



VII SINGEP

Simpósio Internacional de Gestão de Projetos, Inovação e Sustentabilidade
International Symposium on Project Management, Innovation and Sustainability

ISSN: 2317-8302

A DETERMINAÇÃO DO VALOR DE UMA PATENTE DA ÁREA DE NANOTECNOLOGIA

FRANCIELLE RODRIGUES SOUZA
FPL

RONALDO LAMOUNIER LOCATELLI
Fundação Pedro Leopoldo (FPL)

VIVIANE MOTA MESSIAS
CTIT/UFMG



A DETERMINAÇÃO DO VALOR DE UMA PATENTE DA ÁREA DE NANOTECNOLOGIA

Resumo

O objetivo deste artigo é o de precificar um pedido de patente depositado no Instituto Nacional de Propriedade Intelectual (INPI) referente ao processo de obtenção de óxido de grafeno e grafeno puro desenvolvida em uma IES pública. Foram adotadas duas abordagens: Fluxo de Caixa Descontado (FCD) e a Teoria de Opções Reais (TOR). Como taxa de desconto foi utilizado o custo médio ponderado de capital (WACC), empregando-se o Capital Asset Pricing Model (CAPM) para estimar o custo de capital próprio. Os resultados apontam que o ativo é capaz de gerar ao negócio receitas livres que suplantam o investimento necessário e tem um valor significativo. O valor aumenta com a alavancagem financeira, porém devido à sensibilidade do negócio quanto ao risco do uso mais intenso de dívida, o valor da patente não é muito impactado por diferentes estruturas de capital. O modelo TOR também conferiu valor ao ativo e tendo em vista a situação “*in the money*” a exploração da patente admite, no presente caso, uma flexibilidade de atraso/adiamento do projeto por um período de dois anos.

Palavras-chave: Avaliação de Patentes; Grafeno; Ciência e tecnologia

THE VALUATION OF A PATENT IN THE NANOTECHNOLOGY FIELD

Abstract

The purpose of this article is to price a patent application filed at the Instituto Nacional de Propriedade Intelectual (INPI) for the process of obtaining oxide graphene and pure graphene developed by a public University. It was considered here a two-way approach: the method of Discounted Cash Flow (DCF) and the Theory of Real Options (TRO). As discount rate was employed the weighted average cost of capital (WACC), using the Capital Asset Pricing Model (CAPM) to estimate the cost of equity. The outcomes indicate that the patent is capable of generating free revenues to the business that surpass the necessary investment and, therefore, has a considerable value. The value increases with the financial leverage, but it emerged from the analysis that the mean of financing doesn't add much value to the patent object of the investigation, and this is due to the fact of an adequate pricing of the risks, being these sensitive to the more intense use of debt. The Real Options model also granted value to the asset, and considering the situation "in the money", the exploitation of the patent admits, in the present case, a flexibility of delay/ postponement of the project for a period of two years.

Keywords: Patent valuation; Graphene; Science and technology



1 Introdução

O desenvolvimento da sociedade passou por alterações tanto na base econômica quanto na estrutura social. A era do conhecimento no qual o mundo de maneira geral está submerso, com destaque para países desenvolvidos, tem o capital humano como recurso fundamental para o desenvolvimento. Novos conhecimentos permitem gerar novas tecnologias que, conseqüentemente, irão refletir em mudanças econômicas, sociais e políticas.

Conforme salientam Reis e Gomes (2017), os esforços empregados por meio das ações humanas viabilizam a capacidade de inovação das nações e a difusão tecnológica, sendo que o desenvolvimento tecnológico é um dos fatores determinantes da competitividade e das estratégias de desenvolvimento dos países. Econômico. Rapini, Silva & Albuquerque (2017) salientam que o nível de inovações tecnológicas está diretamente ligado à taxa de ampliação de produtividade dos fatores de produção e ao processo de criação de novos mercados, estimulando o crescimento.

Diante de tal contexto, figura a importância do fomento às atividades de ciência, tecnologia e inovação (CTI), especialmente no âmbito das economias emergentes. Essa política permitirá aprimorar as condições estruturais de uma sociedade, viabilizando mercados mais eficientes e competitivos no longo prazo (Miranda, Santos, Lima, Neto & Russo, 2017).

Um dos principais indicadores do grau de inovação tecnológica de um país é o total de patentes que ele possui, enfatizando assim a importância da propriedade intelectual na constituição de valor e de vantagens competitivas, pois valoriza a criatividade humana e gera riqueza para a sociedade (Instituto Nacional de Propriedade Industrial [IPI] & Confederação Nacional da Indústria [CNI], 2010). No Brasil, em 2016, a Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG) ocupou a primeira posição em registros de depósito de patentes de invenção dos residentes (INPI, 2017), o que torna o Núcleo de Inovação Tecnológica (NIT) da UFMG de grande relevância no Brasil. A estrutura organizacional do núcleo recebe o nome de Coordenadoria de Transferência e Inovação Tecnológica (CTIT), que é responsável pela gestão de toda a propriedade intelectual gerada na Universidade, favorecendo e fortalecendo o sistema nacional de inovação com o compromisso e a responsabilidade de permitir que os esforços realizados por intermédio de pesquisas na Universidade cheguem à sociedade na forma de novos produtos, processos e serviços.

Evidentemente, os esforços das entidades, mesmo as de direito público, e de seus pesquisadores devem ser recompensados, fornecendo compensação financeira que estimula novas pesquisas, a ciência e as inovações. A identificação de remuneração justa que contemple os esforços estabelecidos no processo criativo e a recuperação do investimento dispendido no decorrer da pesquisa não é uma tarefa fácil. Adriano & Antunes (2017, p.129), por exemplo, ressaltam que “ainda hoje poucas são as teorias e evidências empíricas entre indicadores, determinantes de preços, custos e quantidades de vendas de produtos protegidos intelectualmente”. Diante disto, este artigo apresenta modelos apropriados de finanças para quantificar uma patente, e aplica os instrumentais para precificar o valor de um pedido de patente depositado no Instituto Nacional de Propriedade Intelectual (INPI) de um novo produto no âmbito da nanotecnologia.

