

AVALIAÇÃO DE PROJETOS DE *E-LEARNING* ATRAVÉS DA METODOLOGIA DE OPÇÕES REAIS

Autoria: Angilberto Sabino de Freitas, Luiz Eduardo Teixeira Brandão

RESUMO

O rápido avanço das novas tecnologias de informação e comunicação nos modelos recentes de educação a distância (EaD) e as incertezas em relação à demanda do mercado de educação superior fazem com que a mensuração do valor de um projeto de e-learning torne-se uma tarefa cada vez mais complexa. Isso faz com que a incerteza e flexibilidade sejam características centrais de projetos envolvendo EaD, mas os modelos tradicionais de avaliação de investimentos, como a metodologia do fluxo de caixa descontado (FCD), são de utilidade limitada nesses casos, uma vez que não conseguem capturar o valor da flexibilidade gerencial. Neste artigo, usando como base um caso real de um MBA a distância implementado em uma universidade, mostramos como a metodologia de opções reais pode ser utilizada para a avaliação de projetos de EaD e como as informações geradas da simulação de um investimento podem gerar um modelo para o suporte à decisão gerencial com o objetivo de auxiliar os gestores na definição de uma estratégia corporativa ótima quando existe a flexibilidade de se adiar a sua implantação. Concluímos que esta metodologia permite quantificar as flexibilidades estratégicas desta classe de projetos e melhorar a qualidade das decisões corporativas, reduzindo o risco para o investidor em ambientes de incerteza.

1. INTRODUÇÃO

A avaliação de projetos de educação a distância (EaD¹) é um problema que desafia os gestores das instituições de ensino devido à complexidade da análise e a grande quantidade de resultados e benefícios intangíveis. Dentro do panorama da EaD para o século XXI, o fator incerteza é uma questão crucial dentro desse tipo de projeto, devido ao fato das tecnologias de informação e comunicação usadas para o ambiente de ensino *online* estarem em constante evolução, com reflexos na variabilidade dos custos envolvidos nestas tecnologias (Oberlin, 1996). Estes fatores, combinados com a volatilidade do mercado para a educação a distância e as incertezas em relação ao seu tamanho e potencial, contribuem ainda mais para aumentar a dificuldade que os gestores encontram no processo de tomada de decisão.

Esse cenário de incerteza limita a visão de longo prazo das ações dos gestores, tornando a decisão de investir em um projeto de *e-learning* uma decisão de risco e de difícil previsão de seus reais resultados, o que pode levar a instituição a ter todo o seu investimento perdido no caso de uma implementação mal avaliada. Dessa forma, a adoção de uma metodologia de avaliação capaz de lidar com as incertezas do ambiente deve ser perseguida para que os projetos de *e-learning* possam ser analisados levando-se em conta o ambiente em que está inserido, e que seja capaz de dar subsídios ao gestor no sentido de ajudá-lo a tentar identificar o melhor momento para investir. Uma demora em entrar nesse mercado pode significar uma perda de *market share* em potencial, e, portanto, a escolha do momento mais adequado para investir deve ser tomada com base em um modelo quantitativo que dê indicações da decisão ótima neste caso.

Além dos fatores já mencionados, os investimentos fixos iniciais em EaD são na maior parte das vezes irreversíveis (Oslington, 2004; Rumble, 1997), fazendo com que sejam classificados como "*sunk costs*", pois o valor de revenda, principalmente de investimentos feitos em *hardware*, é apenas uma fração de seu valor original de compra. Os gastos com material e conteúdo para um curso *online* também tendem a ser específicos para o projeto e, geralmente, não têm maior utilidade para outros usos que não o projeto em si. Dessa forma, os investimentos iniciais que podem ser classificados como "*sunk costs*" formam uma parcela significativa dos aportes iniciais feitos neste tipo de empreitada.

As metodologias usuais de avaliação de projetos, particularmente a do fluxo de caixa descontado (FCD), engessam os fluxos futuros e não permitem que se incorpore no modelo a incerteza do ambiente ou que seja modelada a flexibilidade gerencial que eventualmente possa estar presente. Uma abordagem alternativa de avaliação que lida com essas questões é a precificação por opções reais. Modelos de opções reais permitem inserir o risco na avaliação do projeto, bem como levar em conta a flexibilidade gerencial ao longo de sua vida útil, permitindo que decisões que precisam ser tomadas a priori no modelo FCD, sejam tomadas apenas à medida que novas informações do ambiente operacional do projeto sejam reveladas com o tempo. Isso aumenta o valor do projeto, pois oferece aos gestores a possibilidade de tomar a decisão ótima de acordo com as condições do ambiente no momento da decisão. Caso essas condições se tornem desfavoráveis, por exemplo, a decisão ótima pode ser abandonar um projeto já iniciado, ou no caso de uma evolução mais favorável do que o inicialmente previsto da demanda do mercado, pode ser que a continuação, ou mesmo a expansão seja recomendável.

Apesar da teoria de opções reais aplicada a projetos em condições de incerteza e flexibilidade já ter sido bastante estudada, a literatura a respeito de sua aplicação a casos de EaD é escassa. Sachs (2000) e Zweidler *et al.* (2005) propõem o uso dessa metodologia no contexto da educação a distância, mas não fornecem detalhes de como isso pode ser implementado em termos práticos. Por outro lado, Oslington (2004) apresenta um estudo em que ilustra o caso de uma aplicação prática, embora de forma ainda rudimentar.

Neste artigo, apresentamos a metodologia de opções reais e mostramos como ela pode ser aplicada na prática à avaliação de um projeto de *e-learning* sujeito a um alto grau de incerteza, flexibilidade gerencial e irreversibilidade de investimento, substituindo com vantagem a metodologia tradicional de fluxo de caixa descontado.

O artigo está organizado da seguinte forma: Na primeira seção apresentamos esta introdução, e em seguida fazemos uma revisão sobre a teoria de opções reais. Na seção 3 apresentamos uma revisão da literatura sobre metodologias de avaliação de projetos educacionais, particularmente em EaD, e uma análise das premissas do ambiente em que está inserida. Na seção 4 apresentamos uma aplicação do modelo a um projeto de EaD, comparando a metodologia do FCD com a metodologia de opções reais e finalmente apresentamos os resultados, conclusões e uma discussão a respeito das vantagens e desvantagens desta metodologia.

2. REVISÃO DA METODOLOGIA DE OPÇÕES REAIS

Na avaliação do custo benefício de um investimento, a metodologia mais comumente adotada é a avaliação pelo fluxo de caixa livre descontado (FCD), onde o Valor Presente Líquido (VPL) é calculado descontando-se os fluxos gerados por um projeto ao seu custo de capital. Um VPL positivo indica que o projeto irá criar valor, portanto, deve ser implementado. No caso contrário, o projeto deve ser descartado. Essa metodologia, entretanto, apresenta limitações, pois não leva em consideração parcelas significativas do valor de um projeto como o valor das flexibilidades existentes que permitem aos gestores, por exemplo, alterar, expandir ou cancelar projetos em resposta às condições de mercado observadas após o início do projeto, e mesmo considerar o valor estratégico de novas oportunidades de investimento decorrentes do desenvolvimento de uma tecnologia (Trigeorgis, 1996).

Como alternativa à metodologia do FCD, a precificação por opções reais (Pindyck, 1991; Copeland & Antikarov, 2001; Brandão *et al*, 2005) tem por objetivo incluir no modelo as incertezas presentes no ambiente e a modelagem da flexibilidade gerencial, oferecendo ao gestor indicações a respeito da decisão ótima e do valor de um projeto.

