

VIABILIDADE DE EMPREGO DA TEORIA DE OPÇÕES REAIS NO PROCESSO DE AVALIAÇÃO DE EMPRESAS DE TELECOMUNICAÇÕES

USAGE VIABILITY OF THE REAL OPTIONS THEORY IN THE EVALUATION PROCESS FOR TELECOM COMPANIES

Rodrigo Alves SILVA

Faculdade de Economia e Administração de Ribeirão Preto – FEA-RP/USP - Brasil
ralves08@usp.br

Alberto Borges MATIAS

Faculdade de Economia e Administração de Ribeirão Preto – FEA-RP/USP - Brasil
matias@usp.br

Recebido em 03/2012 – Aprovado em 08/2012

Resumo

Em mercados competitivos e inovadores a utilização de técnicas de avaliação focadas em benefícios futuros dos atuais negócios da firma se mostram inadequadas para avaliar as vantagens advindas de estratégias de flexibilização e geração de oportunidades de novos negócios, as quais são importantes direcionadores de valor. O valor gerado por oportunidades e flexibilidades em empresas de telecomunicações é o foco do presente artigo que objetiva fundamentar a viabilidade de incorporação de opções reais no processo de avaliação das empresas do setor, partindo do pressuposto de que o mercado as atribui valor de acordo com as expectativas dos negócios atuais e futuros. Foram testados os modelos de efeitos fixos e aleatórios de dados em painel balanceados para verificar a significância das variáveis explicativas geradoras de valor potencial de opções reais. Os testes demonstram significância estatística das variáveis, o que fornece indícios de suporte à utilização da teoria de opções reais.

Palavras-Chave: Teoria de Opções Reais - Processo de Avaliação - Painel Longitudinal – Plausividade - Valor Imputado.

Abstract

In competitive and innovator markets the use of techniques of valuation focused on the futures benefits of today's businesses of the firm have shown inadequate to assess the advantages proceeding of flexibility strategies and creation of new business opportunities, which are important value drivers. The value created by the opportunities and flexibilities in telecommunications firm's is the focus of this research that aims to support the viability of incorporating of the real options on the evaluation process of companies in the sector, assuming that the market incorporate value of they in accordance with the current and future business expectations. Models of fixed and random effects panel data were tested to assess the significance of the explanatory variables generating potential value of real options. The tests demonstrate statistical significance of variables, which provides evidence supports in the use of real options theory.

Keywords: *Real Options Theory - Assessment Process - Longitudinal Panel – Plausible - Imputed Value*

1 INTRODUÇÃO E JUSTIFICATIVA

O processo de avaliação financeira da firma é um tema recorrente em Engenharia Financeira e que vem ganhando destaque, se figurando, segundo Brealey, Myers (2005) a principal área da gestão financeira. As motivações para este ganho em importância são as mais diversas, tais como a necessidade de autoavaliação, compra e venda de negócios, liquidação de empreendimentos, políticas de financiamento, etc. Não obstante a esfera interna da organização o valor da firma é de interesse também para todo um conjunto de agentes, tais como governos, investidores, credores, etc. Para Matos (2001) embora não sejam totalmente conclusivos, os métodos de avaliação formais são capazes de oferecer importantes instrumentos para nortear os

agentes envolvidos no processo de negociação, servindo como referência para a formulação de estratégias, avaliação de resultados, dentre outros. Considerando tais termos, é possível indicar que a adoção de métodos marginalmente eficientes em relação à condução da análise dos valores é algo profundamente importante, servindo de base para a gestão organizacional.

Para o contexto ao qual se aplica a presente pesquisa, qual seja o ambiente de mudanças e de aplicação de tecnologias e inovações em processos e produtos, o que se figura uma tendência de mercado, no entendimento de autores como Minardi (2000), Jiao, Du e Jiao (2007) e Riihimaki (2007) os métodos que se baseiam na Teoria de Opções Reais se mostram marginalmente mais eficientes, tendo em vista a sua capacidade de refletir aspectos interessantes do atual cenário econômico. Para Rappaport e Maubounssin (2002) os investimentos realizados pela firma e sua estrutura de imobilizado são importantes direcionadores de valor, uma vez que refletem suas estratégias e visões de mercado. Não obstante, mas ainda sobre esta perspectiva, os autores sugerem que o principal mecanismo utilizado pelas organizações para aplicar suas estratégias seriam os seus projetos de investimentos.

De acordo com Klette e Kortum (2004) e Chan (2006) modelos tradicionais não servem teoricamente a estes propósitos, sendo as suas deficiências acentuadas quando empregados em processos de avaliação de firmas recém-formadas ou atuantes em mercados com grande nível de inovação e desenvolvimento tecnológico, onde seriam necessários, segundo os autores, modelos que incorporem a questão das incertezas e oportunidades no processo de avaliação.

Organizações cujos produtos estão diretamente relacionados à tecnologia e, em especial à inovação tecnológica, como é o caso do setor de

telecomunicações, têm então os inconvenientes ainda mais acentuados em avaliações realizadas nos moldes tradicionais. Klette e Kortum (2004) indicam que tal fato ocorre pelo grande fluxo de investimentos realizados no setor e que devem ser realizados como forma de obtenção de vantagens competitivas inerentes da realização das oportunidades de negócios geradas no investimento e das inovações tecnológicas em produtos e serviços. Segundo Damodaran (2006) é possível dizer que a capacidade de converter recursos em valor é quem determina a eficiência do sistema montado pela organização, tendo em vista que, como relata o autor, as organizações nascem para gerar valor.

Tomando tal quadro como perspectiva e considerando a volatilidade dos agentes dentro do mercado como sendo fruto de expectativas em relação à economia e à firma avaliada o presente estudo busca apresentar e discutir relações acerca do valor da organização que demonstrem a significância e, portanto, averbem a utilização da Teoria de Opções Reais como instrumento a ser incorporado no processo de avaliação e gestão do valor de organizações de telecomunicações.

