do Projeto

No de Estações bases:	720 (Cobertura de todo o Estado de São Paulo)
Valor da oferta na Licitação:	R\$ 17,9 milhões
Foco de Mercado:	Corporativo, pequenas e médias empresas
Preço médio inicial:	R\$ 850,00/Mês
Prazo de Concessão:	15 anos
Aliquota de Imposto de Renda:	30%
Tributos:	ICMS 25%, PIS e Confins 3.65%
Taxa livre de risco:	8% a.a.
Depreciação:	Linear em 10 anos
WACC:	14% a.a.

Como base nas premissas e dados mencionados o Valor Presente dos fluxos de caixa esperados do projeto é de R\$ 125,66 milhões. Considerando o Valor Presente dos investimentos ao longo dos cinco anos do projeto de R\$ 116,93 milhões, o VPL é de R\$ 8,73 milhões, assumindo-se que será ofertado na licitação o valor de referência da licença de R\$ 17,869 milhões, o que indica que há espaço para aumentar o valor ofertado na licitação até o limite de R\$ 29,16 milhões. O fluxo de caixa do projeto está apresentado no anexo IV, onde foi considerado um valor de perpetuidade ao final do ano 15.

4 Modelagem Dinâmica: Opções Reais

A análise pelo FCD representa uma análise estática, que não considera o valor das flexibilidades existentes no projeto, como, por exemplo, a opção de adiar, abandonar ou reduzir o escopo do investimento. O edital de licitação, por exemplo, estabelece o prazo de 18 meses para o início dos serviços, o que significa que a empresa tem a opção de adiar seus investimentos por pelo menos um ano. Por outro lado, uma vez iniciado o projeto, a empresa tem também a opção de abandonar este mercado a qualquer momento, caso a demanda pelos serviços oferecidos se revele muito aquém das estimativas iniciais.

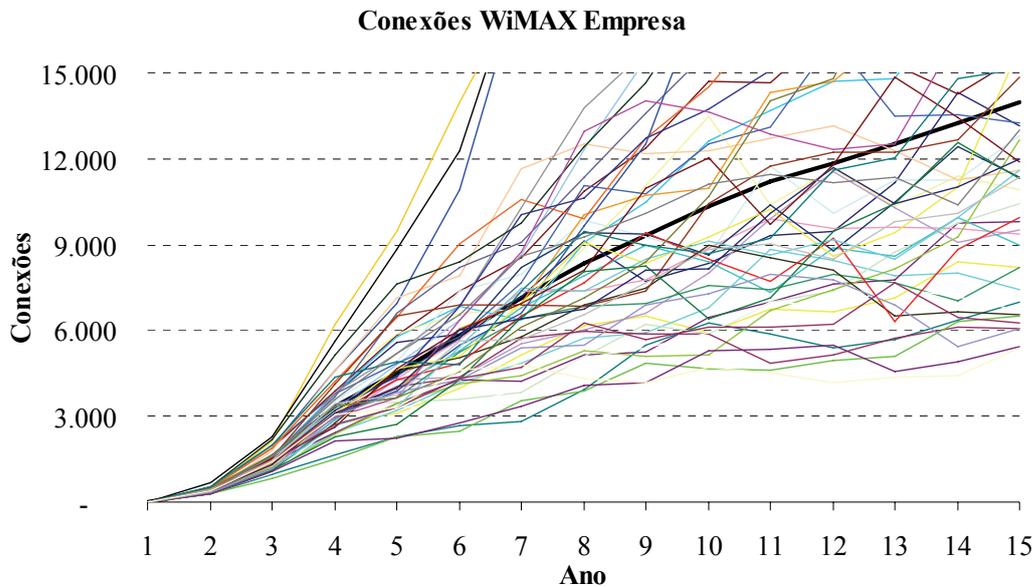
A concepção original do projeto prevê a expansão gradual da planta de modo que todo o Estado de São Paulo esteja atendido ao final de cinco anos. Dessa forma, o projeto foi dividido em cinco fases. Na primeira, a rede atenderá a cidade de São Paulo, da segunda à quarta fase a rede será expandida para os demais centros urbanos do Estado e na quinta e última fase a expansão atenderá as áreas rurais e menos populosas. Essa arquitetura cria para a empresa uma opção adicional, que é a de não prosseguir para a fase seguinte, uma vez completada cada fase.