2.1. Opção financeira x Opções reais

O desenvolvimento do modelo de opções reais é resultado de uma analogia de conceitos e premissas com o modelo de precificação de ativos financeiros proposto por Black & Scholes (1973). Uma opção financeira é um direito, mas não uma obrigação, de comprar (*call*) ou vender (*put*) um ativo por um preço de exercício previamente definido durante um período predeterminado de tempo (Hull, 2002). Por se tratar de uma opção sobre um ativo real, em contraposição a um ativo financeiro, essa abordagem é conhecida como a metodologia das opções reais.

Ao se utilizar a abordagem da precificação por opções para avaliar ativos que não sejam financeiros, deve-se fazer a seguinte analogia: A decisão de investir em uma oportunidade de negócio é equivalente ao exercício de uma opção financeira, como por exemplo, exercer o direito de compra (*call*) de uma ação por um preço pré-determinado X . Assim, uma opção real é um direito de se fazer um investimento, recebendo em troca os fluxos gerados por esse investimento e seus ativos, onde seu valor se comporta ao longo do tempo de forma estocástica. O custo I do investimento corresponde ao preço de exercício X da opção financeira. O valor presente do projeto V equivale ao preço de mercado do ativo. A janela de tempo durante a qual uma organização pode adiar a decisão de investir sem perder a oportunidade do investimento corresponde ao prazo de expiração da opção T . A incerteza a respeito do valor futuro dos fluxos de caixa do projeto (o risco do projeto) corresponde ao desvio padrão σ dos retornos do projeto. Finalmente, o valor do dinheiro no tempo é dado pelo fluxo descontado pela taxa livre de risco r_f .

O valor do projeto sem flexibilidades, quando calculado pela metodologia de opções reais é o mesmo obtido pela metodologia do FCD. A Tabela 1 sumariza a analogia entre os parâmetros de uma *call* e o investimento em um projeto.

Oportunidade de Investimento	Variável	Opção Call
Valor do projeto ou valor presente dos fluxos caixa livre do investimento	V	Preço do ativo ou ação
Custo do investimento, ou gasto necessário para converter a oportunidade de investimento em um projeto operacional	I	Preço de exercício da opção
Período de tempo necessário para tomar a decisão	T	Tempo para expiração da opção
Valor do dinheiro no tempo	r_f	Taxa livre de risco

Variância (risco) dos retornos do projeto	σ^2	Variância dos retornos da ação
---	------------	--------------------------------

Fonte: Iatrououlos & Angelous, 2004

Tabela 1 – Comparação da oportunidade do investimento em um projeto com uma opção financeira.

O valor da flexibilidade, chamado de prêmio da opção, é a diferença entre o VPL estimado do projeto pela metodologia do FCD e o VPL estimado aplicando-se a metodologia das opções reais. Esse valor da opção é resultado, principalmente, de dois fatores: da incerteza que é resolvida ao longo do tempo (pelo menos parcialmente) e do valor do dinheiro no tempo (o interesse ganho caso tivesse sido investido desde o começo). Quanto maior o grau de incerteza do ambiente, maior o valor da opção, pois a flexibilidade permite ganhos no caso dos fluxos aumentarem. Por outro lado, minimizam potenciais situações de perda (Dixit & Pindyck; 1994 e Trigeorgis, 1996). Assim, intuitivamente, o valor de um projeto com opções é dado pela avaliação do VPL dos fluxos de caixa esperados pela metodologia tradicional do FCD, somados à flexibilidade gerencial que cria valor para o projeto (Trigeorgis, 1999):

$$VPL \text{ expandido (estratégico)} = VPL \text{ estático (passivo)} + \text{Valor das opções (flexibilidade gerencial)}$$

Se a utilização dessa abordagem aumenta o valor de um projeto, então por que não é adotada de forma mais corriqueira pelas organizações? O problema do uso da precificação por opções reais, particularmente no caso de *e-learning*, é a dificuldade em estimar alguns de seus parâmetros, como a volatilidade das variáveis, como os custos de tecnologia, demanda de mercado, etc. Além disso, a matemática utilizada nos modelos de tempo contínuo, prevalentes até então, é complexa, o que dificultou a disseminação desta metodologia nas empresas e corporações. Por outro lado, nos anos recentes novas técnicas e ferramentas computacionais foram desenvolvidas para auxiliar na modelagem e solução deste problema, simplificando a sua aplicação.

2.2. Modelos de precificação de opções

Os modelos usados para a precificação do valor de um projeto por opções reais são os modelos de tempo contínuo, derivados do modelo de Black & Scholes (Black & Scholes, 1973), modelos de simulação e o modelo binomial (Cox *et al.*, 1979).

No modelo Black & Scholes, S é o valor de mercado de um ativo que segue um processo de difusão Geométrico Browniano na forma $dS = \mu S dt + \sigma S dz$, onde μ é a taxa de crescimento esperada do valor do ativo, σ é sua volatilidade e $dz = \varepsilon \sqrt{dt}$ $\varepsilon \approx N(0,1)$ é o incremento de Wiener padrão. O valor de uma opção de compra do tipo Européia C sobre este ativo é definido pela Equação (1),

$$C = SN(d_1) - e^{-r_f T} XN(d_2) \quad (1)$$

onde $N(\cdot)$ é a distribuição normal cumulativa, r_f é a taxa livre de risco, X é o preço de exercício da opção,

$$d_1 = \frac{\ln(S/X) + r_f T}{\sigma \sqrt{T}} + \frac{1}{2} \sigma \sqrt{T} \quad \text{e} \quad d_2 = d_1 - \sigma \sqrt{T}.$$

No caso da utilização do modelo de Black & Scholes para opções reais, o valor do ativo S é o valor do projeto (Benarouch, 2002). Apesar do modelo de Black & Scholes ter sido desenvolvido para precificar opções financeiras, ele pode ser usado para calcular opções reais simples, como em alguns casos de precificação de projetos envolvendo tecnologia (Benarouch e Kaufman, 1999; Benarouch e Kaufman, 2000; Härkönen, 2003; Iatrououlos & Angelous, 2004). A maioria dos projetos de opções reais, no entanto, envolvem opções do tipo Americanas, que podem ser exercidas a qualquer momento antes da sua expiração, e que neste caso, não tem solução por Black & Scholes.

Os modelos de simulação permitem que se determine o valor de uma opção simulando-se milhares de vezes os possíveis valores futuros que um ativo sujeito a incertezas de mercado pode tomar, e calculando-se o valor da opção para cada uma destas realizações. O valor esperado da opção será então o valor esperado de todas as realizações efetuadas.

O modelo binomial de Cox *et al.* (1979) discretiza o modelo contínuo de Black and Scholes através de uma malha binomial onde o valor V do projeto pode assumir dois valores a cada período Δt : ou crescer para Vu , com probabilidade p , ou cair para Vd , com probabilidade $1 - p$, onde $u = e^{\sigma \sqrt{\Delta t}}$, $d = 1/u$, e $p = \frac{1 + r_f - d}{u - d}$, conforme ilustrado na Figura 1.

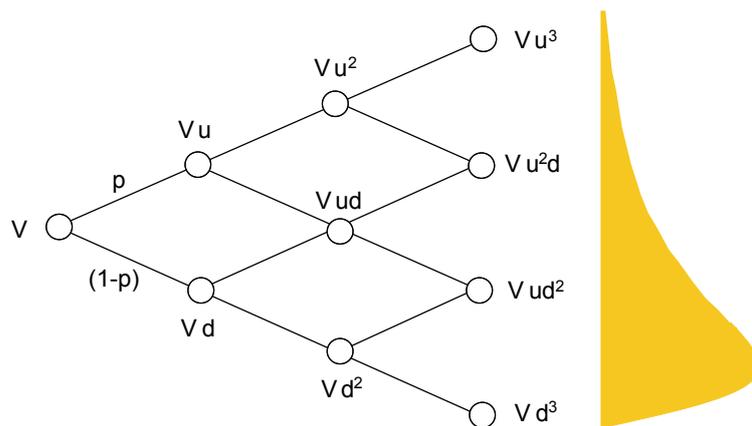


Figura 1 - Árvore binomial com a distribuição de probabilidades de V

O parâmetro u é governado pela volatilidade σ dos fluxos, que captura nas incertezas do ambiente a variação a que está exposta. Uma vez estruturada a malha binomial, as opções de flexibilidade podem ser inseridas com facilidade e o valor do projeto com estas opções calculado da forma habitual em árvores de decisão, do final para o início. Para uma discussão mais detalhada e as aplicações deste modelo referimos o leitor a Copeland & Antikarov (2001) e Brandão *et al* (2005).