1.1 Objetivos

O objetivo geral deste artigo é testar a capacidade teórica de utilização da teoria de opções reais em processos de avaliação de organizações do setor de telecomunicações considerando flexibilidades e oportunidades geradas por projetos e investimentos. Como objetivos específicos a pesquisa busca discutir a relação entre o valor das firmas de telecomunicações, suas estratégias e os mecanismos utilizados para sua execução, em especial os investimentos, bem como testar a significância da hipótese de que esta relação, por características conjunturais e próprias do setor, são direcionadores do valor de mercado destas

organizações. Por fim o artigo busca compor a relação entre o valor de mercado da firma e a sua capacidade de geração de oportunidades e flexibilidades, relacionando esta capacidade com a estrutura organizacional e a capacidade financeira de realização;

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Teoria de opções reais

A Teoria de Opções Reais – TOR é derivada da teoria de opções financeiras (BOUCHAUD; POTTERS, 1999) existente na moderna teoria de finanças (JENSEN; SMITH 1984; SANVICENTE, 1991), tendo mecânica parecida, mas com o intuito de avaliar opções de negócios (projetos) da firma. (RIIHIMAKI, 2007).

As opções financeiras proporcionam o direito, mas não a obrigação, de comprar ou vender títulos a um preço acordado entre as partes, funcionando como um mecanismo de *hedge* para o agente ao limitar o valor da perda ao prêmio pago pela opção. (HULL, 2005; BOUCHAUD; POTTERS, 1999). Similarmente, as opções de investimento em ativos (projetos) corporativos, proporcionam flexibilidades gerenciais e estratégicas, o que cria valor para a empresa (MINARDI, 2000), e conseqüentemente cria valor para os acionistas. Segundo Minardi (2000, p. 76) “a teoria de opções é a melhor abordagem para avaliar projetos quando existem flexibilidades gerenciais significativas, sendo bem menos subjetiva que outras técnicas.”

O interesse em avaliar o valor das opções e flexibilidades organizacionais tem se intensificado em finanças corporativas. Jiao, Du e Jiao (2007) expressam que, em especial, identificar e avaliar as flexibilidades organizacionais sob as condições das incertezas que são impostas atualmente pelo

mercado se mostra particularmente importante para a firma.

No que tange o valor de flexibilidade gerencial e de novas opções de investimentos esta teoria, ao propor a avaliação de tais aspectos, se mostra teoricamente superior para a avaliação de empresas no setor de telecomunicações que, segundo indicações de Rappaport e Mauboussin (2002) apresentam valores substanciais de flexibilidades e oportunidades, passíveis de mensuração por opções reais. Sob este prisma Brown, Crabb e Haushalter (2006) é algo plausível pensar que mecanismos de cobertura da empresa contra riscos, visões e decisões bem postadas no mercado e a redução do custo de capital da firma provocam ganhos ao acionista.

A apetência da organização na aplicação de seus esforços é, então, decisiva para que o processo de avaliação do valor das flexibilidades e opções seja coeso. Desta forma é importante analisar com propriedade a geração de valor das opções e flexibilidades dentro das organizações. Segundo Minardi (2000), Santos e Pamplona (2001), as opções que estão presentes no contexto da análise dos projetos da firma e que agregam valor à mesma são:

- a) *Option to defer* (opção de adiantar a execução do projeto);
- b) *Option to abandon* (opção de abandonar

o projeto);

c) *Option to contract* (opção de redução de escala do projeto);

d) *Option to expand* (opção de expandir o projeto); e

e) *Option to switch* (opção de mudar para outro projeto com melhores alternativas);

A mecânica da precificação das opções pode ser encarada em seu aspecto operacional como uma versão da metodologia de árvore de decisão, como observado na figura 1.

Riihimaki (2007) argumenta que normalmente os métodos de precificação de opções são desenvolvidos para aplicações em opções financeiras para os quais os ativos subjacentes são partes em ações. De acordo com o autor, estes ativos são, no curto prazo, log-normalmente distribuídos e caso as características dos ativos subjacentes sejam conhecidas, o valor das opções reais podem ser obtido diretamente pelo modelo de Black e Scholes (1973) para decisão de compra no período t de uma opção europeia de compra. No entanto, Riihimaki (2007) indica que as opções reais podem não assumir um comportamento log-normal, o que provocaria uma inconsistência do modelo de Black e Scholes (1973) para este tipo de aplicação.

Diversos estudos têm sido feitos na tentativa de resolver tal problema, tais como o estudo de

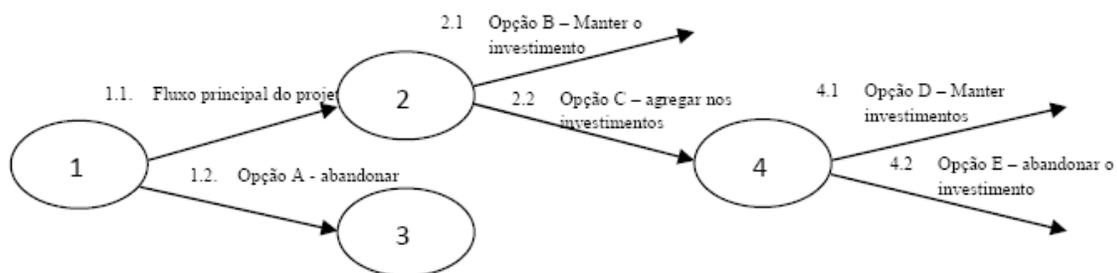


FIGURA 1 - ARVORE DE DECISÃO DE UMA OPÇÃO REAL

Fonte: Adaptado de Martins (2001)

Brennan e Luchrman (apud RIIHIMAKI, 2007) que conduzem a uma aplicação considerando adicionalmente o valor atual líquido no modelo. Riihimaki (2007) e Saurin (2002) destacam este modelo adaptado como segue:

$$PO = Se^{-yt} N(d_1) - Ke^{-rt} N(d_2)$$

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

$$d_2 = d_1 - \sigma\sqrt{t}$$

Onde: S = valor presente dos fluxos de caixa futuros esperados; y = taxa de pagamento de dividendos; K = capital inicial; r = taxa livre de risco (custo de oportunidade) e t = prazo do direito do projeto. Neste modelo “ Se ” seria o valor atual líquido dos benefícios do projeto (ativo) corrigido pela volatilidade “ e ” dos retornos esperados, o que, no caso apresentado por Riihimaki (2007) é indicado como:

$$NPVq = E(NPV) = \mu(1 - \sigma)$$

No caso da avaliação da organização, o valor de manter o projeto é justamente o valor a ser agregado ao valor da firma, uma vez que a empresa continua com a possibilidade de executar o projeto posteriormente e assim agregar valores efetivos à sua estrutura.