Todas estas opções coexistem simultaneamente no projeto e configuram um caso de opções compostas, onde a existência de uma opção influencia o valor de outra. Como estes valores

não são aditivos, para determinar o valor agregado destas flexibilidades gerenciais, estas opções precisam ser modeladas simultaneamente.

Para a modelagem dinâmica da metodologia das opções reais, assumimos que as principais incertezas do projeto são o número de conexões demandadas pelo mercado e o preço médio mensal por cliente.

Figura 1 – Evolução Estocástica do número de Conexões



Como é padrão na literatura, a demanda do mercado (S) foi modelada como um processo de difusão Geométrico Browniano na forma $dS = \mu_t S dt + \sigma S dz$, onde μ_t é a taxa de crescimento do mercado em cada ano t , σ é a volatilidade do processo e dz é o incremento de Wiener padrão. Como não há dados históricos nem de mercado de WiMax disponíveis, para a determinação dos parâmetros do modelo utilizamos o mercado de banda larga via cabo modem no Brasil. O número de conexões e a evolução da receita da empresa é função direta do crescimento do mercado WiMax. A Figura 1 ilustra a projeção do crescimento do número de conexões da empresa para o período inicial da concessão (linha em negrito), bem como a simulação dos caminhos possíveis para esta variável.

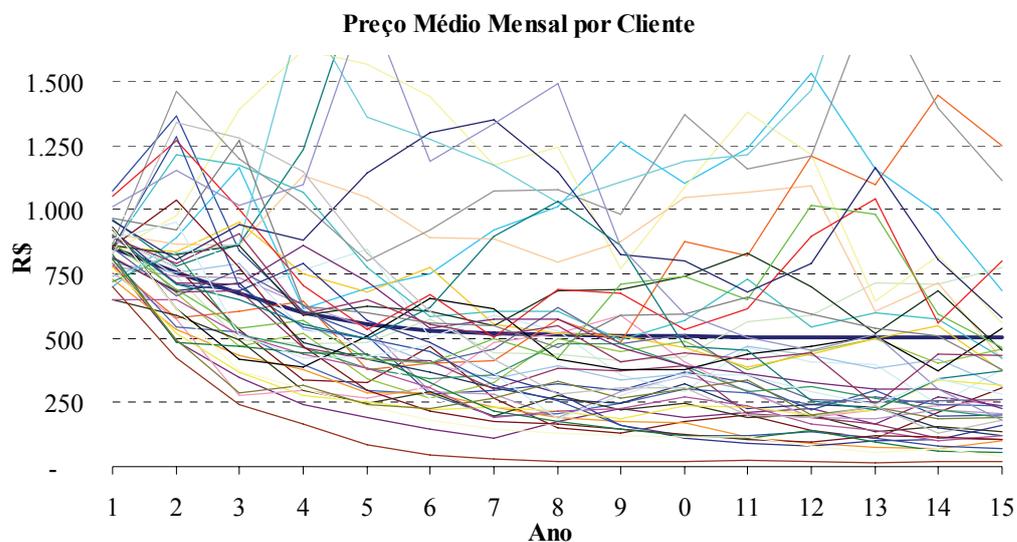
Da mesma forma, assumimos que o preço médio mensal por cliente também segue um Movimento Geométrico Browniano (MGB) com uma taxa de crescimento μ variável. Dada a rápida evolução tecnológica neste mercado, estima-se que o custo médio do serviço irá se reduzir com o tempo. Assim, assumimos inicialmente uma taxa de crescimento negativa de 11.6%, que se reduz gradativamente durante um período de dez anos até chegar ao crescimento zero, quando se estima que os preços estarão estabilizados. A receita média mensal inicial por cliente foi modelada como uma distribuição triangular com valor mais provável de R\$ 850,00 com limite inferior de R\$ 600,00 e limite superior de R\$ 1.100,00 com base nos produtos similares existentes no mercado. Dado que não existem dados históricos de preços devido ao fato do produto ser inédito no Brasil, para o cálculo da volatilidade consideramos uma estimativa do intervalo de confiança inferior de 95% do preço médio no ano de 2010 (ano 4), através da equação (1):