2 Referencial Teórico



Esta seção apresenta uma breve discussão sobre o papel da tecnologia e inovação e os modelos mais apropriados para avaliar uma patente.

2. Tecnologia, inovação e os novos materiais

De acordo com Porter (1992), a transformação tecnológica tem o poder para influenciar a estrutura industrial e a vantagem competitiva das nações, surgindo daí a necessidade de proteger e fortalecer a pesquisa e o desenvolvimento (P&D). Segundo o autor, as estratégias empresariais bem-sucedidas têm focado na inovação como meio de criação de barreiras a novos competidores e de aumento da competitividade.

A Figura 1 ilustra a relação entre estratégia corporativa, estratégia de inovação e estratégia tecnológica.

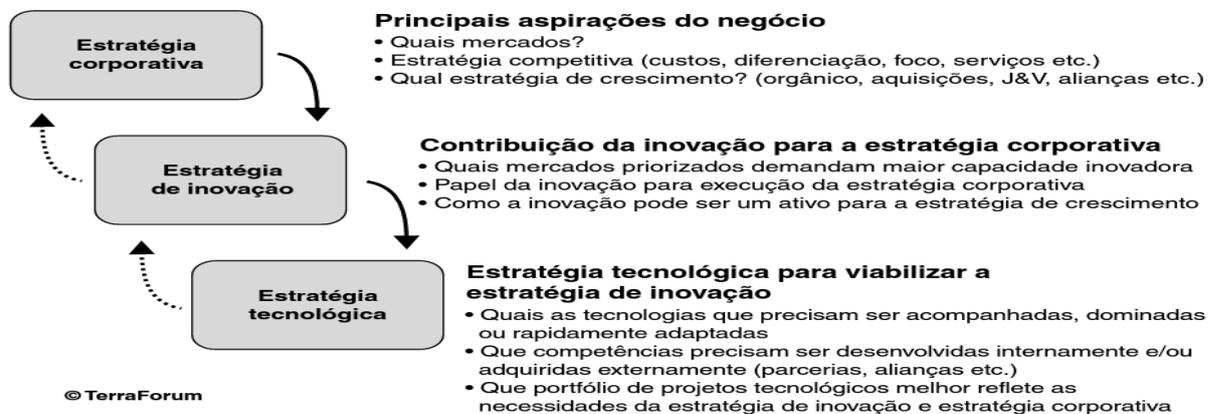


Figura 1

Relacionamento entre estratégias corporativas, de inovação e tecnológica.

Fonte: Terra, J. C. (2012). *10 Dimensões da gestão da inovação uma abordagem para a transformação organizacional*. Rio de Janeiro: Elsevier. (p. 38).

De acordo com o Manual de Oslo, “[...] as atividades de inovação são etapas científicas, tecnológicas, organizacionais, financeiras e comerciais, incluindo investimento em conhecimentos (The Organisation for Economic Co-operation and Development [OECD], 2005). Por sua vez, Rapini, Silva e Albuquerque (2017) chamam atenção para o fato de que a inovação é resultado de um processo interativo que envolve confiança e lealdade e que possui característica multissetorial, ou seja, a capacidade de extrair diversos modos de inovação, processos institucionais e formas organizacionais diferentes de vários setores.

Tidd e Bessant (2015, p. 4) enfatizam que “a inovação é movida pela habilidade de estabelecer relações, detectar oportunidades e tirar proveito delas. Não consiste apenas na abertura de novos mercados, pode também significar novas formas de servir a mercados já estabelecidos e maduros”. Segundo eles, a gestão do processo de inovação possui muitas formas, que podem ser resumidas em quatro dimensões (4Ps) de mudança: inovação de produto; inovação de processo; inovação de posição, que diz respeito à alteração do contexto que produto/serviço são introduzidos; e a inovação de paradigma, que são variações nos modelos mentais básicos que orientam a atividade empresarial.



Por sua vez, os impactos das inovações nas empresas e na economia dependem tanto da tecnologia, quanto do modelo de negócios, conforme retratado na Figura 2. De acordo com a referida matriz, as inovações incrementais ocorrem no ambiente das tecnologias e dos modelos de negócios existentes, enquanto que as inovações semiradiciais introduzem pouco ou nenhuma mudança, nesses contextos. No caso das inovações radicais, essas incluem mudanças nos dois vetores, tecnológico e modelo de negócios e provocam grandes transformações na sociedade, conforme previsto de forma pioneira por Shumpeter (McCraw, 2007).

**Figura 2****Framework da inovação**

Fonte: Adaptado Davila, T., Epstein, M. J., & Shelton, R. (2007). *As regras da Inovação: Como gerenciar, como medir e como lucrar*. Porto Alegre: Bookman, (p. 59).

Ao se considerar as despesas com P&D identifica-se que nos países avançados (Estados Unidos, Japão e países da Europa) as cifras giram em torno de 2 a 4% do Produto Interno Bruto (PIB), sendo estas financiadas principalmente pelo setor privado. Em contraponto, nos países em desenvolvimento, como o Brasil, por exemplo, é possível perceber um cenário diferente. Os valores investidos em gastos inovativos são muito inferiores, variando em torno de 1% do PIB. Outra diferença fundamental é que o setor público é o principal financiador dessas iniciativas, e as instituições de ensino superior são as principais executoras (Rapini, Silva & Albuquerque, 2017).

O pedido de patente que é objeto deste artigo não foge à regra, e foi obtido pelos esforços realizados em uma IES pública, no contexto da pesquisa por novos materiais. Refere-se ao produto óxido grafite (OGr), que é conseguido pela esfoliação de grafite previamente oxidado, e do óxido de grafeno (GO).

A tecnologia é caracterizada como nanotecnologia, pois lida com a matéria em níveis moleculares, cuja ordem de dimensão é 1 a 100 nanômetros (1 nanômetro = 1 bilionésimo de metro, 10^{-9} m), ou seja, possui a capacidade de manipulação da estrutura da matéria e dos fenômenos na escala de tamanho possibilitando a manifestação de novas propriedades macroscópicas em materiais e dispositivos físicos, químicos e biológicos (Loural, 2014).