Como visto por Damodaran (2006), dentro da teoria do *Valuation*, projetos de investimentos têm seus valores de fluxo de caixa baseados em projetos similares de organizações pertencentes a mercados igualmente similares. Na proposta de avaliação pelo modelo de opções reais, o analista se balizaria na capacidade da organização converter opções e projetos em valor para a firma, considerando assim as heterogeneidades das organizações. Para Copeland e Antikarov (2002) a análise das atividades da empresa por meio das opções reais sustenta a aplicação da

Teoria das Opções Reais por possuir as seguintes vantagens:

- As incertezas do valor do projeto são partes integrantes do modelo matemático;
- O modelo contempla a flexibilidade e o gerenciamento ativo do projeto pela companhia.
- O modelo se assemelha mais com a realidade empresarial em que o projeto se insere;
- Os resultados produzidos incorporam o valor da flexibilidade de cada alternativa de investimento, permitindo a comparação dos projetos de maneira direta.

Contudo, para desenvolver a avaliação por opções reais é necessário estimar o valor dos fluxos de caixa, o que dá margem a erros de estimativa. Outro ponto importante a ser considerado é a visão do gestor em relação à realização de oportunidades. Segundo Brown, Crabb e Haushalter (2006) o excesso de confiança dos gestores pode levá-los a acreditar que as informações disponíveis ou suas habilidades pessoais podem ser suficientes para a tomada de decisão quanto aos projetos e investimentos da firma quando elas não são, o que faz com que os gestores destruam o valor gerado pela firma.

Não obstante, Arping e Lóránth (2006) consideram em sua pesquisa que os esforços das organizações para desenvolvimento de estratégias de mercado, em especial estratégias de diversificação de produtos, podem não se converter em valor para a empresa também por perspectivas dos clientes, já que estas diversificações podem aumentar o custo total de propriedade para o cliente.

2.2 Avaliação da firma por opções reais

Levantando as questões teóricas apresentadas por autores clássicos como Damodaran (2006) e

Brealey e Myers (2005) acerca do valor da firma, entende-se o valor como sendo o valor presente dos benefícios futuros o valor da empresa pode ser descrito como:

$$VP_j = \sum_{t=1}^n \frac{(BF_j)}{[1+i]^t} + \frac{(VR_j)}{[1+i]^t}$$

Onde: VP_j = valor presente da empresa j ; BF_j = Benefícios futuros de j ; i = taxa livre de risco, ou custo de oportunidade; r = risco associado à estimativa e VR_j = valor residual da empresa j no instante da venda futura.

Considerando que o valor i reflete a taxa de desconto para o ativo, sendo esta taxa um prêmio pelo risco do investimento, é possível indicar que, para efeito da taxa de desconto do modelo pode ser utilizado o modelo CAPM como abordado por Galagedera (2007), Dimson e Mussavia (2000) e Pindick e Rubinfeld (2002). Adicionalmente, tendo as medidas de esperança para o modelo (valor futuro estimado) e considerando os expostos por Minardi (2000), Rappaport (1996), Fama e French (2003), que expressam que o valor da empresa é medido em termos de valor presente de negócios atuais, bem como do valor presente de oportunidades de negócios futuros, o modelo anterior pode ser reescrito como:

$$\hat{V}_j = \sum_{t=1}^n \frac{(\hat{FCA}_j)}{\left(1 + \hat{R}_f + \left[\hat{\beta}_j(\hat{R}_m - \hat{R}_f)\right]\right)^t} + \frac{(\hat{VR}_j)}{\left(1 + \hat{R}_f + \left[\hat{\beta}_j(\hat{R}_m - \hat{R}_f)\right]\right)^t} + \frac{(\hat{FCF}_j)}{\left(1 + \hat{R}_f + \left[\hat{\beta}_j(\hat{R}_m - \hat{R}_f)\right]\right)^t}$$

Onde: \hat{FCA}_j representa o fluxo de caixa dos negócios atuais da firma, \hat{FCF}_j representa o fluxo de caixa de oportunidades futuras e \hat{VR}_j representa o valor presente do resíduo da firma. Adicionalmente \hat{R}_m representa o retorno de mercado, \hat{R}_f representa a taxa livre de risco e

$\hat{\beta}_j$ o coeficiente que mede a volatilidade do retorno da firma em relação ao retorno de mercado.

O valor da firma, dado em termos de esperança de suas estimativas futuras e considerando o pressuposto teórico apresentado por Minardi (2000), Rappaport e Mauboussin (2002), é plausível a ideia de que modelos de opções reais sejam capazes de mensurar o valor das flexibilidades e oportunidades futuras de negócio. Desta forma:

$$\hat{V}_j = E[VP_j] + E[OR_j]$$

Onde OR_j = Valor das opções reais da empresa.

Assumir a *plausividade* desta relação, segundo Rappaport e Mauboussin (2002), parece algo razoável para empresas que apresentam características com elevado grau de investimentos e inovações. Entretanto, nas pesquisas arroladas na teoria não se apresenta qualquer teste buscando visualizar a significância do raciocínio por traz da teoria. Este se mostra o principal objetivo desta pesquisa. Para testar a significância da hipótese de existência de um valor de opções reais (valor de oportunidades e flexibilidades), valor este que é fruto de expectativas de mercado e que está correlacionado às variáveis *proxys* trazidas nas referências sobre o tema, a pesquisa realizou um teste sobre a significância estatística de alguns parâmetros em um modelo longitudinal.

2.3 Setor de telecomunicações brasileiro

O setor de telecomunicações brasileiro passou por um intenso processo de reformulação a partir da década de 1990, em especial com a abertura do mercado e o início do processo de privatização de estatais, o que dinamizou o setor, dando-lhe uma perspectiva de crescimento e operação totalmente nova. (PIRES; DORES, 2000).

Bellinghini e Figueiredo (2004) indicam um grande desenvolvimento, em especial na conversão de capacidades e estruturas em valor e novos produtos, serviços e aumento da carteira de clientes, principalmente derivado de aspectos como a gestão dos investimentos, serviços, equipamentos e tecnologias para a expansão das redes de acesso e comunicação.