$$P_4^- = P_0 e^{(\alpha t - 2\sigma\sqrt{t})} \quad (1)$$

onde P_0 : Preço Inicial,
 P_4^- : Limite inferior no ano 4 (quatro).
 α : Taxa de crescimento no período em análise
 t : Prazo (4 anos).

Dessa forma, obtemos uma volatilidade de $\sigma = 24,8\%$. A Figura 2 ilustra a projeção do preço médio dos pacotes de produtos que serão oferecidos pela empresa para o período na linha em negrito e a simulação de Monte Carlo para esta variável.

Figura 2 – Evolução Estocástica do Preço Médio Projetado



A volatilidade do projeto, que incorpora ambas as fontes de incerteza, é definida como o desvio padrão anualizado dos retornos do fluxo dinâmico do projeto. Definimos $\tilde{v} = \ln(\tilde{V}_1/V_0)$, onde V_0 é o valor Presente do projeto na modelagem estática, \tilde{V}_1 é o valor estocástico do projeto no ano 1 e \tilde{v} é o retorno estocástico do projeto. Considerando apenas o fluxo de caixa do primeiro ano como estocástico e condicionando os períodos subsequentes ao resultado observado do primeiro ano, obtemos para a média de três simulações com 20.000 interações cada, o valor de $\sigma = 0,359$, ou 35.9% para a volatilidade do projeto.

Modelamos o valor do projeto através do modelo binomial de Cox, Ross e Rubinstein (1979), com o auxílio do software de árvore de decisão DPLTM. O caso básico considera a expansão do projeto em cinco fases sem nenhuma flexibilidade gerencial, idêntico ao FCD. Utilizamos a medida neutra a risco, descontando os fluxos de caixa do projeto à taxa livre de risco, e chegamos, como era de se esperar, ao mesmo valor presente de R\$ 8,732 milhões da modelagem estática, uma vez que não foi incluída nenhuma opção até o momento. Para maiores detalhes a respeito do uso de árvores de decisão para a construção do modelo binomial de CRR (1979) referimos o leitor a Brandão, Dyer e Hahn (2005).

4.1. Análise das Opções do Projeto

Opção de Adiamento: A primeira opção a ser considerada é a opção de adiar o início do projeto por um ano. Assumimos que o atraso em iniciar o projeto acarreta uma perda de fatia de mercado de 1% que será perdida para os concorrentes. Dessa forma, caso a empresa decida por adiar o projeto, haverá um impacto mercadológico que se refletirá no fluxo de caixa e no valor do projeto, e o projeto que será executado dentro de um ano será diferente do projeto executado imediatamente. O valor do projeto adiado medido pelo FCD tem um VPL de R\$ 6.519, menor do que o valor do projeto original, portanto fica claro que a opção de adiar nunca é ótima quando analisada isoladamente.

Opção de Abandono: Consideramos também a possibilidade da empresa abandonar o projeto nos primeiros cinco anos de operação, que são os de maior incerteza. Na modelagem da opção de abandono assumimos que parte do investimento em infra-estrutura é recuperado com a venda dos ativos do projeto para um concorrente. Essa parcela se reduz à medida que o projeto se desenvolve no tempo, de 85% no primeiro ano para 25% no ano cinco, conforme indicado na Tabela 6, que mostra também o investimento e a depreciação acumulada no período. Assumimos também que os blocos de frequência poderão ser vendidos ao final do ano cinco por 50% do valor de aquisição.