O grafeno vem do grafite, o "lead" em um lápis: uma espécie de carbono puro formado a partir de um plano com camadas empilhadas de átomos. Grafeno é o nome dado a um composto inteiramente de átomos de carbono unidos em uma rede de hexágonos repetidos dentro de um único plano com apenas um átomo de espessura (Geim & Kim, 2008). Assim, sua estrutura pode ser entendida como uma única folha de grafite separada de sua estrutura tridimensional. Trata-se do material mais fino e resistente que se conhece, com potenciais aplicações nas áreas de eletrônica, compósitos, dispositivos de estocagem de energia, sensores



e membranas, entre outras (CTIT, 2017). Envolve um conjunto de propriedades excepcionais como condutividade térmica e elétrica elevada, boa transparência, boa resistência mecânica, flexibilidade inerente a enorme área superficial específica (Vieira & Vilar, 2016; Chodos, 2004).

Marion e Hasan (2016) comentam que por ser um material promissor, o grafeno é visado pelas empresas do mundo todo que objetivam sair na frente no desenvolvimento de produtos inovadores com a utilização desta tecnologia. Na Tabela 1 se encontram as diversas pesquisas em desenvolvimento com o grafeno.

Tabela 1

Pesquisas envolvendo o uso da tecnologia do grafeno no mundo

Lugar	Tipo de pesquisa	Responsáveis
Europa	Uso do grafeno na modificação dos tecidos usados nas roupas de proteção contra o fogo.	Instituto <i>Hohenstein</i> , as empresas alemãs <i>Ionic Liquids Technologies (IoLiTec)</i> e <i>Fuchsuber Techno-Text</i> e as belgas <i>Centexbel</i> e <i>Soieries Elite</i> .
Alemanha	Uso das propriedades especiais do grafeno para produzir elementos-chave de uma retina artificial.	Universidade Técnica de Munique.
Reino Unido	Desenvolvimento de carregador que pode ser utilizado em qualquer celular ou <i>tablet</i> com porta Universal Serial Bus (USB) padrão que recarrega a bateria do celular em 5 minutos através de um supercapacitor de grafeno, substituindo o alumínio que era usado.	Empresa <i>Zap & Go</i> sediada na Universidade de <i>Oxford</i> .
América	Solução para a dessalinização da água do mar por meio da patente do material <i>Perforene</i> , que é uma solução de filtração molecular projetada para atender à crescente demanda global por água potável. Essa membrana apresenta buracos com tamanho de um nanômetro ou menos em uma folha de grafeno.	<i>Lockheed Martin</i> , empresa sediada em <i>Bethesda</i> (Estados Unidos).
Ásia	Solução com base no grafeno para a necessidade dos veículos elétricos de baterias que suporte a recuperação e reutilização da energia que normalmente é desperdiçada quando os freios desaceleram o veículo.	Instituto de Ciência e Tecnologia <i>Gwangju</i> na Coreia,
Irã	Produção de um biosensor com repetibilidade simples, adequado para a medição da glicose em seres humanos, e consequentemente, para diagnosticar a diabetes através de uma combinação de nanopartículas de ouro-grafeno.	Universidade de Tecnologia de <i>Amirkabr</i>
Oceania	Introdução do grafeno na espuma dos colchões. O grafeno é combinado ao material para produzir uma memória na espuma para proporcionar não só conforto, como também conduzir o calor para longe do corpo.	Empresa <i>Sleepyhead</i> , parte do grupo <i>The Comfort NA</i> da Austrália, Nova Zelândia, Nova Guiné.

Fonte: Adaptado de Marion, B., & Hasan, N. (2016). Grafeno: Inovações, aplicações e sua comercialização. *Interfaces científicas, exatas e tecnológicas*.

De acordo com pesquisa realizada pela CTIT da UFMG, em 2016 havia cerca de 100 empresas no mundo relacionadas ao grafeno, sendo que a maioria atuava tanto na produção quanto na exploração de aplicações desse nanomaterial. A pesquisa ainda apontou uma previsão de taxa de crescimento anual composta de 44% até 2020. No que tange à perspectiva do Brasil, Borelli (2015, p. 9) afirma que “não existe uma base de dados sistematizada sobre o mercado dos produtos, processos e serviços baseados em nanotecnologia” e que o investimento na área ainda é tímido quando comparado às cifras globais.



Entretanto, já existem algumas iniciativas domésticas de investimentos no grafeno para melhorar a qualidade dos produtos e materiais e de vida das pessoas. Em março de 2016, a Universidade Presbiteriana Mackenzie, em São Paulo, inaugurou o Centro de Pesquisas Avançadas em Grafeno, Nanomateriais e Nanotecnologias denominado MackGraphe. Os estudos foram iniciados em 2013 com orçamento em torno de US\$ 20 milhões que incluiu a construção deste centro.

Outro esforço se dá no âmbito de uma parceria firmada entre a Companhia de Desenvolvimento Econômico de Minas Gerais (Codemig), a UFMG e o Centro de Desenvolvimento de Tecnologia Nuclear (CDTN) - unidade de pesquisas da Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN), que tem por objetivo inicial o desenvolvimento da tecnologia de produção do grafeno, em escala piloto. Estima um investimento de R\$ 21,3 milhões em três anos (Fundação do Desenvolvimento da Pesquisa [Fundep], 2016).

O Estado de Minas Gerais se destaca ainda por possuir uma das maiores reservas mundiais de grafita, mineral a partir do qual se extrai o grafite. As reservas mundiais são de aproximadamente 131,4 milhões de toneladas, das quais 59,5 milhões estão localizadas no Brasil (Fundep, 2016).

Observa-se que grande parte dos investimentos é realizada por órgãos de fomento. Entretanto, considerando que o uso da tecnologia possibilita a introdução de novos produtos e processos, é viável a transferência de tecnologia ao setor privado, que poderá explorá-la comercialmente, usufruindo dos seus resultados e fazendo com que a sociedade também se beneficie, tanto pela formação de profissionais quanto pelos impactos dos produtos na melhoria na qualidade de vida da população.