3. O AMBIENTE DA EDUCAÇÃO A DISTÂNCIA

3.1. Uma visão econômica da EaD

O desenvolvimento de um curso de *e-learning* requer uma cuidadosa análise de custos e investimentos. A estrutura de custos de um programa dessa natureza difere muito da estrutura de custos do ensino presencial e da estrutura de custos do modelo tradicional de educação a distância com base em material impresso (Bartolic-Zlomislic & Bates, 1999). Apesar de existir um grande potencial para economias de escala, o monitoramento e gerenciamento dos orçamentos desse tipo de projetos é mais complexo, uma vez que os custos envolvidos se comportam de forma diferente. A alocação de recursos deve ser feita levando-se em conta que uma substancial parcela das receitas geradas seja realocada no processo de produção e distribuição. Entretanto, em projetos de *e-learning*, especialmente se desenvolvidos em parcerias, podem ter seus investimentos recuperados ou serem pelo menos tão efetivos quanto os cursos convencionais em termos de custos (Bartolic-Zlomislic & Bates, 1999).

Na avaliação dos custos de um projeto de EaD² deve-se levar em conta os seguintes fatores (Rumble, 1997):

- Custos de capital – são os custos alocados para compra de equipamentos e materiais;
- Custos recorrentes – são os custos incorridos regularmente para manter a operação funcionando (como por exemplo, custo de manutenção de hardware);
- Custos de produção – são os custos associados com o desenvolvimento do material didático do curso;
- Custos de distribuição – são os custos associados com a distribuição do material didático do curso;
- Custos fixos – são custos incorridos pela organização ao longo da vida útil do projeto que não variam independente da quantidade de estudantes matriculados;
- Custos variáveis - são custos incorridos pela organização ao longo da vida útil do projeto que variam de acordo com a quantidade de estudantes matriculados.

Ao se analisar os custos e os benefícios da tecnologia da informação aplicados à educação a distância (EaD), não se observa na literatura um modelo adequado para lidar com as incertezas de mercado e as flexibilidades gerenciais existentes que seja capaz de fornecer aos tomadores de decisão informações mais precisas sobre o impacto dos investimentos e dos retornos obtidos (Bartolic-Zlomislic & Bates, 1999; Bates, 1999; Cukier, 1997; Massy, 2003; Rumble, 1997). Devido ao fato do mercado de *e-learning* ainda estar em sua fase de inovação e crescimento, admite-se que seus riscos sejam maiores do que o mercado da educação tradicional (Sachs, 2000), destacando-se os riscos da rápida evolução da tecnologia, as baixas barreiras de entrada para esse mercado, a necessidade de mudança de cultura para as instituições que praticam o ensino presencial e a mudança de comportamento esperado por parte dos consumidores.

Para lidar com a questão do risco na análise de custo-benefício em uma avaliação de investimento no setor educacional, Hough (1994) propõe que a taxa de desconto seja ajustada de forma a compensar a incerteza de mercado. Assim, a adoção desta taxa de desconto maior “compensaria” o risco. O preço pago por isso é que o valor do projeto é reduzido. Esse conservadorismo levaria os tomadores de decisão a uma maior dificuldade em

aceitar um projeto, pois aumentariam as chances do VPL ser negativo. Um problema com essa metodologia é que, infelizmente, em um contexto de rápido avanço da internet e das tecnologias de informação e comunicação aplicadas ao ensino e das incertezas envolvidas com relação aos investimentos que devem ser feitos, não é fácil estimar os desvios padrões dos retornos envolvidos para esse tipo de investimento para que se possa determinar com precisão o ajuste a ser feito na taxa de desconto. A principal crítica que se faz ao seu modelo é que ele mantém as mesmas premissas do FCD, que é um modelo estático que não incorpora os benefícios da flexibilidade gerencial.

Numa tentativa de avançar na proposta de uma metodologia de avaliação de investimentos para programas de EaD, Oslington (2004) propõe a análise por opções reais para auxiliar o processo de tomada de decisão. Apesar de sua proposta ser um avanço em relação às tradicionais metodologias utilizadas usualmente para avaliar esse tipo de projeto (Rumble, 1997; Bartolic-Zlomislic & Bates, 1999; Rumble, 2001), sua análise não explora as diversas possibilidades de flexibilidade que essa metodologia oferece e mostra por meio de uma modelagem simples de dois períodos, os benefícios que se tem em incorporar no modelo de avaliação a flexibilidade de adiar o projeto.

4. APLICAÇÃO DA METODOLOGIA DE OPÇÕES REAIS PARA O PROJETO DE *e-LEARNING*

4.1. Premissas

Ilustramos o uso da metodologia das opções reais através da sua aplicação a um caso real de um projeto de *e-learning* desenvolvido por uma Instituição de Ensino Superior (IES³) considerando-se as seguintes premissas:

Demanda: A demanda pela educação a distância ainda é bastante incerta. Entretanto, existem estudos (Sachs, 2000) que pesquisaram o mercado norte-americano para a educação secundária, educação superior e educação corporativa e estimaram para 2000 um valor de US\$17.1 bilhões de dólares para todo o mercado de *e-learning*, sendo o setor corporativo responsável pela maior parcela (US\$ 10.4 bilhões). O crescimento médio anual estimado foi de 30% para a educação secundária, 25% para a educação superior e 40% para a educação corporativa, o que representa uma média ponderada de 37% para a fase de crescimento deste mercado.

Dados coletados pelo Inep⁴ através de censos educacionais indicam que o Brasil ainda carece de informações mais precisas a respeito do mercado da EaD. De acordo com o relatório do Anuário Brasileiro Estatístico de Educação Aberta e a Distância (ABRAEAD, 2006), entre 2004 e 2005 houve um crescimento de 30,7% em relação ao número de instituições autorizadas pelo sistema de ensino a oferecer a EaD, e um aumento de 62,6% para o número de alunos. Já a taxa de crescimento anual de alunos realizando cursos universitários *online* foi de 18,2%. Entretanto, essa pesquisa tende a subavaliar o real potencial do mercado, pois nem todos os programas das IES são contabilizados na pesquisa. Por sua vez, o site *e-learning Brasil* prevê que a EaD deverá crescer até o ano de 2010 a taxas de 40% a.a. (www.elearningbrasil.com.br). Para efeitos deste trabalho, adotou-se um crescimento mais conservador de 30% ao ano para a demanda pela EaD para os próximos cinco anos, e zero após este período. Como é padrão na literatura de opções reais, assumimos que a demanda de mercado cresce exponencialmente, seguindo um processo de difusão estocástico Geométrico Browniano.

Perda de *market share*: Assumimos que a IES tem a opção de escolher o melhor momento de investir, podendo adia-lo enquanto espera por novas informações sobre o real potencial do mercado que permitam uma melhor avaliação dos retornos e dos benefícios do projeto. Por outro lado, consideramos que este adiamento tem um custo que se traduz numa perda de *market share* de 15% devido à entrada de novos competidores, uma vez que as barreiras de entrada nesse mercado são baixas (Sachs, 2000; Wilson, 2002) (Figura 2).