Tabela 6 – Valor de Abandono

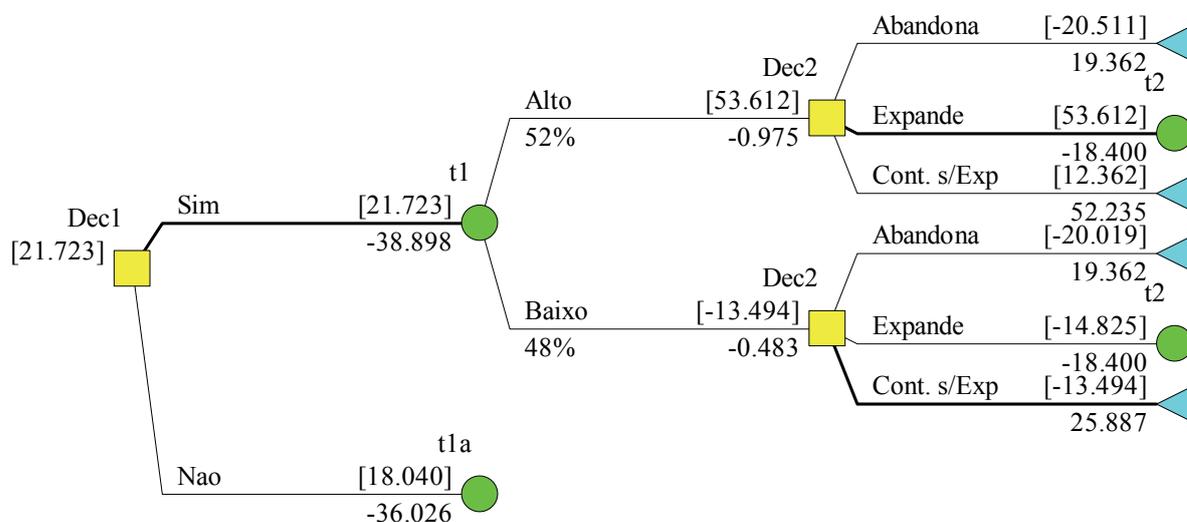
R\$ 1.000	Ano 1	Ano 2	Ano 3	Ano 4	Ano 5
Investimento	27.335	50.441	73.839	97.498	109.443
(-) Depreciação Acumulada	(2.733)	(7.778)	(15.161)	(24.911)	(35.856)
Investimento Líquido	24.601	42.663	58.677	72.587	73.588
% Recuperação	85%	70%	55%	40%	25%
Venda dos Blocos de Frequencia (50%)					8.935
Valor do Abandono	20.911	29.864	32.272	29.035	27.332

A modelagem das opções de flexibilidade do projeto é inserida na malha binomial como nós de decisão em cada um dos instantes onde a empresa tem a possibilidade de escolher maximizar o valor do projeto. No caso da opção de abandono, esta flexibilidade é representada por um nó de decisão em cada um dos cinco anos iniciais do projeto.

Opção de não Expandir o Projeto: A terceira opção existente representa a flexibilidade para não investir na próxima fase do projeto, caso esta alternativa seja ótima para a empresa. Assim, no início de cada etapa anual dos anos 1 a 5 (2007 a 2011) é modelada a opção de não expandir o projeto para a fase seguinte conforme previsto originalmente, mantendo-se apenas a cobertura da rede implantada até aquele momento.

Modelamos agora todas as três opções em conjunto, uma vez que eles coexistem simultaneamente no projeto e existe interação entre as opções. O modelo de árvore de decisão com todas as opções do projeto está ilustrado no Anexo III. O resultado da incorporação das opções existentes no projeto gerou um resultado de R\$ 21,722 milhões, comparado com o valor de R\$ 8.732 da análise determinística do FCD, conforme Figura 3, onde estão ilustrados apenas os primeiros dois anos do modelo.