De acordo com o estudo de Bellinghini e Figueiredo (2004) observa-se uma crescente estratégia de baixos investimentos em P&D nas operadoras que têm adotado uma estratégia de investimento e incorporação de tecnologias inovadoras de seus fornecedores, isto é, a firma de telecomunicações seria abastecida, em termos de inovação, por seus fornecedores, o que, de acordo com o autor é uma prática que não se observa com a mesma preponderância nas operadoras em outros países. Sobre este aspecto Tigre (2000) afirma que operadoras transnacionais tendem a buscar economias de escala e escopo em suas compras de equipamentos por meio de estratégias como a adoção de fornecedores globais.

Não obstante, o aumento no número de fusões e aquisições no setor segundo Pires e Dores (2000) traz também a falta de regulação entre diversos aspectos das políticas públicas desenvolvidas e implementadas para o setor de telecomunicações no país, em especial no que tange à necessidade de inovações e desenvolvimentos tecnológicos em produtos e serviços. De fato, dado este quadro, a pesquisa identifica uma situação onde o setor de telecomunicações apresenta potencialidades reais de crescimento de suas firmas, em especial em função de investimentos e aplicação de tecnologias, o que é observado pelos agentes.

Dentro da proposta de Rappaport e Mauboussin (2002) a expectativa do mercado, em especial sobre a capacidade de realização de

oportunidades de mercado é traduzida em expectativa de realização de investimentos e eficiência na aplicação de ativos, servindo de indicadores de oportunidades e flexibilidades futuras da firma.

O modelo analisado na presente pesquisa é baseado na Teoria de Opções Reais proposto inicialmente por Rappaport (1996) para análise do valor de empresas com elevadas taxas de competitividade e potencial teórico para a abertura de novos negócios. Segundo Rappaport e Mauboussin (2002) este é um modelo teoricamente eficiente para organizações com perfil estratégico flexível, tendo em vista que é capaz de captar o valor das flexibilidades gerenciais presentes. Tal consideração é corroborada por autores como Copeland e Antikarov (2002), Riihimaki (2007) e Saurin (2002).

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Como tratado em seus objetivos a pesquisa prima pela validação da utilização do modelo através do teste da relevância das variáveis que Rappaport e Mauboussin (2002) apresentam como variáveis que justificam a utilização da teoria. As variáveis a serem trabalhadas pela pesquisa são: Valor de mercado da empresa; volume de investimentos da empresa e ativo imobilizado da firma. Por se tratar de variáveis métricas, estas podem ser tratadas com eficiência por meio de métodos quantitativos.

As hipóteses para utilização destas variáveis são:

- i. Valor de mercado da empresa: considerando a hipótese de mercado eficiente apresentada por Dimson e Mussavia (2000), o valor de mercado reflete o valor justo a ser pago pela firma;
- ii. Volume de investimentos da empresa: considerando a hipótese de Myers (1984) e

Quadro 1 - Variáveis Do Estudo

Variável estudada	Características da variável	Características previstas na TOR	Autores
Empresas Telecoms	Setor com grande volatilidade, passando por mudanças constantes em produtos e serviços, estratégias agressivas, etc.	Opções reais são geradas por oportunidades de novos negócios e flexibilidades de negócios atuais, bem como da gestão da firma	Pires e Dores (2000) Bellinghini e Figueiredo (2004) Tigre (2000) Rappaport e Mauboussin (2002)
Investimento	Investimentos indicam a capacidade de implementação de projetos, produtos e serviços, além de serem indicadores da estratégia da firma.	Altas taxas de investimentos indicam a busca e realização de oportunidades, sendo a realização, juntamente com os investimentos indicadores de potencial criação de valor de opções	Rappaport (1996), Rappaport e Mauboussin (2002), Minardi (2000), Copeland e Antikarov (2002)
Ativo imobilizado	Indicador da estrutura da firma, de suas imobilizações e de contas de longo prazo. (exclui-se daqui os investimentos, já presentes na variável anterior)	Só existe conversão de oportunidades em valor real para a firma se a empresa tiver estrutura suficiente para realizar tais opções, sendo assim, o imobilizado um indicador adequado desta capacidade.	Ohlson (1995), Rappaport e Mauboussin (2002)

Minardi (2000), os valores de opções reais de investimentos geram valor ao mercado;

- iii. Ativo imobilizado da firma: considerando a hipótese de Rappaport e Mauboussin (2002) e Minardi (2000), as flexibilidades da empresa geram valor ao mercado, flexibilidade que se entende por capacidade de mudança e realização de opções reais. Adicionalmente considerando a hipótese de Ohlson (1995) este seria um estimador eficiente.

Para a presente pesquisa os dados foram coletados por meio da observação eletrônica de dados e registros institucionais da Económica®, bem como documentos e notas presentes nas demonstrações apresentadas pelas empresas analisadas. As empresas analisadas na pesquisa são fruto de uma amostra que obedece a uma triagem prévia na qual se buscou contornar problemas teóricos importantes e que influenciam diretamente na consistência das análises, tais como:

- Problema de baixa liquidez: empresas de baixa liquidez têm poucas cotações, o que prejudica o levantamento dos dados médios, como o caso do valor;
- Problema do histórico: em muitos casos, principalmente das empresas de telecomunicações e tecnologia, o histórico de dados da empresa (cotações, demonstrativos, etc.) é pequeno,
- Incorporações: existem muitos casos de incorporações de empresas de telecomunicações, interrompendo o histórico dos dados, bem como enviesando os últimos períodos dos resultados da empresa incorporada.

Para contornar estes problemas foram selecionadas empresas que um número de períodos no mercado igual ou superior a 25 (vinte e cinco) trimestres, que participaram de mais de 80% dos pregões realizados e que não tiveram ou estivessem em processo de incorporação por outras empresas. Neste sentido 75% das

empresas de telecomunicações listadas em bolsa cumpriram os pressupostos. No caso da presente amostra, foram utilizadas 7 (sete) empresas, de um total de 19 (dezenove) empresas listadas na Bovespa, que cumprem as premissas do modelo exposto.