2.2 Modelos de avaliação aplicados à patentes

As patentes estão relacionadas aos direitos de propriedade intelectual e de acordo com normas internacionais da contabilidade enunciadas pelo International Accounting Standards Board (IASB) são classificadas como ativos intangíveis. Conforme ressaltado por vários autores, não constitui tarefa simples mensurar os valores relacionados à propriedade intelectual (Adriano &, 2017; Aveni & Carvalho, 2017; Amaral, Iquiapaza, Correia, Amaral, & Vieira, 2014).

Damodaran (2014) e Copeland, Koller e Murrin (2013) argumentam que o preço justo da empresa está diretamente ligado à riqueza que ela pode gerar e que o método de avaliação de qualquer ativo deverá estar fundamentado no fluxo de caixa, no risco e no tempo. Assim, o método conhecido como fluxo de caixa descontado pode ser, também, empregado para precificar uma patente. Contudo, de acordo com Copeland & Antikarov (2001), ativos como patentes podem apresentar aspectos importantes, como as possibilidades de adiamento ou atraso na implantação de um projeto, que não são levados em consideração, e consequentemente podem alterar o valor do projeto, fazendo com que a aplicação da teoria de opções reais seja recomendável. Assim sendo, para avaliar a transferência da tecnologia, que é o objetivo desta pesquisa, foram utilizados tanto o modelo de fluxo de caixa descontado quanto a teoria de opções reais.

2.2.1 O modelo de fluxo de caixa descontado



O modelo de fluxo de caixa descontado reside em trazer os fluxos livres de caixa obtidos ao longo do ciclo do projeto para o presente, empregando-se uma taxa de desconto que reflita o custo estimado do capital empregado (equação 1):

$$\text{Valor presente líquido} = \sum \frac{FCL_t}{(1+r)^t} \tag{1}$$

Sendo, FCL_t = fluxo livre de caixa da empresa no período t ; r = taxa de desconto representada pelo custo médio ponderado de capital (WACC).

O fluxo de caixa livre retrata os resultados operacionais da empresa, deduzidos do imposto de renda e das retenções líquidas na empresa para fazer face aos investimentos e ao aumento do capital de giro. Por sua vez, o cálculo do WACC envolve considerações sobre a estrutura de capital, e estimativas do custo do capital próprio (Equity) e do custo da dívida (D).

O CAPM (Capital Asset Pricing Model) tem sido objeto de várias críticas (Fernandez, 2010; Fama & French, 2004), mas continua sendo a abordagem mais utilizada para a precificação do custo de capital próprio (Levi & Welch, 2016; Da, Guo & Jagannathan, 2012). Esta teoria estabelece o retorno de qualquer ativo em função do risco assumido (Sharpe, 1964; Lintner, 1965), conforme apresentado na Figura 3.

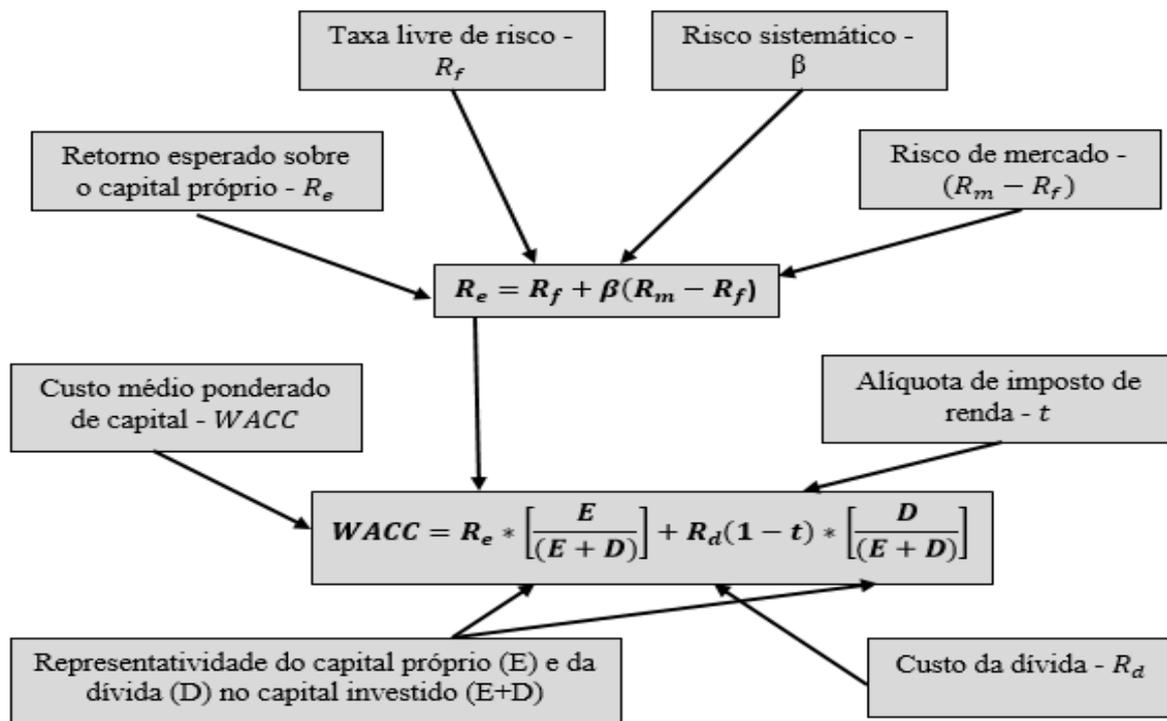


Figura 3
Custo Médio Ponderado (WACC)

Fonte: Adaptado de E. Kislingerová. (2000). Using of the economic value added model for valuation of company. Prague University of Economics. *Biatic*, Roňník, 8(1), p. 39.