Figura 3 – Valor do Projeto com todas as Opções



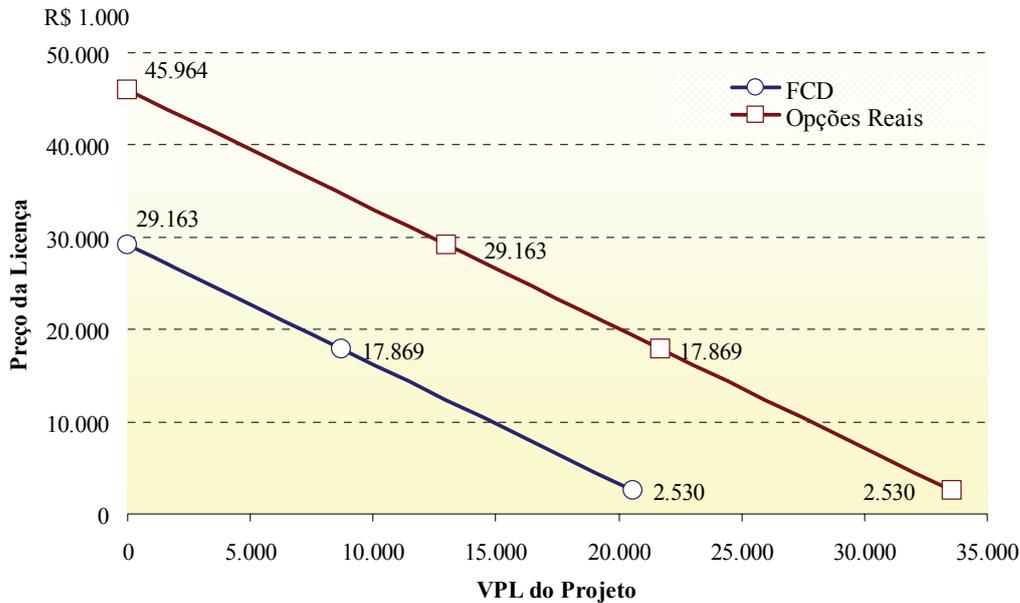
Verifica-se que a forte interação entre as opções do projeto, que faz com que a opção de não expandir domine as demais. Na presença da opção de não expandir, as opções de adiamento e abandono nunca serão exercidas, ficando então com valor zero. Todo o valor de flexibilidade do projeto é proveniente da opção de não expansão, que é preponderante no projeto. Dependendo das premissas adotadas em relação ao valor de recuperação na opção de abandono ou na remodelagem das premissas mercadológicas na opção de adiar, no entanto, esta superioridade poderá sofrer alterações.

5 Resultados

Os cálculos do caso base foram realizados considerando o valor de referência de R\$ 17,87 milhões. No entanto, o preço da licença no leilão pode assumir qualquer valor a partir do valor mínimo de R\$ 2,53 milhões. Pela metodologia tradicional do FCD, a empresa poderia oferecer, no máximo, o valor que fará com que o VPL do projeto seja nulo, ou seja, R\$ 29,163 milhões. A análise pela metodologia das opções reais, por outro lado, acrescenta ao projeto o valor de R\$ 12,99 milhões adicionais referente às opções existentes no projeto que não são capturadas pelo FCD. Dessa forma, o valor ofertado poderá ser elevado até R\$ 45,96 milhões, que representa um aumento de 58% sobre o valor determinado pelo FCD, sem que isso cause prejuízo ao projeto. Isso possibilita a empresa ter uma faixa maior de valores para escolher usar na licitação, dependendo das suas expectativas a respeito do interesse das concorrentes.