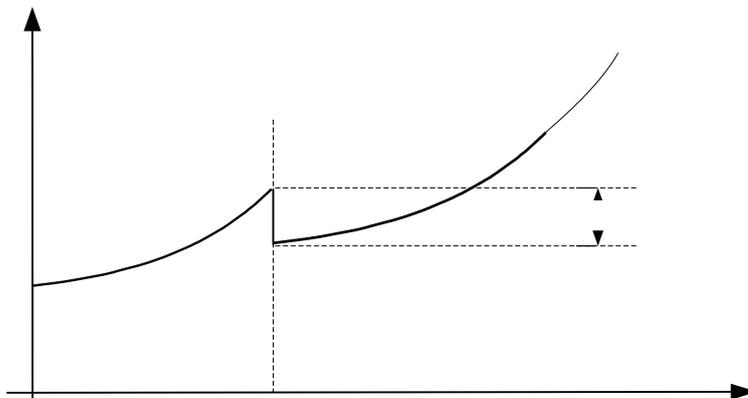


Figura 2: Perda de Market share em Função do Adiamento do Investimento

Prazo: Assumimos que a vida útil do projeto é de cinco anos a partir da decisão de entrar no mercado. Entretanto, o período de crescimento do mercado ocorre apenas nos cinco anos calendário iniciais, de t_0 até t_5 , após os quais o mercado se estabiliza e não há mais crescimento. Assim, se a instituição decidir adiar o projeto por dois anos e entrar no mercado apenas em t_2 , terá somente três anos de crescimento (t_3, t_4, t_5) passando a gerar fluxos de caixa constantes nos anos t_6 e t_7 .

Taxa livre de risco e Custo de capital: A taxa livre de risco r_f assumida para o modelo é de 7% reais, resultante da taxa juros básicos da economia brasileira (junho de 2007) de 11,5% menos a inflação prevista de 4,5%. O custo de capital do projeto foi estimado em 12% a.a.

Investimento inicial: O investimento necessário para uma IES iniciar um projeto de *e-learning* depende do escopo do projeto e da tecnologia adotada. Consideramos no nosso caso um projeto de um MBA *latu sensu* composto de 12 disciplinas criado para atender as necessidades de um cliente específico. Todo o investimento realizado é customizado para o programa, sem a possibilidade de reutilização para outros cursos, de acordo com a premissa da irreversibilidade do investimento. O investimento inicial envolve a preparação do material, conteúdo das disciplinas e a adequação tecnológica, totalizando R\$ 510.400,00, conforme Tabela 2. Desses investimentos, 50%, referentes ao material e conteúdo podem ser considerado como “*sunk cost*”, e não sofrem depreciação, enquanto que os outros 50% são depreciados em 5 anos a uma taxa anual de 20%.

Discriminação	R\$
Material e conteúdo	230.400,00
Ferramenta de comunicação síncrona	75.000,00
Software de gerenciamento do curso	75.000,00
Hardware (computadores, servidores e outros)	30.000,00
Outros	100.000,00
Total	510.400,00

Tabela 2: Investimento inicial para um programa de e-learning em uma IES

O fluxo de caixa do projeto pode ser expresso como função da Demanda (S) por alunos $F = f(S)$ conforme a Equação (2):

$$F_t = P_t \cdot S_t (1 - C_v) - C_F - Depr_t (1 - IR) + Depr_t \quad (2)$$

onde: S_t : Demanda por alunos no período t
 P_t : Preço do curso no período t
 C_v : Custos Variáveis do Projeto
 C_F : Custos Fixos
 $Depr_t$: Depreciação no período t
 IR : Alíquota do Imposto de Renda

A demanda inicial prevê, no ano zero, o início do programa com 400 alunos, pagando pelo curso completo o valor de R\$ 5.000,00, que assumimos constante ao longo da vida útil do projeto. A alíquota de imposto de renda é de 25%, e os custos variáveis que englobam as despesas operacionais representam 64,22% das receitas anuais. Os custos administrativos são considerados fixos. Assim, o fluxo de caixa previsto para o projeto para o período de 5 anos adotando-se a metodologia do FCD fornece um valor presente para o projeto de R\$ 656.297,00, conforme a **Tabela 3**:

Ano:	0	1	2	3	4	5
Preço =	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000
No Alunos =	400	520	676	879	1.142	1.485
Taxa cresc =	30,000% a.a.					
Receita	2.600.000	3.380.000	4.394.000	5.712.200	7.425.860	
Despesas Operacionais						
Pessoal Academico	(1.576.027)	(2.048.835)	(2.663.486)	(3.462.531)	(4.501.291)	
Outras Despesas	(93.600)	(121.680)	(158.184)	(205.639)	(267.331)	
	(1.669.627)	(2.170.515)	(2.821.670)	(3.668.171)	(4.768.622)	
Despesas Administrativas						
Pessoal	(604.925)	(604.925)	(604.925)	(604.925)	(604.925)	
Outras Despesas	(756.355)	(756.355)	(756.355)	(756.355)	(756.355)	
	(1.361.280)	(1.361.280)	(1.361.280)	(1.361.280)	(1.361.280)	
Depreciação	(51.040)	(51.040)	(51.040)	(51.040)	(51.040)	
Lucro Operacional	(481.947)	(202.835)	160.010	631.709	1.244.918	
	Impostos	120.487	50.709	(40.003)	(157.927)	(311.230)
Lucro Líquido	(361.460)	(152.126)	120.008	473.782	933.689	
Depreciação	51.040	51.040	51.040	51.040	51.040	
Fluxo de Caixa	(510.400)	(310.420)	(101.086)	171.048	524.822	984.729
VP =	656.297			TIR =	16,5%	
CAPEX =	(510.400)					
VPL =	145.897					

Tabela 3: Projeto Avaliado pela Metodologia do Fluxo de Caixa Descontado (FCD)

4.2. Avaliação do projeto de *e-learning* por opções reais

Para a avaliação das opções do projeto adotamos o modelo binomial discreto de Cox, Ross e Rubinstein (1979) conforme sugerido por Copeland & Antikarov (2001) utilizando a ferramenta de software DPLTM para a elaboração da árvore de decisão do projeto. Por outro lado, Copeland & Antikarov (2001) consideram que o ativo básico é o valor do projeto em si, sobre o qual incidem as opções de flexibilidade, mas no caso da EaD, as opções de espera são exercidas em função da demanda unitária de alunos, e não do valor do projeto.

Modelamos a evolução da demanda por alunos como um processo de difusão que segue um Movimento Geométrico Browniano na forma $dS = \mu S dt + \sigma S dz$, onde μ é a taxa crescimento esperada da demanda por alunos, σ é a volatilidade da demanda e $dz = \varepsilon \sqrt{dt}$ $\varepsilon \approx N(0,1)$ é o incremento de Wiener padrão. Para efeitos da análise realizada neste artigo, assumimos que a taxa de crescimento μ é de 30% a.a. e que $\sigma = 30\%$ a.a..

Os modelos de precificação de opções utilizados para se obter uma solução exigem que se utilize a medida neutra a risco, deduzindo-se o prêmio de risco (ζ) da taxa de retorno do ativo, e descontando-se em seguida o fluxo de caixa do projeto à taxa livre de risco. Dessa forma, o processo neutro a risco da demanda passa a ser $dS_R = (\mu - \zeta) S_R dt + \sigma S_R dz$.

Para ativos de mercado, o prêmio de risco pode ser observado diretamente ou determinado através do CAPM, onde $\mu = r + \beta(E[Rm] - r)$ onde o prêmio de risco (ζ) é dado por $\zeta = \beta(E[Rm] - r)$. Dessa forma, a utilização da medida neutra a risco significa adotar uma taxa de retorno livre de risco r para o ativo, uma vez que $\mu - \zeta = r$. Por outro lado, para ativos para os quais o mercado é incompleto, como é o caso da demanda por alunos, torna-se necessário recorrer a métodos indiretos para a sua determinação.