As principais técnicas de análise de dados presentes neste tipo de avaliação dizem respeito aos modelos matemáticos adotados, quais sejam Modelos de Precificação de Opções Reais e ao modelo estatístico de dados em painel longitudinal. Os modelos de dados em painel longitudinal são empregados para testar a premissa sobre a qual se assenta a pesquisa, qual seja a plausibilidade de utilização do modelo de opções reais em processos de avaliação de empresas de telecomunicações. Para tanto o modelo testa a significância dos dados de investimentos e imobilizados na explicação de seu valor. Com este resultado e definido o melhor estimador (efeitos fixos ou aleatórios) o estudo emprega o modelo de precificação de opções reais. No Quadro 2 são expressos os materiais de apoio utilizados.

Esta pesquisa permanece fiel aos dados disponíveis, não realizando adequações, retirando *outliers*, ou simulações para obter os dados necessários à análise por surgimento de *missing values*, ou outros motivos. As ferramentas computacionais serão necessárias desde o início da coleta de dados até o término do estudo com a avaliação dos dados e pressupostos dos modelos de análise. No que se refere

especificamente aos dados, estes foram coletados junto à base de dados da Economática®. Os dados foram levantados com base em uma amostra da população de empresas de telecomunicações que estiveram presentes no mercado por um período igual ou superior a 25 (vinte e cinco) trimestres, ou cinco anos, que participaram de mais de 80% dos pregões realizados e que não tenham sido incorporadas por outras empresas no período. O período considerado é o do 2º trimestre de 2002 até o 2º trimestre de 2008.

Os dados levantados e que contemplaram 7 (sete) empresas do setor de telecomunicações serviram para demonstrar os trabalhos desenvolvidos e os resultados das análises empregadas, as quais foram desenvolvidas no software STATA®.

As sete empresas selecionadas, as quais aparecem no Quadro 3.

No intento de inferir os investimentos e o imobilizado da firma como variáveis que, presentes na estrutura da firma, se mostram parâmetros indicativos de valor potencial de opções reais, a presente pesquisa utiliza uma estimação com dados em painel longitudinal. Modelos de dados em painel são modelos que combinam dados de séries de tempo com cortes transversais, sendo modelos bastante utilizados em áreas como econometria e pesquisa operacional. Sob este aspecto Greene (2002) coloca os modelos de dados em painel e modelos longitudinais como das mais ativas e inovadoras técnicas de pesquisa em estudos empíricos aplicados à econometria.

Quadro 2 - Descrição de Materiais de Apoio à Pesquisa

Materiais de apoio		Produtos
Sistemas para coleta de dados	o Economática®	Produção de banco de dados para a utilização em softwares de análise.
Softwares de análise	o STATA®	Tratamento dos bancos de dados e apresentação de resultados.

Quadro 3 - Empresas Estudadas

Classificação	Empresa	Setor
Empresa 1	Vivo Participações	Telecomunicações
Empresa 2	Embratel Participações	Telecomunicações
Empresa 3	Telesp SP	Telecomunicações
Empresa 4	Tele Norte Leste Celular	Telecomunicações
Empresa 5	Tim Participações	Telecomunicações
Empresa 6	Brasil Telecom	Telecomunicações
Empresa 7	Brasil Telepar Participações	Telecomunicações

Segundo Klette e Kortum (2004, p. 989) ad variáveis trabalhadas no modelo apresentam características de passeio aleatório (*random walk*) em seu processo estocástico, o que, de acordo com Greene (2002), Wooldridge (2006) e Gujarati (2005) é um aspecto comum em séries de dados econômicos e que fundamenta a utilização de modelos como análise de regressão e de dados em painel. Os modelos de painel ou longitudinais têm a propriedade de conseguir incluir dentro de uma mesma *data set* uma grande quantidade de indivíduos, empresas, estados ou países em períodos distintos no tempo, o que é uma propriedade bastante interessante para o tipo de pesquisa aqui empregado. (WOOLDRIDGE, 2006). Para Greene (2002) em grande parte a utilização dos modelos de painel e longitudinais oferecem um ambiente rico para o desenvolvimento de técnicas de estimação e de resultados teóricos.

4 RESULTADOS E ANÁLISES

O modelo básico de dados em painel apresentado por Greene (2002) pode ser obtido tal qual um modelo de regressão, generalizado a seguir:

$$y_{it} = x'_{it}\beta + z'_i\alpha + \varepsilon_{it} \quad \text{sendo } t = 1, 2, 3 \dots T \quad \text{e} \\ i = 1, 2, 3 \dots I$$

Para o artigo são utilizadas duas variações do modelo geral de dados em painel longitudinal, quais sejam o modelo de efeitos fixos e o modelo

de efeitos aleatórios. Sua mecânica e os resultados dos testes realizados podem ser observados a seguir.

4.1 Efeitos fixos

Os modelos de estimação de efeitos fixos consideram a existência de constantes não observadas entre os indivíduos ou ao longo do tempo. Se z_i for um efeito não observado, mas estiver correlacionado com x_{it} , os estimadores de MQ para β serão viesados e inconsistentes, isto como consequência da variável omitida no modelo. Como exposto por Greene (2002) dada a matriz $nT \times n$ $D = [d_1 d_2 \dots d_n]$, tem-se:

$$y_i = X\beta + D\alpha + \varepsilon$$

Este modelo de efeitos fixos é também conhecido como efeitos fixos unilaterais nos indivíduos, tendo em vista que o modelo utiliza uma *dummy* para cada indivíduo (WOODRIDGE, 2006). Desta forma, generalizando, é possível indicar que:

$$y_{it} = \sum_{i=1}^n X_{it}\beta + D_i\alpha_i + \varepsilon_{it} \quad \text{sendo } t = 1, 2, 3 \dots T \quad \text{e} \\ i = 1, 2, 3 \dots I$$

Sendo $D=1$ para o indivíduo i e $D=0$ para outro indivíduo.

Este é o modelo utilizado pela pesquisa, tendo em vista que o que se busca é captar relações dos

indivíduos no tempo e não apenas de um período para outro.