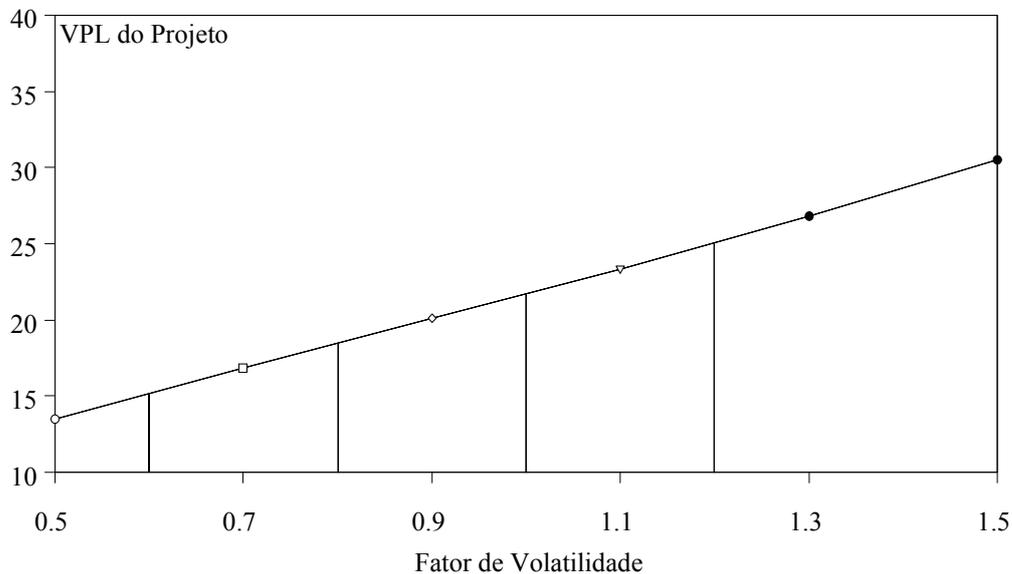
A Figura 4 ilustra os resultados encontrados. No eixo vertical estão os diferentes valores que a empresa pode ofertar pelas licenças, e no eixo horizontal o VPL correspondente do projeto. Pode-se observar que a metodologia das opções reais domina a análise do FCD, no sentido em que mostra que a empresa pode ofertar preços maiores para as licenças caso isso seja do seu interesse estratégico, sem comprometer a viabilidade econômica do projeto.

Figura 4 – VPL x Preço da Licença



A análise de sensibilidade à volatilidade do projeto indica que a relação do VPL com a volatilidade é aproximadamente linear. Uma redução de 50% na volatilidade reduz o VPL do projeto em 38% para R\$ 13,5 milhões, um pouco mais que a metade do seu valor original, enquanto que um aumento de 50% na volatilidade aumenta o VPL em cerca de 40% para R\$ 30.5 milhões, conforme ilustrado na Figura 12, onde F representa o fator de ajuste da volatilidade.

Figura 5 – Sensibilidade a Volatilidade do Projeto



6 Conclusões e Recomendações

Neste trabalho analisamos um projeto de investimento na tecnologia WiMAX considerando as diversas flexibilidades existentes para a empresa, com o objetivo de auxiliar na decisão do preço a ser ofertado na licitação da licença de operação. Para tanto, o projeto foi analisado tanto pela modelagem estática do Fluxo de Caixa Descontado quanto da modelagem dinâmica

da metodologia das Opções Reais. Este estudo foi elaborado com dados publicamente disponíveis tomando como base a licitação 002/2006/SPV-ANATEL.

Os resultados mostraram que pela metodologia das opções reais o valor do projeto apresentou um incremento de R\$ 12,991 milhões quando comparado ao FCD. Com o pagamento do valor de referência na licença o VPL aumenta de R\$ 8,732 milhões para R\$ 21,723 milhões, um incremento de 149%.