A estrutura de capital reflete as fontes de financiamento da empresa, e que podem ser provenientes do capital próprio e de dívidas de curto e de longo prazo. A alavancagem, representada pelo uso de dívida, constitui um dos fatores mais importantes na



implementação de estratégias corporativas, pois amplia as possibilidades de crescimento da empresa e possibilita que a empresa aufera benefícios fiscais (Miller, 1988; Fama & Stern 2016). Contudo, como a dívida aumenta o risco da empresa, postula-se que quanto maior a dívida maior o risco (beta alavancado), o que coloca limites para essa fonte de financiamento (Moreira, Locatelli, & Afonso, 2015). A Figura 3 ilustra a forma de cálculo do WACC, que é influenciado pela intensidade de diferentes fontes de financiamento e os seus custos, bem como pelos benefícios fiscais advindos do uso de capital de terceiros.

2.2.3 Teoria das opções reais

O FCD é amplamente utilizado nas análises de investimento, mas o instrumental tem suas limitações, especialmente no caso de patentes. Primeiro, é um modelo determinístico e que não considera as incertezas e as probabilidades inerentes ao processo. Segundo, o modelo admite que o investidor tem apenas duas opções: investir ou não investir. Conforme salientado por Copeland e Antikarov (2002), mudanças significativas das condições de mercado podem conduzir a ajustes na percepção do investidor com relação ao investimento e, conseqüentemente, no fluxo de caixa. Póvoa, (2012, p.434) afirma que “quanto mais flexibilidade potencial existir, maior deve ser o valor da empresa”.

O valor da flexibilidade pode ser captada pela Teoria de Opções Reais (TOR), podendo ser usados para este fim o modelo Binominal e o modelo de Black-Scholes. O primeiro método foi desenvolvido por Cox, Ross e Rubinstein (1979) que consideram a evolução do valor do ativo no tempo discreto. O segundo método, Black-Scholes (1973), foi desenvolvido com base no modelo de opção europeia e considera a evolução do valor do ativo em tempo contínuo. Este modelo prevê que os preços do ativo seguem uma distribuição probabilística dos retornos futuros mensurados de forma contínua e composta a partir dos seus preços (Copeland & Antikarov, 2002).

O valor da opção de compra no modelo Black-Scholes é obtido da seguinte forma:

$$\text{Valor da Opção} = S \times N(d_1) - E \times e^{-r \times t} \times N(d_2) \quad (2)$$

$$SN(d_1) - K_e^{-rt}N(d_2) \quad (3)$$

$$d_1 = \frac{\ln\left(\frac{S}{K}\right) + \left(r + \frac{\sigma^2}{2}\right)t}{\sigma\sqrt{t}} \quad (4)$$

$$d_2 = d_1 - \sigma\sqrt{t} \quad (5)$$

Sendo:

S = valor do ativo subjacente sujeito a risco, que no caso de um projeto é dado pelo valor presente dos seus fluxos de caixa. O valor da opção de compra aumenta com o valor do ativo subjacente.

E = preço de exercício da opção (*Strike price*). É o investimento necessário para levar adiante o negócio. À medida que o preço de exercício aumenta (investimento requerido), o valor de uma opção de compra diminui.

t = prazo até o vencimento da opção. O valor da opção aumenta com o aumento do prazo de expiração da opção.



r = taxa de juros livre de risco correspondente à vida da opção. O valor da opção se eleva com o aumento da taxa de juros livre de riscos.

σ^2 = variância do logaritmo do valor do ativo subjacente. O valor da opção depende do valor do ativo subjacente estar acima do preço de exercício, sendo que a probabilidade disso ocorrer depende da volatilidade do ativo subjacente. Quanto maior a volatilidade maior o valor da opção de compra.

Na equação (2) $E x e^{-rt}$ é o valor presente do preço de exercício, e $N(d_1)$ e $N(d_2)$ são probabilidades, estimadas com o uso de uma distribuição normal acumulativamente. Damodaran (2014) ressalta que na precificação pelas opções com a possibilidade de atraso no desenvolvimento de um produto (opções reais) deve-se acrescentar uma sexta variável no modelo: a perda de receitas do projeto (opções reais) devido a atraso no lançamento do produto. Com a introdução da opção de atraso no desenvolvimento do produto, a avaliação de uma patente pela TOR, é dada por:

$$\text{Valor} = S x e^{-y \times t} x N(d_1) - E x e^{-r \times t} x N(d_2) \quad (6)$$

$$d_1 = \frac{\ln\left(\frac{S}{E}\right) + \left(r - y + \frac{\sigma^2}{2}\right) \times t}{\sqrt{\sigma^2 \times t}} \quad (7)$$

$$d_2 = d_1 - \sqrt{\sigma^2 \times t} \quad (8)$$

O custo de atraso é representado por $Y = n / t$, sendo n o número de anos de atraso no lançamento do produto.

3 Metodologia

A presente pesquisa constitui um estudo de caso e se caracteriza por ser descritiva, utilizando uma abordagem quantitativa para o tratamento dos dados (Yin, 2014). O objeto de estudo é um pedido de patente que foi desenvolvido no âmbito da UFMG, e depositado no Instituto Nacional de Propriedade Intelectual (INPI). A gestão do ativo é de responsabilidade da CTIT, que tem como missão atuar na gestão do conhecimento científico e tecnológico, exercendo, também, atividades relacionadas à disseminação da cultura de propriedade intelectual, e à comercialização das inovações geradas na IES.

3.1 Variáveis utilizadas no modelo FCD

A construção do fluxo de caixa derivado da exploração do pedido de patente levou em consideração os seguintes itens: Receitas Operacionais Líquidas; Custos e Despesas Operacionais e Administrativas; Depreciação e Amortização; Tributos Diretos; Despesas de Capital (CAPEX); Variação da Necessidade de Capital de Giro (NCG) e o Fluxo de Caixa Livre. Os preços de venda do produto foram cotados em dólar e convertidos pela taxa média de câmbio do ano inicial. Admitiu-se queda nominal dos preços em face da necessidade de conquista de fatias de mercado nacional. Aplicou-se se os reajustes de receitas em reais e de custos de acordo com inflação de 4% a.a. ao longo do ciclo do projeto, que está alinhada as expectativas de mercado para 2018 e 2019, expressas no Boletim Focus, emitido pelo Banco Central (BACEN), em 06/04/2018.