Os modelos de efeitos fixos assumem que o erro idiossincrático que está omitido no modelo pode ser capturado por meio de um parâmetro constante. Considerando as variáveis explicativas e a dependente apresentadas, segundo o modelo geral expresso anteriormente o modelo a ser estimado na presente pesquisa é como segue:

$$y_{it} = X_{it}\beta + \alpha_{it} + \varepsilon_{it} \quad \text{sendo } t = 1, 2, 3 \dots T \quad \text{e} \\ i = 1, 2, 3 \dots I$$

Desta forma:

$$\ln vrme1_{it} = im_{it}\beta_1 + \ln it6_{it}\beta_2 + \alpha_{it} + \varepsilon_{it}$$

Sendo $t = 1, 2, 3 \dots 25$ e $i = 1, 2, 3 \dots 7$

Os coeficientes apresentados na estimação do modelo estão na Tabela 01:

Analisando os coeficientes alcançados pelo modelo observa-se que todas as variáveis explicativas apresentam significância estatística a um nível α de 5%, configurando uma confiabilidade de 95%. Este resultado se repete ao analisar o modelo como um todo. Outro indício da qualidade do modelo é o F que apresenta um nível de 6,166, o que significa que o modelo está explicando 6 vezes mais os efeitos na variável dependente do que o erro.

Os coeficientes apresentados são demonstrados como segue:

$$vrme1_{it} = -196,003_{it}\beta_1 + 2,5e+09_{it}\beta_2 + 4.26e+10_{it} + \varepsilon_{it}$$

$$\text{corr}(u_i, Xb) = 0,07055$$

$$\text{Prob} > F = 0.0000$$

$$F(2,166) = 26,72$$

Interpretando os parâmetros observa-se como único resultado positivo o investimento, o que é plausível, tendo em vista que se espera que os investimentos destas firmas sejam um fator chave para que elas gerem valor, isto por meio de inovações, flexibilidades e desenvolvimento e implementação de tecnologias. Com estes investimentos a empresa gera as expectativas de valor (opções reais e flexibilidades) nos agentes presentes no mercado, o que influencia positivamente o seu valor. Entretanto teoricamente espera-se que as empresas considerem um ponto de equilíbrio em termos de imobilizado.

Assim, crescimentos em imobilizado podem ser interpretados como futuras incapacidades de investimentos, em especial no que tange a realização de oportunidades, bem como de incapacidade de pagamento de dividendos por parte da empresa. Analisando o coeficiente rho

Tabela 1 - Coeficientes do Modelo de Efeito Fixo

vrme1	Coef.	Std. Err.	t	P>t	[95% Conf. Interval]	
im	-196.003	78.14781	-2.51	0.013	-350.2947	-41.71122
lninvest	2.50e+09	7.15e+08	3.49	0.001	3.91e+09	1.09e+09
_cons	4.26e+10	1.08e+10	3.93	0.000	2.12e+10	6.39e+10
sigma_u	4,03E+12					
sigma_e	1,17E+12					
rho	.92209552	(fraction of variance due to u_i)				
test that all	u_i=0:	F(6, 166) =	94.75		Prob > F = 0.0000	

estimado de 0,922, o modelo poderia ser considerado relativamente bem adequado, já que o volume de fatores que influenciam a variável dependente estudada é grande, o que demonstra que a capacidade de captura do modelo é interessante.

Assim, é possível inferir que, pelo modelo de efeito fixo, não se pode rejeitar a hipótese de que o valor das empresas de telecomunicações é influenciado pela capacidade de desenvolvimento e realização de oportunidades, medida pelos investimentos e imobilizado.

4.2 Efeitos aleatórios

O modelo de efeitos aleatórios também é uma forma de heterogeneidade não observada, assumindo que tal efeito não é correlacionado com as variáveis do modelo ao longo do tempo, sendo assim, não é possível eliminar o efeito por meio de transformações ou diferenciações, sob custas de adquirir estimadores ineficientes. Neste caso:

$$y_{it} = x'_{it}\beta + E[z'_i\alpha] + \{z'_i\alpha - E[z'_i\alpha]\} + \varepsilon_{it}$$

$$= x'_{it}\beta + \alpha + u_i + \varepsilon_{it}$$

Onde $\text{cov}(x_{it}, \alpha_i) = 0 \quad t = 1, 2, 3 \dots T$;
 $i = 1, 2, 3 \dots I$

De acordo com Greene (2002) a diferença fundamental entre efeitos fixos e aleatórios é se as heterogeneidades não observadas são ou não correlacionadas com os regressores presentes no modelo. Segundo Greene (2002), a estimação dos parâmetros β_j ($j=1,2,\dots,N$) é normalmente dada pelo método de máxima verossimilhança que consiste em maximizar a verossimilhança do vetor aleatório \vec{Y} em função de $\vec{\beta}$. De forma alternativa a estimação do parâmetro é realizada com base no máximo absoluto do logaritmo da função de verossimilhança. Considerando

$L(\vec{\theta}, \phi)$ o logaritmo da função de verossimilhança para \vec{Y} é dado por:

$$L(\vec{\theta}, \phi) = \sum_{i=1}^n \left[\frac{Y_i \theta_i - b(\theta_i)}{a_i(\theta)} + c(Y_i, \phi) \right]$$

Onde:

$$E[Y_i] = \mu_i = \frac{db(\theta_i)}{d\theta_i}; \quad e$$

$$g(\mu_i) = \sum_{j=1}^n x_{ij}\beta_j = \eta_i$$

Sendo $g(\mu_i)$ uma função monótona e diferenciável. Ainda segundo Greene (2002), este método pede a estimação de Φ estimado por:

$$\tilde{\phi} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^n (X_i - \mu_i)^2$$

Assim como no modelo de efeito fixo, no modelo de efeitos aleatórios também são previstas hipóteses a serem satisfeitas para a sua utilização, levando em conta as variáveis explicativas e a dependente apresentadas, considerando o modelo geral de efeitos aleatórios expresso o modelo a ser estimado é como segue:

$$y_{it} = X_{it}\beta + \alpha + \omega_{it} \quad \text{sendo } t = 1, 2, 3 \dots T$$

e $i = 1, 2, 3 \dots I$

Desta forma:

$$\ln vrme1_{it} = im_{it}\beta_1 + \ln it6_{it}\beta_2 + \alpha_{it} + \omega_{it}$$

Sendo $t = 1, 2, 3 \dots 25$ e $i = 1, 2, 3 \dots 7$

A estimação dos parâmetros apresenta os resultados presentes na tabela 2.