Uma das maneiras de determinar o prêmio de risco da demanda é utilizar o fato de que o Valor Esperado do projeto na avaliação neutra a risco, sem a consideração das eventuais opções existentes, deve ser idêntico ao Valor Esperado da avaliação estática tradicional onde os fluxos de caixa do projeto seguem o seu processo verdadeiro e são descontados à taxa de risco μ . Dessa forma temos:

$$E \left[\sum_{i=1}^n \frac{f(S)}{(1 + \mu)^i} \right] = E \left[\sum_{i=1}^n \frac{f(S_R)}{(1 + \mu - \zeta)^i} \right] \quad (3)$$

Onde $dS = \mu S dt + \sigma S dz$,

$$dS_R = (\mu - \zeta)S_R dt + \sigma S_R dz \text{ e}$$

ζ = prêmio de risco de S .

$f(\cdot)$ = fluxo de caixa do projeto

Considerando que todas as demais variáveis da Equação (3) são conhecidas, o valor de ζ pode ser determinado por equivalência, ou através de uma planilha onde é modelado o processo neutro a risco e utilizada a ferramenta “Atingir Meta” para determinar o valor de ζ que leva ao Valor Esperado desejado. No caso, o valor obtido foi de $\zeta = 1,624\%$, conforme ilustrado na Tabela 4.

Ano:	0	1	2	3	4	5
Preço =	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000
No Alunos =	400	514	659	846	1.086	1.395
Taxa cresc =	28,376% a.a.					
Receita	2.567.513	3.296.062	4.231.342	5.432.014	6.973.384	
Despesas Operacionais						
Pessoal Academico	(1.556.335)	(1.997.955)	(2.564.888)	(3.292.693)	(4.227.016)	
Outras Despesas	(92.430)	(118.658)	(152.328)	(195.553)	(251.042)	
	(1.648.765)	(2.116.613)	(2.717.217)	(3.488.245)	(4.478.058)	
Despesas Administrativas						
Pessoal	(604.925)	(604.925)	(604.925)	(604.925)	(604.925)	
Outras Despesas	(756.355)	(756.355)	(756.355)	(756.355)	(756.355)	
	(1.361.280)	(1.361.280)	(1.361.280)	(1.361.280)	(1.361.280)	
Depreciação	(51.040)	(51.040)	(51.040)	(51.040)	(51.040)	
Lucro Operacional	(493.572)	(232.871)	101.805	531.449	1.083.006	
Impostos	123.393	58.218	(25.451)	(132.862)	(270.752)	
Lucro Líquido	(370.179)	(174.653)	76.354	398.586	812.255	
Depreciação	51.040	51.040	51.040	51.040	51.040	
Fluxo de Caixa	(510.400)	(319.139)	(123.613)	127.394	449.626	863.295
VP =	656.297	Prêmio de Risco =	1,624%			
CAPEX =	(510.400)					
VPL =	145.897					

Tabela 4: Projeto Avaliado pela Medida Neutra a Risco

4.2.1. Modelagem do Ativo Básico

Uma vez determinado o prêmio de risco da demanda ζ , modelamos a evolução estocástica desta variável através de uma malha binomial (Figura 3⁵), sendo que para cada estado futuro possível dessa variável existirá um fluxo de caixa correspondente, conforme determinado através da Equação (2), onde a variável $DEM_{i,j}$ representa a demanda de mercado por alunos no ano i e no estado j , $i = 1, 2, \dots, 5$, $j = 1, \dots, i$, e a expressão nos galhos da árvore representam os fluxos de caixa do projeto especificados na Equação (2). A árvore binomial correspondente gerada pelo programa DPLTM está ilustrada na Figura 4, onde o valor esperado dos fluxos de caixa do projeto são descontados à taxa livre de risco para obter o valor original do projeto de R\$ 656.297,00, ou um VPL de R\$ 145.897,00 após a dedução do investimento inicial.

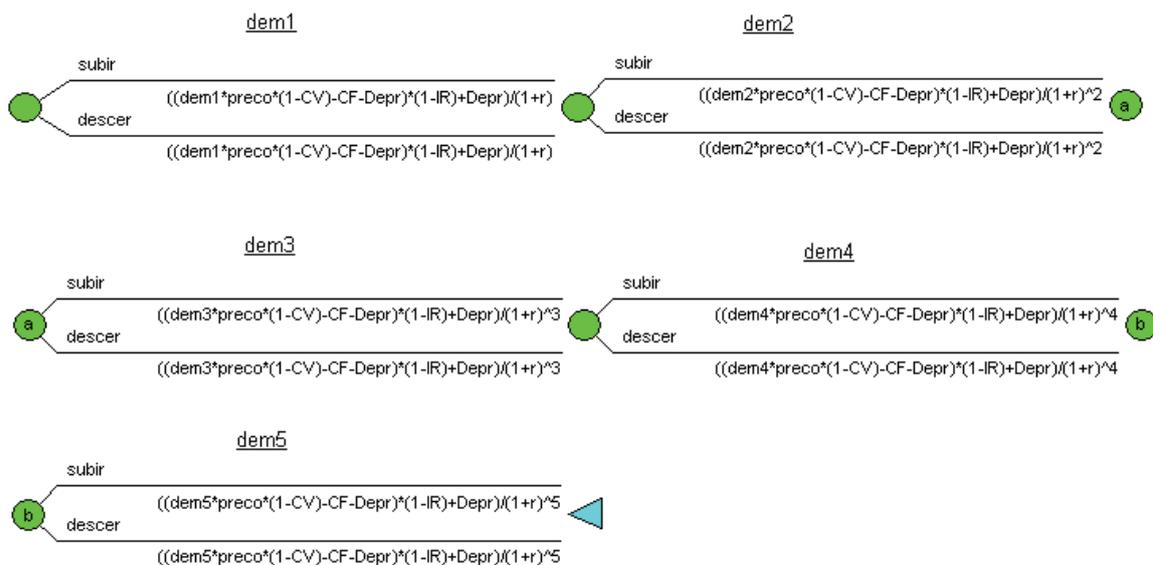
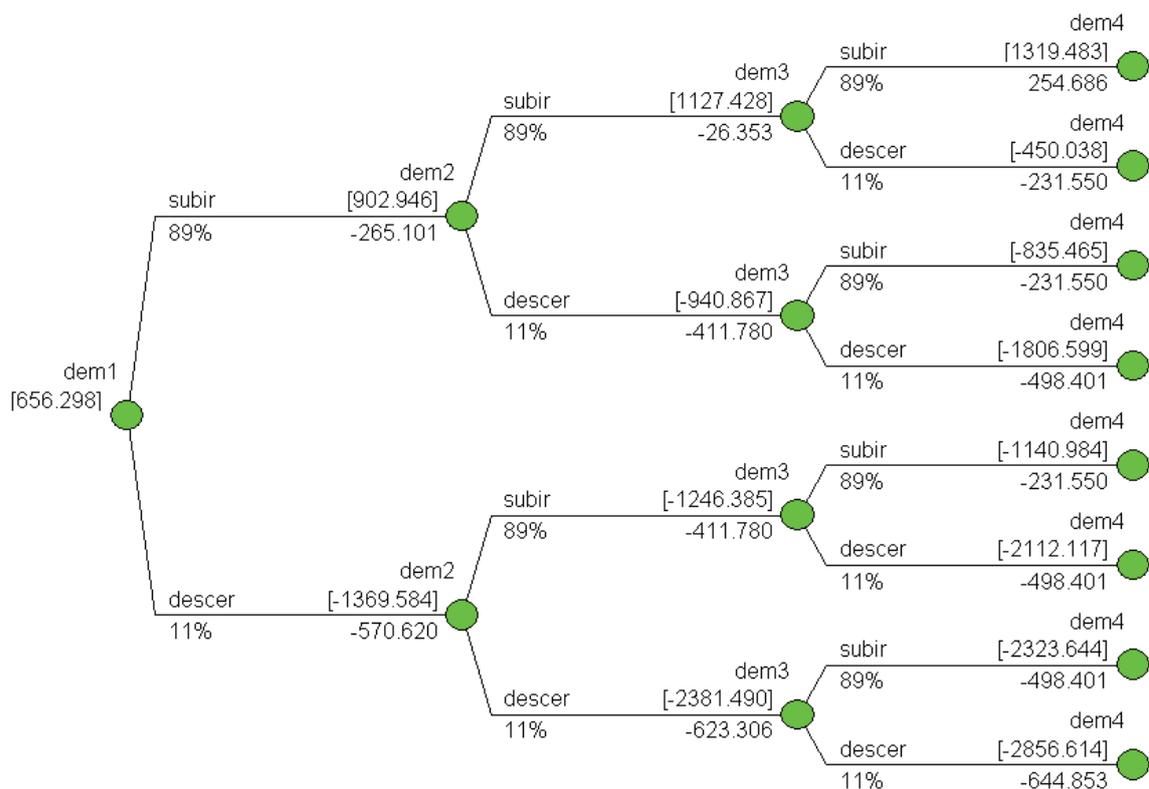