A apuração da taxa de desconto se deu a partir do conhecimento do custo de capital próprio, e para tal foi utilizado o CAPM que estabelece o retorno esperado de qualquer ativo em função da taxa livre de risco (r_f), da volatilidade do ativo representado pelo coeficiente beta (β), e pelo o prêmio de risco de mercado ($r_m - r_f$), na forma indicada na Figura 3.

Tendo em vista que a valoração se refere a uma patente e não a empresa em funcionamento com ações listadas em bolsa de valores, foi necessário adotar o método *bottom up* com o uso de retornos de ações de empresas de risco similar para a estimativa do beta. Ademais, como não se identificou empresas de risco similar no país, a solução foi adequar o risco sistemático a partir do beta desalavancado referente ao setor de química básica dos países emergentes, disponível no site de Damodaran (www.damodaran.edu). Essa forma de apuração, com o emprego do método *bottom up* e dados de outros países, é justificada por autores consagrados como o próprio Damodaran (2014) e Copeland, Koller e Murrin (2013). Conhecido o beta desalavancado, foi necessário realavancá-lo, nos casos de uso de dívida como uma das fontes de financiamento do projeto, utilizando para tal fim a fórmula de Hamada (1971).

Quanto ao ativo livre de risco, foi selecionado o título soberano brasileiro Nota do Tesouro Nacional série B (NTN-B Principal), indexada pelo IPCA. A rentabilidade real do título de 10 anos, cotado em 14/04/2018, era de 5,07% a.a. No que tange ao prêmio de risco, adotou-se uma taxa de 5% a.a, com adição de um prêmio de liquidez de 1%.

O custo da dívida foi obtido com dados de uma linha especial de crédito destinada aos setores de inovação tecnológica ofertada pelo Banco de Desenvolvimento de Minas Gerais (BDMG). Para verificar a sensibilidade do projeto ao uso de dívida, foram simuladas diferentes estruturas de capital.

3.2 Variáveis empregadas na TOR

Para estimar o valor da opção real pelo modelo de Black e Scholes foram empregadas, além da referida taxa livre de risco, as seguintes variáveis: preço corrente do ativo subjacente (S) = valor presente obtido nas simulações do modelo FCD. Preço de exercício da opção (K) = valor do investimento requerido, que é a soma do CAPEX e da necessidade do capital de giro. Prazo para exercício ($t = 10$), que corresponde o período da licença concedida pela UFMG. Custo de atraso no funcionamento da empresa ($y = n/t$). Volatilidade do preço do ativo subjacente, medida pela variância de valor de patrimônio do setor de química básica ($\sigma^2 = 0,1186$). Este valor foi extraído do “Equity Standard Deviation Emerging Countries” apresentado no site de Damodaran (<http://pages.stern.nyu.edu/~adamodar/>).

4 Análise dos resultados

Empregando-se o beta desalavancado de 0,91, levantado de acordo com os procedimentos metodológicos, e diferentes estruturas de capital, foram obtidos os betas alavancados associados à exploração da patente (Tabela 2). Nota-se que o maior uso de dívidas irá promover o aumento do beta, uma vez que quanto maior a alavancagem financeira, maior o risco para o investidor. No caso de ausência de dívida, o beta relevante é o desalavancado, e a taxa de desconto reflete apenas o custo do capital próprio.

Para o cálculo do WACC considerou-se além do custo de capital próprio, o custo de dívida tomando como base taxa informada pelo BDMG, cujo custo bruto é de 12% ao ano. Ponderando que o enquadramento tributário da empresa deve ser o de lucro real, haverá



dedução fiscal de 34% referente ao pagamento de juros. Assim sendo, a taxa líquida de juros empregada foi de 7,92% ao ano. Observa-se que custo do capital próprio variou 14,62% a 17,62% a.a, e este aumenta com o uso de maior alavancagem. Contudo, como a dívida é mais barata, consoante ao seu menor risco, e proporciona dedução fiscal, o WACC é reduzido com emprego mais intenso de capitais de terceiros (Tabela 2).

Tabela 2

Custo de oportunidade do capital

Participação Capital		Custo Capital		WACC (%)
Próprio (%)	Beta (β)	Próprio – re (%)	Terceiros - rd (%)	
100	0,91 ¹	14,62	N.A ³	N.A ³
70	1,17 ²	15,91	7,92	13,51
50	1,51 ²	17,62	7,92	12,77

Nota: ¹ Beta desalavancado. ² Beta alavancado. ³ Não se aplica.

.Fonte: Elaborada pelos autores.

O fluxo de caixa livre foi construído levando-se em consideração o tempo de vida útil da licença para a exploração do pedido da patente. Diante das informações da quantidade estabelecida para vendas e a capacidade de produção, foi possível mensurar a receita operacional de vendas. Quanto aos custos operacionais, chama-se atenção para o uso de aluguel de container nos dois primeiros anos na fase de validação da escala, substituído a partir daí por aluguel de um galpão onde será instalada a planta industrial. O investimento em Capex foi projetado para os três primeiros anos, nos seguintes montantes: R\$ 207.800,00, R\$ 1.448.000,00e R\$ 1.611.000,00. A depreciação foi aplicada de forma linear sobre os valores do Capex, e a necessidade de capital de giro foi estimada em 5% sobre projeção de receita líquida de vendas.

A Tabela 3 detalha o fluxo de caixa livre projetado para os investidores ao longo de dez anos. Na primeira fase, três primeiros anos de funcionamento, a empresa apresenta fluxo de caixa acumulado negativo conforme seria de se esperar, pois é um período caracterizado pela construção da planta industrial e desenvolvimento do mercado. Esta situação é revertida no quarto ano, tornando-se positivo a partir daí. A margem bruta é elevada, pois é proporcionada por uma empresa de base tecnológica que se caracteriza pelo alto valor agregado no processo produtivo. A empresa pelo seu porte apresenta uma ótima geração de caixa, e a margem EBTIDA (EBTIDA/ Receita Líquida) da empresa em pleno funcionamento é de cerca de 80%.