Da mesma forma que ocorrido com os coeficientes do modelo de efeito fixo, o modelo de efeitos aleatórios também alcança significância a um nível de 5%.

Tabela 2 - Coeficientes do Modelo de Efeitos Aleatórios

vrme1	Coef.	Std. Err.	z	P>z	[95% Conf.	Interval]
im	-198.654	7.626.772	-2.60	0.009	-3.481.359	-4.917.196
lninvest	1.76e+09	5.84e+08	3.01	0.003	2.91e+09	6.16e+08
_cons	3.10e+10	8.83e+09	3.51	0.000	1.37e+10	4.83e+10
sigma_u	2,25E+12					
sigma_e	1,17E+12					
rho	.78727803 (fraction of variance due to u_i)					

Entretanto, diferentemente do modelo de efeito fixo o modelo de efeitos aleatórios não apresenta uma estatística F. Este modelo traz apenas o coeficiente de rho, que mede a fonte de variabilidade do efeito não observado, que no caso está centrado em 0,7873, o que também é um resultado bastante expressivo, significando que o modelo explica 78,73% da variabilidade do efeito não observado. Os coeficientes apresentados são demonstrados como segue:

$$\ln vrme1_{it} = -198,654_{it} \beta_1 + 1,76e.09_{it} \beta_2 .3,10e + 10_{it} + \omega_{it}$$

$$\text{corr}(u_i, Xb) = 0.0000$$

$$\text{Prob} > F = 0.0000$$

As interpretações adicionais realizadas sob os coeficientes no caso dos efeitos aleatórios cabem também para os efeitos aleatórios. A definição do modelo mais adequado (se efeito fixo ou efeito aleatório), de forma puramente interpretativa é uma tarefa complexa e que dá margem a erros. Como expresso por Greene (2002), Wooldridge (2006) anteriormente, o teste de Hausman é uma estatística útil para estabelecer qual o modelo mais adequado aos dados apresentados na análise.

4.3 Seleção entre efeitos fixos e aleatórios

Para Woodridge (2006) comparando os modelos de efeitos fixos aos modelos de efeitos aleatórios,

em casos específicos, podem-se destacar algumas vantagens dos modelos aleatórios, quais sejam:

- a) O modelo é capaz de trabalhar com bases de dados de qualquer dimensão;
- b) O fato de a inferência aplicável ser uma derivação dos testes de hipóteses usuais;
- c) A possibilidade de utilização de elementos *econômicos* tradicionais para resolver problemas e dificuldades de pesquisa;
- d) Modelo mais amplamente discutido e estudado;
- e) Interpretação simples dos resultados da estimação;
- f) Facilidade de utilização em softwares *econômicos*; dentre outras.

Entretanto não é possível simplesmente considerar o modelo de efeito aleatório como sendo superior ao modelo de efeito fixo. Wooldridge (2006, p. 445) indica que quando não se pode considerar “as observações como extrações aleatórias de uma grande população [...] é racional pensar em α_j como parâmetros a estimar, caso em que usamos o método dos efeitos fixos”. Ainda segundo o autor, mesmo que se decida tratar, por teoria, α_j como variável aleatória, é necessário decidir se eles são não correlacionados com as variáveis explicativas

presentes no modelo. Caso seja possível, indicar que α_j é uma variável aleatória não correlacionada com X_j , é racional utilizar o modelo aleatório.

Greene (2002) e Wooldridge (2006) expressam que é possível verificar a correlação entre o termo do erro idiossincrático e as variáveis aleatórias, ou seja: $cov(\alpha_i, X_{it})$, apresentando como um dos métodos mais utilizados o teste de Hausman. O teste de Hausman busca testar a hipótese de efeito fixo, considerando assim:

$$H_0 : cov(\alpha_i, X_{it}) = 0 ; EA, GLS;$$

Os coeficientes estimados pelo teste são expostos na Tabela 3.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os testes realizados utilizando modelos de painel demonstraram uma melhor aderência do modelo de painel de efeitos aleatórios, o que se observa pelo teste de Hausman.

O modelo, considerado estatisticamente significativo, funciona como defesa para a hipótese fundamental da pesquisa. Como visto anteriormente, a pesquisa se baseia no pressuposto de que os investimentos da firma, juntamente com a sua estrutura de imobilizados, são significativos para explicar o valor de mercado das empresas de telecomunicações.

As bases teóricas para esta hipótese se centram na ideia do setor ter, nos investimentos e no ativo

Tabela 3 - Coeficientes do Hausman Test

	(b)	(B)	(b-B)	sqrt(diag(V_b-V_B))
	fixed	.	Difference	S.E.
Im	-2.93e-07	-2.91e-07	-2.08e-09	.
Ininvest	.8763828	.8800646	-.0036818	.0034763

O modelo apresentado é:

$$H = (\hat{b}_{fe} - \hat{b}_{re})' [Var(\hat{b}_{fe}) - Var(\hat{b}_{re})]^{-1} (\hat{b}_{fe} - \hat{b}_{re}) \sim \chi_k^2$$

Considerando-se que se $H > \chi_k^2$ então se deve rejeitar H_0 . Neste modelo o resultado obtido pela estimação é 0,074. Considerando $\chi_k^2 = 0$ então o teste sugere que não se pode rejeitar a hipótese nula, o que indica que as estimativas do modelo aleatório, estimadas por mínimos quadrados generalizados, são mais consistentes e eficientes.

imobilizado, fatores importantes para a realização de suas oportunidades no mercado brasileiro. Considerando que as oportunidades e a possibilidades de sua realização geram valor para a organização, tais variáveis devem ser estatisticamente significativas na explicação do valor de mercado da firma, o que se mostra consistente.

Os modelos testados se mostraram significativos a um nível de significância de $\alpha=5\%$, isto é, a um nível de significância de 95%. O mesmo resultado pode ser observado pelas variáveis explicativas utilizadas. Sustenta-se então a ideia de que o valor de oportunidades e a capacidade de

realização destas oportunidades são captados pelos agentes que remuneram a organização de acordo com as expectativas de geração de valor futuro.