Figura 3: Modelo Binomial do Projeto Básico



Licensed by Syncopation Software for educational and non-commercial research purposes only.

Figura 4: Árvore de Decisão do Projeto Básico

4.2.2. Modelagem do Projeto com Opção de Adiar

Uma das premissas adotadas é que há uma perda de mercado representada por uma perda de 15% no *market share* no caso de um adiamento por um ano. Nesse caso, o projeto continua com cinco anos de vida útil,

mas não há crescimento a partir do quinto calendário (t_5) de forma que o fluxo de caixa do ano 5 do projeto, correspondente ao ano calendário t_6 , não apresenta crescimento em relação ao ano anterior. Os três primeiros anos deste modelo estão ilustrados na Figura 6. Podemos observar que a opção de adiar o projeto por um ano aumenta o seu VPL para R\$ 427.784,00. Vemos que, neste caso, é sempre recomendável o adiamento, uma vez que o valor da flexibilidade de uma opção de poder adiar é significativo, acrescentando R\$ 281.887,00 ao valor do projeto sem opção de adiamento. Esse aumento se deve ao fato de que a perda de *market share* e de crescimento no último ano é largamente compensada pelo aumento total do mercado em um ano, que cresce à taxa de 30% anuais.

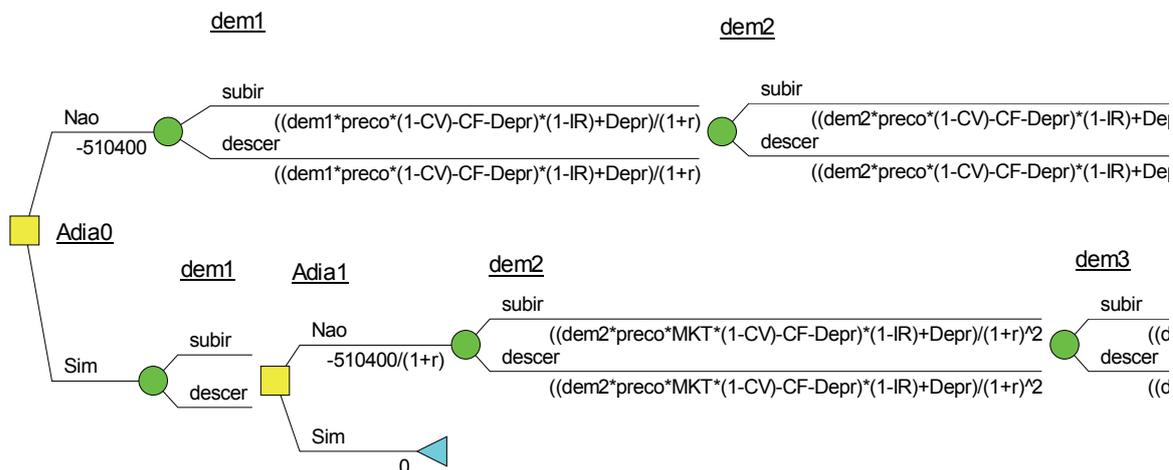


Figura 5: Modelo com Opção de Adiar por um ano

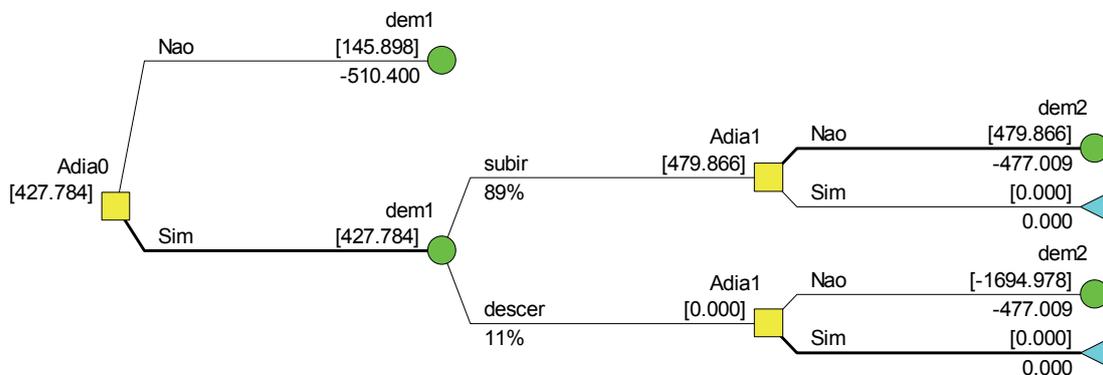


Figura 6: Valor do projeto com opção de adiar por 1 ano.

Estendemos o modelo para permitir o adiamento da implantação do projeto por um período de até três anos, sempre considerando uma perda de 15% de mercado para cada ano de adiamento. Esta opção é do tipo Americana, e fornece um VPL de R\$ 449.455,00, o que indica que existe uma probabilidade positiva de que a opção de adiamento será exercida além do primeiro ano, uma vez que este resultado é maior do que o obtido para o caso do adiamento por um ano somente. De fato, podemos observar na Figura 7 que a decisão ótima é nunca investir nos anos 0 e 1, sendo que a opção será exercida no ano 2 79% das vezes. O investimento no ano 3 também nunca é recomendado, sendo que se o investimento não for realizado no ano 2, não será nunca, o que ocorre 21% das vezes. O que ocorre neste caso é que a dupla penalidade da perda de mercado devido à demora em investir e a redução dos anos de crescimento da demanda para apenas dois anos (anos 4 e 5) desaconselham o investimento no ano 3.

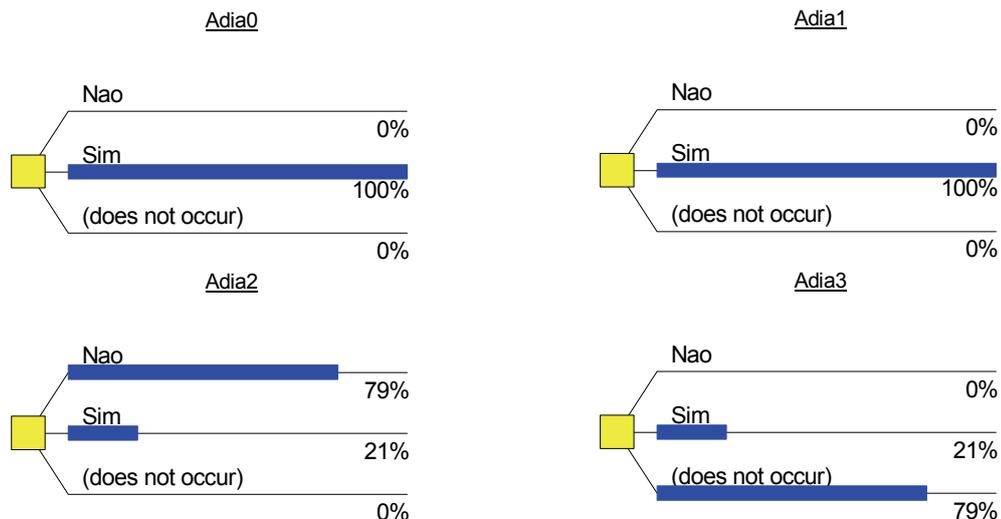


Figura 7: Probabilidades de aumento do valor do projeto caso a opção seja exercida.