Na modelagem apresentada, a opção real que mais agregou valor ao projeto e que dominou as outras opções, foi opção de não expandir, que é a possibilidade de implementar a infraestrutura dispersa geograficamente de forma gradual. Desta forma, projetos com características semelhantes e que também possuam a possibilidade de ser implementada em fases, a flexibilidade gerencial de não expandir o projeto também deve agregar valores significativos. Constatamos que a metodologia das opções reais propicia resultados que podem ser significativamente diferentes daqueles obtidos pelos métodos tradicionais e as empresas que participam deste tipo de licitação sem o uso desta metodologia podem estar subestimando o valor do seu projeto e conseqüentemente, reduzir as chances de vencer a licitação.

Por outro lado, a modelagem adotada merece algumas ressalvas. Não foram considerados neste trabalho incertezas adicionais como taxas de câmbio, taxas de juros, ações dos concorrentes ou incertezas políticas e regulatórias, que podem afetar os resultados obtidos, que também são influenciados pelos parâmetros adotados para a modelagem estocástica do modelo.

7 Referências Bibliográficas

ANATEL (Agência Nacional de Telecomunicações), **Edital de licitação 002/2006/SPV-ANATEL**. Disponível em: <<http://www.anatel.gov.br>>. Acesso em 06 jan. 2007.

BERRÊDO, M.C.H. **Abordagem por Opções Reais na Privatização do Setor de Telecomunicações: O caso da Embratel**. Dissertação de Mestrado, Departamento de Engenharia Industrial, PUC-Rio, 2001.

BRANDÃO, L.E.; DYER, J.S.; HAHN W.J. **Using Binomial Decision Trees to Solve Real-Option Valuation Problems**. *Decision Analysis*, vol.2., No.2, 69-88, 2005.

COX, J.; S. ROSS; M. RUBINSTEIN. **Option Pricing: A simplified approach**. *Journal of Financial Economics*, 7, 229-64, 1979.

GONÇALVES, F.O.; MEDEIROS, P.Y. **Opções Reais e Regulação: O Caso das Telecomunicações no Brasil**. Banco BBM Working Paper, presented at II SBE Conference, Rio de Janeiro, May 2002, 18 pp.

HALLUIN, Y.D'; FORSYTH, P.A.; VETZAL, K.R. **Wireless Network Capacity Investment**. Proc. 7th Annual Real Options Conference, Washington DC, July 10-12, 2003.

IDC Brasil. Cisco Systems Brasil, Análise de Mercado. **Barômetro de Banda Larga no Brasil, 2005-2010**. Resultados 2006. Disponível em: <<http://www.cisco.com/web/BR/barometro/barometro.html>>. Acesso em 03 jun. 2007.

INTEL. **Broadband Wireless: The New Era in Communications**, White paper disponível em: <<http://www.intel.com/netcomms/bbw/30202601.pdf>>. Acesso em 01 abr. 2007.

IMAI J. ; WATANABE T., **A Multi-stage Investment Game in Real Option Analysis** June 20, 2005. 9th International Conference on Real Options, Paris. Available at <http://realoptions.org/>.

LOPES, W.P. **Uma Abordagem para Aplicação Integrada de Cenários de Estratégia com Avaliação de Opções Reais em Telecomunicações**. Dissertação de Mestrado, Departamento de Administração, PUC-Rio, 2004.

PINDYCK, R.S.; **Pricing Capital Under Mandatory Unbundling**. NBER working paper N° 11225, Issued in march 2005.

PINTO, L.G.; PEREIRA, J.A.A. **Stock Valuation Using a Contingent Claims Approach: The Case of Portugal Telecom**. Universidade dos Açores e CEEApIA, Série de Seminários do CEEApIA, 14:00 horas, 16 de Dezembro de 2005.

PYRAMID RESEARCH, **Espectro Inflaciona nos Emergentes**. Thesis Tecnologia e Negócio, 09 de março de 2007. Disponível em: <http://www.e-thesis.inf.br/index.php?option=com_content&task=view&id=911&Itemid=117>. Acesso em 10 de abril de 2007.