A pesquisa não tem o objetivo de desenvolver um modelo para mensurar o valor gerado por oportunidades e flexibilidades ou para explicar o valor da firma no mercado, mas sim trazem à luz da discussão a *plausibilidade* estatística das considerações realizadas acerca da viabilidade de utilização da Teoria de Opções Reais como método a ser incorporado no processo de avaliação de empresas de telecomunicações.

Os diversos testes apresentados buscam atender a tal objetivo, considerando, segundo as ferramentas estatísticas utilizadas, a Teoria de Opções Reais como sendo consistente para utilização dentro do processo de avaliação destas organizações.

REFERENCIAS

- ARPING, S. LÓRÁNT, G. Corporate leverage and product differentiation strategy. *Journal of business*, vol. 79, n. 6. p. 3175-3207, 2006.
- BELLINGHINI, M. F.; FIGUEIREDO, P. N. Capacidades tecnológicas e estratégia empresarial. *Revista de Administração Mackenzie*. vol 7, n. 2, p. 39-60, 2003.
- BLACK, F., SCHOLES, M. The pricing options and corporate liabilities. *Journal of political economy*, p.637-659. May/June, 1973.
- BOUCHAUD, J. P.; POTTERS, M. Back to basics: historical option pricing revisited, *Phil. Trans. Real Society of London*, vol. 357, p. 2019-2028, 1999.
- BREALEY, R. A.; MYERS, S. C. *Principles of corporate finance*. New York: McGraw-Hill, 2005.
- BROWN, G. W.; CRABB, P. R.; HAUSHALTER, D. Are firms successful at selective hedging?. *Journal of business*, vol. 79, n. 6. p. 2925-2949, 2006.
- CHAN, K. H. Impact of intellectual capital on organizational performance An empirical study of companies in the Hang Seng Index (Part 1). *The Learning Organization*. Vol. 16 No. 1, pp. 4-21, 2009.
- COPELAND, T.; ANTIKAROV V. *Opções reais: Um novo paradigma para reinventar a avaliação de investimentos*. Rio de Janeiro: Campus, 2002.
- DAMODARAN, A. *Avaliação de investimentos: Ferramentas e técnicas para determinação do valor de qualquer ativo*. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2006.
- DIMSON, E.; MUSSAVIAN, M. The current state of business disciplines. *Spellbound publications*, vol.3, p. 959-970, 2000.
- FAMA, E. F. FRENCH, K. R. The Capital Asset Pricing Model: Theory and evidence. *CRSP Working Paper. N. 550*. vol. 3, p. 26 -58, 2003.
- GALAGEDERA, D. U. A. An alternative perspective on the relationship between downside beta and CAPM beta. *Emerging markets review*, vol. 8, n. 1, p. 4-19, march, 2007.
- GREENE, W. H. *Econometrics Analysis*. 3th. ed. New Jersey: Prentice Hall-Pearson, 2002.
- GUJARATI, D. M. *Econometria básica*. 3. ed. São Paulo: Makron Books, 2005.
- HAUSMAN, J. Specification test in econometrics, *Econométrica*, vol. 46, p.1251-71, 1978.
- HULL, J. *Fundamentos de mercados futuros e de opções*. 4. ed. São Paulo: Bolsa de Mercadorias e Futuros, 2005.
- JENSEN, M. C.; SMITH, C. W. *The modern theory of corporate finance*. New York: McGraw-Hill Inc, 1984.
- JIAO, Y. Y.; DU, J.; JIAO, R. A financial model of flexible manufacturing systems planning under uncertainty: identification, valuation and applications of real options. *Journal of Production Research*, vol. 6, n. 45, p. 1389-1404, March, 2007.
- KLETTE, T. J.; KORTUM, S. Innovating firms and aggregate innovation. *Journal of Political*

Economy, Chicago, vol. 112, n. 5, p. 986-1018, 2004.

MARTINS, E. Avaliação de empresas: da mensuração contábil à econômica. São Paulo: Atlas, 2001.

MATOS J. A. Theoretical Foundations of Corporate Finance. Hardcover, 2001.

MINARDI, A. M. A. F. Teoria de opções aplicada a projetos de investimentos. *Revista de administração de empresas - RAE*, São Paulo, v. 40, n. 2, p. 74-79, abr./jun, 2000.

MYERS, C. Finance theory and financial strategy. *Interfaces*, Vol. 14, nº. 1, p.126-137, Jan./Feb. 1984.

OHLSON, J. A. Earnings, book values and dividends in equity valuation. *Contemporary Accounting Research*. Toronto. v. 18, p. 107-120, 1995.

PINDICK, R. S.; RUBINFELD, D. L. Microeconomia. São Paulo: Prentice Hall, 2002.

PIRES. J. C. L.; DORES, A. B. Fusões e aquisições no setor de telecomunicações: Características e enfoque. *Revista BNDES*, Rio de Janeiro, v. 7, n. 14, p. 179-228, Dez, 2000.

RAPPAPORT, A. Creating shareholder value. New York: The Free Press, 1996.

RAPPAPORT, A.; MAUBOUSSIN, M. J. Expectations investing: Reading stock pricing for better returns. Boston: Harvard Business School Publishing, 2002.

RIIHIMAKI. V. Analyzing the WiMAX investment costs and NPV distributions for real option valuation. *Telecomm Techno-Economics*, S.L.: S. N. vol. 1, p. 14-15, June, 2007.

SANTOS, E. M.; PAMPLONA, E. O. Teoria das opções reais: uma abordagem estratégica para análise de investimentos. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 21. Salvador, Anais... S.N. Outubro, 2001.

SANVICENTE, A. Z. O custo de imperfeições do mercado brasileiro de capitais: uma aplicação da moderna teoria de finanças. *Revista de administração de empresas - RAE*. São Paulo, vol. 31, n. 1 p. 15-20. jan/mar, 1991.

SAURIN, V. Aspectos básicos do modelo de avaliação de opções reais. *Revista de Ciências da Administração*, Florianópolis, vol. 4, n. 6, p. 61-68, jan/jun, 2002.

TIGRE, P. B. The political economy of Latin American telecommunications: multilateral agreements and national regulatory systems. *Latin American Trade Network (LATN)*. Latin Working Papers n. 7. March, 2000.

WOOLDRIDGE. JEFFERY M. Introdução à econometria. Uma abordagem moderna. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2006.