Tabela 3 – Fluxo de caixa livre

Descrição	Fluxo de Caixa livre para investidores									
	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027
Receita Bruta	129.538,79	747.946,59	3.904.838,43	12.004.027,79	14.127.619,82	13.427.517,03	12.750.176,89	12.118.334,12	11.507.034,64	10.937.057,05
(-) Deduções	-27.526,99	-158.938,65	-829.778,17	-2.550.855,90	-3.002.119,21	-2.853.347,37	-2.709.412,59	-2.575.146,00	-2.445.244,86	-2.324.124,62
Receita Líquida	102.011,80	589.007,94	3.075.060,26	9.453.171,88	11.125.500,61	10.574.169,66	10.040.764,30	9.543.188,12	9.061.789,78	8.612.932,42
(-) CPV	-203.466,68	-120.624,39	-162.190,14	-455.164,62	-556.763,71	-556.673,11	-556.562,39	-556.478,66	-556.335,36	-556.680,45
Resultado Bruto	-101.454,87	468.383,55	2.912.870,12	8.998.007,26	10.568.736,90	10.017.496,55	9.484.201,91	8.986.709,47	8.505.254,43	8.056.251,98
Margem Bruta	99,5%	79,5%	94,7%	95,2%	95,0%	94,7%	94,5%	94,2%	93,9%	93,5%
(-) Despesas Operacionais	-506.906,00	-783.641,04	-926.044,29	-1.102.794,17	-1.146.905,94	-1.192.782,17	-1.238.215,89	-1.285.375,84	-1.336.790,88	-1.390.262,51
Aluguel container	9.600,00	4.992,00	-	-	-	-	-	-	-	-
Aluguel galpão	-	31.200,00	64.896,00	67.491,84	70.191,51	72.999,17	75.919,14	78.955,91	82.114,14	85.398,71
Pessoal (incluindo encargos)	336.000,00	455.884,00	645.390,72	812.939,21	845.456,78	879.275,05	914.446,05	951.023,90	989.064,85	1.028.627,45
Serviços de terceiros	9.000,00	35.256,00	73.332,48	76.265,78	79.316,41	82.489,07	85.788,63	89.220,17	92.788,98	96.500,54
Despesas comerciais	77.600,00	95.888,00	84.581,12	85.939,61	89.377,19	92.952,28	94.392,80	95.799,83	99.631,83	103.617,10
Despesas administrativas	59.600,00	39.655,20	57.843,97	60.157,73	62.564,04	65.066,60	67.669,26	70.376,03	73.191,07	76.118,72
Licenças e taxas	15.106,00	120.765,84	-	-	-	-	-	-	-	-
(-) Despesas com Royalties	-4.080,47	-23.560,32	-123.002,41	-378.126,88	-445.020,02	-422.966,79	-401.630,57	-381.727,52	-362.471,59	-344.517,30
EBITDA	-612.441,35	-338.817,81	1.863.823,42	7.517.086,22	8.976.810,94	8.401.747,59	7.844.355,46	7.319.606,10	6.805.991,96	6.321.472,17
Margem EBITDA	-600,4%	-57,5%	60,6%	79,5%	80,7%	79,5%	78,1%	76,7%	75,1%	73,4%
(-) Depreciação	-20.780,00	-165.580,00	-326.680,00	-326.680,00	-326.680,00	-326.680,00	-326.680,00	-326.680,00	-326.680,00	-326.680,00
EBIT (Resultado operacional)	-633.221,35	-504.397,81	1.537.143,42	7.190.406,22	8.650.130,94	8.075.067,59	7.517.675,46	6.992.926,10	6.479.311,96	5.994.792,17
(-) Tributos sobre lucro (IRPJ e CSLL)	-	000,00	-61.485,74	-1.768.261,98	-2.941.044,52	-2.745.522,98	-2.556.009,66	-2.377.594,87	-2.202.966,07	-2.038.229,34
NOPLAT	-633.221,35	-504.397,81	1.475.657,69	5.422.144,24	5.709.086,42	5.329.544,61	4.961.665,80	4.615.331,22	4.276.345,89	3.956.562,83
(+) Depreciação	20.780,00	165.580,00	326.680,00	326.680,00	326.680,00	326.680,00	326.680,00	326.680,00	326.680,00	326.680,00
(-) CAPEX	-207.800,00	-1.448.000,00	-1.611.000,00	-	-	-	-	-	-	-
(-) Δ Necessidade Capital de Giro	-5.100,59	-24.349,81	-124.302,62	-318.905,38	-83.616,44	27.566,55	26.670,27	24.878,81	24.069,92	22.442,87
Fluxo de Caixa livre para empresa	-825.341,94	-1.811.167,62	67.835,07	5.429.918,66	5.952.149,99	5.683.791,16	5.315.016,07	4.966.890,03	4.627.095,81	4.305.685,70

Fonte: CTIT/UFGM e estimativas dos autores.



Os fluxos livres de caixa foram trazidos a valor presente aplicando-se o custo de oportunidade do capital, que é afetado pelo risco sistemático da indústria e responde às diferentes estruturas de financiamento. Assim, o valor da licença referido ao pedido da patente reflete essas opções de estratégia corporativa conforme apresentado pela (Tabela 4).

Tabela 4**Valor da licença do pedido de patente segundo diferentes estruturas de capital**

Fonte de Financiamento	Valor Presente	Valor Presente Líquido
Capital Próprio	(R\$)	(R\$)
100%	15.577.379	14.752.037
50%	16.477.939	15.652.597
30%	17.114.165	16.288.823

Fonte: Estimativas dos autores.

A primeira simulação retrata o financiamento do projeto apenas com recursos dos investidores. Com uma estrutura de capital sem a presença de dívida, o valor da licença do pedido de patente (VPL) foi estimado em R\$ 14,7 milhões. O resultado foi obtido trazendo-se os fluxos futuros de caixa livres (FCL) (2019 a 2027) a valor presente, com uma taxa de desconto de 14,62%, que foi adicionado ao FCL (negativo) observado em 2018 (ano base). A segunda simulação contemplou a estrutura de capital composta igualmente por capital próprio e de terceiros (WACC = 12,77%). O valor encontrado (R\$ 15,6 milhões) é superior em 6% aquele apontado na simulação 1. Há um aumento do risco inerente ao uso do capital próprio pela alavancagem, mas este é mais do que compensado pelo menor custo da dívida e pelos incentivos fiscais no uso do capital de terceiros. A terceira simulação retrata uma forte alavancagem (WACC = 12,77% a.a), resultando em um VPL de R\$ 16,3 milhões.