RAMIREZ, W.; HARMANTZIS, F.C.; TANGUTURI, V.P. **Deployment of Wi-Fi Networks in Enterprise Market: An Application in Wireless Data Services**. Proc. 10th Annual Real Options Conference, New York City, NY, Jun 14-17, 2006.

SENZA FILI CONSULTING. – Paolini, M. **WiMAX State of Industry**. Mid-year Analysis. Transmedia Telebriefing. June 21, 2006. Disponível em: <<http://www.senza-fili.com/resources/conference-presentations.php>>. Acesso em 07 jun. 2007.

TEIXEIRA, R. B. M. **Opções Reais e Teoria de Jogos como Base de Decisões Estratégicas em Empresas do Setor de Telecomunicações no Brasil**. Dissertação de Mestrado, Departamento de Administração, PUC-Rio, 2007.

Anexo I - Fluxo de Caixa Descontado do Projeto Total

R\$ 1.000,00

	Ano1	Ano2	Ano3	Ano4	Ano5	Ano6	Ano7	Ano8	Ano9	Ano10	Ano11	Ano12	Ano13	Ano14	Ano15	
Receita Bruta	186	5,172	17,344	33,850	42,165	51,769	61,959	71,974	79,752	88,002	94,840	100,369	106,030	111,826	117,758	
(-) Impostos e outras deduções	(53)	(1,482)	(4,969)	(9,698)	(12,080)	(14,832)	(17,751)	(20,620)	(22,849)	(25,213)	(27,172)	(28,756)	(30,378)	(32,038)	(33,738)	
Receita Líquida	133	3,690	12,375	24,152	30,085	36,937	44,208	51,353	56,903	62,790	67,668	71,614	75,653	79,788	84,020	
Custo dos Produtos Vendidos	(2,473)	(4,237)	(6,573)	(9,055)	(9,836)	(11,204)	(12,600)	(13,987)	(15,245)	(16,543)	(16,641)	(16,976)	(17,321)	(17,670)	(18,023)	
Despesas de Vendas, Ge&A	(40)	(996)	(2,970)	(5,072)	(5,415)	(6,649)	(7,957)	(9,244)	(10,242)	(11,302)	(12,180)	(12,890)	(13,617)	(14,362)	(15,124)	
Depreciação	(2,735)	(5,079)	(7,502)	(9,978)	(11,245)	(12,531)	(13,826)	(15,125)	(16,414)	(17,714)	(15,034)	(12,733)	(10,354)	(7,922)	(6,702)	
LAIR	(5,115)	(6,622)	(4,670)	47	3,589	6,553	9,825	12,997	15,001	17,230	23,813	29,014	34,360	39,834	44,172	
Tributos	1,534	1,987	1,401	(14)	(1,077)	(1,966)	(2,947)	(3,899)	(4,500)	(5,169)	(7,144)	(8,704)	(10,308)	(11,950)	(13,252)	
+ Depreciação	2,735	5,079	7,502	9,978	11,245	12,531	13,826	15,125	16,414	17,714	15,034	12,733	10,354	7,922	6,702	
Geração de Caixa	(846)	444	4,233	10,012	13,757	17,118	20,703	24,223	26,915	29,776	31,703	33,043	34,406	35,806	37,622	
Valor residual															268,729	
Fluxo de Caixa Livre	(116,932)	(846)	444	4,233	10,012	13,757	17,118	20,703	24,223	26,915	29,776	31,703	33,043	34,406	35,806	306,351
VPL	8,732															
WACC	14.0%															
IRR	14.8%															
Valor do Projeto	125,663	143,256	164,276	186,769	208,091	225,811	241,742	256,070	268,319	278,268	286,543	292,715	297,553	301,542	304,535	306,351
Taxa de Dividendos	(0.006)	0.003	0.023	0.048	0.0609	0.071	0.081	0.090	0.097	0.104	0.108	0.111	0.114	0.118	1.000	

Fonte: Licitação 002/006/SPV - ANATEL

Anexo II – Modelo com Opção de Adiamento, Abandono e Não Expansão