Por fim, analisamos também a sensibilidade do projeto em relação aos parâmetros adotados como a volatilidade e o fator de perda de *market share* no caso de adiamento projeto. Os resultados indicam que o projeto é bastante sensível a alterações na volatilidade da demanda por alunos, sendo que uma variação de 5% faz com que o projeto tenha variações no seu valor de cerca de R\$ 200.000,00. Uma maior volatilidade, representando uma maior incerteza sobre as variações da demanda futura por alunos, aumenta significativamente o valor da flexibilidade de se adiar o projeto, conforme pode ser observado na Figura 8.

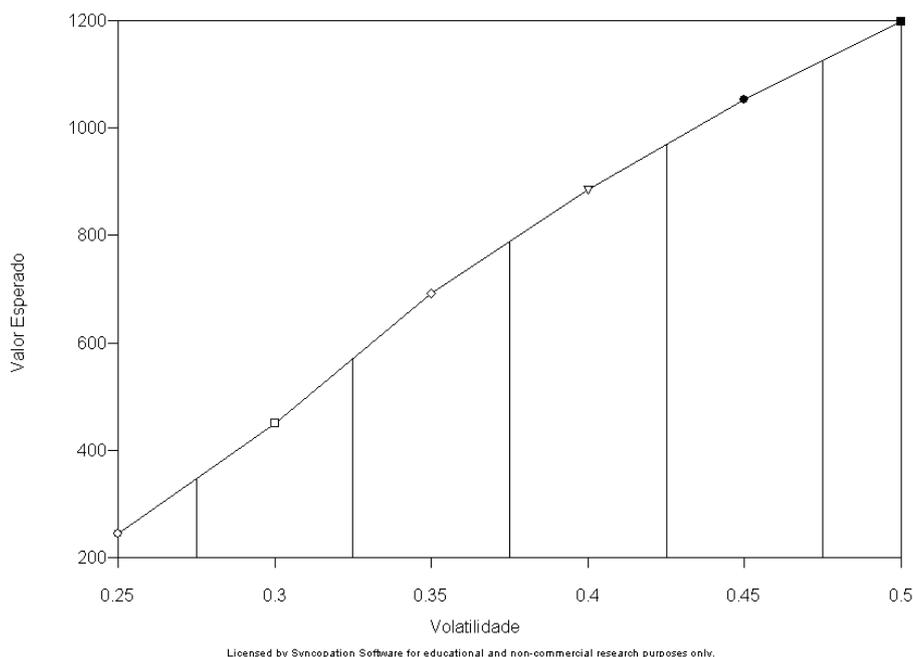
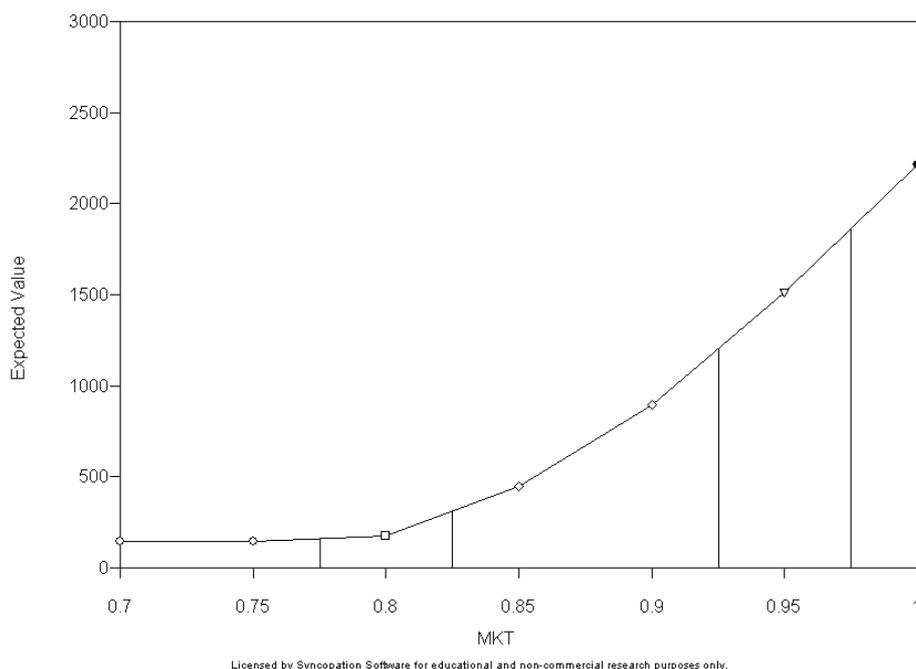


Figura 8: Sensibilidade à Volatilidade

As variações no fator de perda de mercado devido ao adiamento, por outro lado, não apresenta comportamento linear. Podemos perceber que no caso de não haver perda alguma (mercado = 100%), o valor do projeto é extremamente alto pois torna-se interessante aguardar a evolução do mercado e esperar até o último momento antes de investir uma vez que não existe penalidade pela demora. Este valor se reduz à medida que o fator de perda aumenta até que a perda anual é tão grande que qualquer demora em investir é desaconselhável e o valor do projeto reverte para o valor do FCD estático. Este valor limite é de 20% (mercado = 80%) acima do qual o valor do projeto atinge o seu valor mínimo de R\$ 145.898,00 e não mais se altera, conforme ilustrado na Figura 8.

Figura 9: Sensibilidade ao Fator de Perda *Market Share*

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir do final da década de 90 houve uma tendência por parte das IES de implantar programas de EaD e, particularmente de *e-learning*, que passaram a ser considerados como uma alternativa para atender à crescente demanda por educação (Moore & Kearsley, 2005). No Brasil, a LDB⁶ de 1996 prevê a possibilidade de implantação de modelos de ensino a distância e abre novas oportunidades para as IES, bem como traz para o mercado a ameaça de novos entrantes. Diante desse quadro de constante mutação, a correta avaliação de projetos de EaD se torna fundamental para que a instituição não incorra em prejuízos futuros.

Neste artigo analisamos o problema da valoração de um projeto de *e-learning* em condições de incerteza onde existe flexibilidade gerencial, e mostramos os métodos tradicionais de avaliação não capturam o valor destas flexibilidades presentes em projetos desta natureza. Através da metodologia das opções reais, sugerimos um modelo de avaliação que considera essas características típicas desta classe de projetos, e aplicamos este modelo a um caso prático de implantação de um programa de EaD onde um projeto com vida útil de cinco anos pode ter o seu início adiado por até três anos. Consideramos também que ao adiar o projeto, a IES incorre em uma penalidade representada pela uma perda de mercado devido à contínua entrada de novos concorrentes. Outra particularidade deste modelo é que as opções do projeto não são exercidas em função do seu valor como é padrão na literatura, mas sim em função da quantidade de alunos que a IES consegue atrair e que é modelada como uma demanda de mercado. Dado que a demanda por alunos não é uma variável de mercado, mostramos como a sua medida neutra a risco pode ser determinada indiretamente neste caso.

Os resultados obtidos mostram que a inclusão da flexibilidade de se adiar a entrada no mercado aumenta significativamente o valor do projeto elevando o seu VPL de R\$ 145.879,00 para R\$ 427.784,00, pois permite que as incertezas do mercado sejam resolvidas antes que a IES faça o seu investimento e otimizando os seus recursos. A análise de sensibilidade indica que o projeto é sensível tanto a variações na volatilidade da demanda quanto ao fator de perda de mercado devido ao adiamento do projeto. A escolha de uma metodologia que permita capturar as incertezas e flexibilidade melhoram a qualidade da decisão, pois permite ao gestor tomar a decisão ótima dadas as condições de mercado.

Entretanto, há que se fazer algumas ressalvas. A análise de sensibilidade mostra que o projeto é sensível aos parâmetros do modelo, mas a estimação de parâmetros como a volatilidade ou o comportamento de um mercado novo e em expansão e o impacto da concorrência não é tarefa simples. Dessa forma, embora o modelo apresente resultados mais relevantes dos resultados obtidos através do FCD, estes valores não devem ser interpretados como valores determinantes da viabilidade do projeto, mas apenas como indicação dos fatores mais relevantes para a tomada de decisão. A combinação da valoração do projeto através da metodologia das opções reais, aliada à análise de sensibilidade pode dar indicações concretas ao gestor sobre o momento ótimo para investir, desinvestir ou adiar um projeto e criando valor para a IES.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABRAEAD. **Anuário Brasileiro Estatístico de Educação Aberta e a Distância**. Monitor Editorial, São Paulo. 2006.
- BARTOLIC-ZLOMISLIC, S. & BATES, A.W. Investing in online learning: Potential benefits and limitations. **Canadian Journal of Communication**, 24(3), 349-366. 1999.
- BATES, A.W. Managing technological change: **Strategies for academic leaders**, San Francisco. Jossey-Bass. 1999.
- BENARROCH, M. & KAUFFMAN R.J. A Case for Using Real Option Pricing Analysis to Evaluate Information Technology Project Investments. **Information Systems Research**, Vol. 10, No. 1, March, pp. 70-86. 1999.
- BENARROCH, M. & KAUFFMAN, R.J. Justifying Electronic Banking Network Expansion Using Real Options Analysis. **MIS Quarterly**, Vol. 24, No. 2, June, pp. 197-225. 2000.
- BENARROCH, M. Managing Information Technology Investment Risk: A Real Options Perspective. **Journal of Management Information Systems**, 19(2), pp. 43-84. 2002.
- BLACK, F. & SCHOLES, M. The Pricing of Options and Corporate Liabilities. **Journal of Political Economy**, 81, No. 3. May-June, pp. 637-654. 1973.
- BRANDÃO, L.E., DYER, J.S & HAHN, W.J. Using binomial trees to solve real-option valuation problems. **Decision Analysis**, vol. 2, June, pp. 69-88. 2005.
- COPELAND, T. & ANTIKAROV, V. **Real Options**. Texere LLC, New York. 2001.
- COX, J.C., ROSS, S.A. & RUBINSTEIN, M. Option pricing: A simplified approach. **Journal of Financial Economics**, september. 1979.
- CUKIER, J. Cost-benefit analysis of telelearning; Developing a methodology framework. **Distance Education**, 18(1), 137-152. 1997.
- DIXIT, A. & PINDYCK, R. **Investment under uncertainty**. Princeton University Press, Princeton, NJ. 1994.
- HÄRKÖNEN, T. A Real Option Framework to Evaluate Information Technology Investments. **Brief Studies in Computer Science Fall**, Roope Raisamo and Erkki Mäkinen (eds.), University of Tampere, Fall. 2003.
- HOUGH J.R. Educational cost-benefit analysis - **Education Research Paper** No. 02, Loughborough University. 1993
- HULL J.C. **Options, Futures, and Other Derivative Securities** (5th edition), Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall. 2002.
- IATROUPOULOS, A.D & ANGELOUS, G.N. Broadband Investments Analysis Using Real Options methodology: A case study for Egnatia Odos S.A. **Communications & Strategies**, no. 55, 3rd quarter. 2004
- MASSY, W.F. **Honoring he trust: Quality and cost containment in higher education**. Bolton, MA: Anker Publishing. 2003
- MOORE, M. G. & KEARSLEY, G. **Distance education: a systems view**. Belmont, USA: Wadsworth Publishing Company. 2° ed. 2005.
- OBERLIN, J.L. The Financial Mythology of Information Technology: The New Economics. **Cause/Effect**, Spring. 1996.
- OSLINGTON, P. The impact of uncertainty and irreversibility on investments in online learning. **Distance Education**, vol. 25, n° 2, October. 2004.
- PINDYCK, R. Irreversibility, Uncertainty, and Investment. **Journal of Economic Literature**, 29(9), 1110-1148. 1991.
- RUMBLE, G. **The Cost and economics of open and distance learning**. London: RoutledgeFalmer. 1997.
- RUMBLE, G. The costs and costing of networked learning. **Journal of Asynchronous Learning Network**, Vol. 5, Issue 2, Sep. 2001.
- SACHS, GOLDMAN. **Global Equity Research**, jun, 25. 2000. disponível em [http://internettime.com/itimegroup/Goldman Sachs e-Learning initiating report - July 25 2000.pdf](http://internettime.com/itimegroup/Goldman%20Sachs%20e-Learning%20initiating%20report%20-%20July%2025%202000.pdf), Acesso em: 16 jun. 2007.
- TRIGEORGIS, L. **Real Options – Managerial Flexibility and Strategy in Resource Allocation**. MIT Press, Cambridge, MA. 1996.
- TRIGEORGIS, L. Real Options: A Primer, in **The New Investment Theory of Real Options and its Implication for Telecommunications Economics**, JAMES ALLEMAN & ELI NOAM (eds.), Kluwer Academic Publishers, Boston. 1999.
- ZWEILDLER, A., WEDGE, C. & METZ, B. The Real Options approach to capital decisions: Planning for change. **Project Kaleidoscope, Vol. IV: What works, what matters, what lasts**. 2005 disponível em http://www.pkal.org/documents/RealOptions_CapitalDecisions.pdf, Acesso em: 16 jun. 2007.
- WILSON, J.M. **e-Learning, Is it over?** University of Massachusetts, UMass Online, 2002 – disponível em <http://www.jackmwilson.com/ArticlesTalks/index.htm>, Acesso em: 03 de maio. 2007.
- www.elearningbrasil.com.br - Disponível em <http://www.elearningbrasil.com.br/home/noticias/ clipping.asp?id=4725>, newsletter de 28 de novembro de 2007.

Notas

¹ O termo educação a distância (EaD), de forma ampla, engloba qualquer modelo de ensino em que haja uma separação espacial e temporal entre professor e aluno (Moore & Kearsley, 2005). Já o termo *e-Learning* diz respeito ao nascimento de uma nova indústria que utiliza alta tecnologia para oferecer e administrar a distância o treinamento corporativo, a educação primária, secundária e a educação superior (Sachs, 2000). Para efeitos desse artigo, a partir daqui, a utilização do termo EaD (na qual *e-learning* pode se enquadrar como uma modalidade de

ensino a distância) se refere a projetos de educação a distância estruturados em cima dessas novas tecnologias de comunicação e internet, em que o processo de interação é mediado por computador.

² Segundo Rumble (1997) esses custos são aplicáveis à qualquer modelo de EaD.

³ Alguns valores foram alterados por questão de confidencialidade.

⁴ INEP. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira. www.inep.gov.br

⁵ Devido à limitação de espaço, a malha binomial está representada até t4. Uma cópia da árvore completa pode ser solicitada aos autores.

⁶ Lei n° 9.394 de Diretrizes e Bases da Educação Nacional de 1996. Art. 80