Percebe-se, em linha com o referencial teórico, claramente o efeito da alavancagem financeira no valor do ativo, sendo que a estrutura com maior percentual de dívidas é a que proporciona valor mais elevado aos investidores. Entretanto, é importante salientar que, apesar do valor ser maior com o uso de capital de terceiros, os resultados alcançados nas diferentes simulações de estrutura de capital não foram muito discrepantes. Esta pequena sensibilidade reflete o risco do negócio e permite uma breve reflexão sobre o financiamento de empresas nascentes no setor de tecnologia. O projeto tem de ser robusto o suficiente para gerar as receitas necessárias para recompensar o capital investido, sendo de pouca valia recorrer ao capital de terceiros, pois a precificação correta resultará em um custo de oportunidade de capital igualmente elevado, em face dos riscos assumidos em linha com o estudo de Modigliani e Miller (1958).

Como o projeto ensejou a situação muito “in the money”, não seria necessário empregar a TOR, o que foi feito apenas para mostrar que a licença do pedido da patente tem valor mesmo admitindo-se que após a aquisição concedida pela IES o investidor decida atrasar a implantação do projeto. Se, por exemplo, ocorresse um atraso de dois anos, com a perda consequente desses fluxos anuais de caixa, o projeto não destruiria valor sendo este estimado em cerca de R\$ 1,2 milhão.

5 Considerações finais

O objetivo deste artigo foi apresentar o valor de um ativo caracterizado pelo pedido de patente que engloba a síntese de óxido de grafeno (nano material). A licença a ser concedida aos investidores para a exploração comercial contempla uma tecnologia disruptiva, caracterizada



por um produto inovador com um grande potencial de uso na indústria e na prestação de serviços.

Os métodos contemplados para valoração do ativo foram o modelo de FCD e a TOR, e ambos instrumentais incorporam na análise medidas de risco, expressas pela volatilidade do ativo. No FCD, adotou-se o conceito de risco sistemático, consoante o uso do CAPM para mensurar o custo de capital próprio. Na TOR empregou-se um conceito distinto de risco, sendo o mesmo refletido pelo risco total, que é expresso pelo desvio padrão dos retornos.

Os resultados foram bastante robustos e conferiram valor significativo para ao ativo. O VPL situou-se em média em cerca de R\$ 15,5 milhões que é uma cifra representativa, haja vista o relativamente baixo volume de investimento necessário (capital fixo e de giro), da ordem de R\$ 3,2 milhões (em valores correntes, dispendidos nos três primeiros anos de implantação do projeto).

Evidenciou-se que uso de capital de terceiros cria mais valor aos investidores devido ao menor custo da dívida propiciado pelo benefício fiscal. Entretanto, a diferença na geração de valor possibilitada pelo uso de capital de terceiros não foi de grande expressão, e isto se explica pelo elevado risco sistemático de um setor de tecnologia, que foi captado no modelo de FCD pelo beta alavancado.

A precificação se mostrou muito “*in the money*”, mas ainda assim optou-se por empregar a TOR para avaliar o projeto sob a ótica da flexibilidade, que permite analisar o efeito de um possível atraso na realização do investimento. Verificou-se que mesmo que fossem perdidos dois anos de fluxo de caixa de um total de dez anos, a opção de compra da licença de uso da tecnologia não destruirá valor dos investidores.

Referências

- Adriano, E., & Antunes, M. P. (2017). Proposta para Mensuração de Patentes. *Revista de Administração Contemporânea*, 21(1), 125-141.
- Amaral, H. F., Iquiapaza, R. A., Correia, L. F., Amaral, G. d., & Vieira, M. V. (2014). Avaliação de ativos intangíveis: modelos alternativos para determinação do valor de patentes. *Revista de Gestão, Finanças e Contabilidade*, 4(1), 123-143.
- Aveni, A., & Carvalho, S. M. (2017). Avaliação de patentes e inovação: métodos e problemas. *Cadernos de Prospecção*, 10(4), 639-649.
- Black, F., & Scholes, M. (1973). The Pricing of Options and Corporate Liabilities. *Journal of Political Economy*, 81(3), 637-654.
- Borelli, E. (2015). Nanotecnologia: Inovação e Sustentabilidade. IV SINGEP, pp. 1-13. Disponível em: <https://singep.org.br/4singep/resultado/264.pdf>
- Chodos, A. S. (2009). Discovery of Graphene. *APS Physics*, 18(9). Disponível em: <http://www.aps.org/publications/apsnews/200910/physicshistory.cfm>
- Copeland, T., & Antikarov, V. (2002). *Opções reais, um guia prático*. São Paulo: Campus.
- Copeland, T., Koller, T., & Murrin, J. (2013). *Avaliação de empresas Valuation calculando e gerenciando o valor das empresas*. São Paulo: Pearson.
- Cox, J. C., Ross, S., & Rubinstein, M. E. (1979). Option pricing: a simplified approach. *Journal of Financial Economics*, 7, 229-263.
- Da, Z., Guo, R., & Jagannathan, R. (2012). CAPM for estimating the cost of equity capital: interpreting the empirical evidence. *Journal of Financial Economics* 103(1), 204-220.



- Damodaran, A. (2014). *Avaliação de Investimentos*. Rio de Janeiro: Qualitymark.
- Davila, T., Epstein, M. J., & Shelton, R. (2007). *As regras da Inovação: Como gerenciar, como medir e como lucrar*. Porto Alegre: Bookman.
- Fama, E., & French, K. R. (2004). The capital asset pricing model: theory and evidence *Journal of Economic Perspective* 18 (3), 25-46.
- Fama, E., & Stern, J. M. (2016). A look back at modern finance: accomplishments and limitations. *Journal of Applied Corporate Finance* 18(4), 10-16.
- Fernandez, P. (2014). *CAPM: an absurd model*, IESE Business School, University of Navarra, Madrid, pp.1-17: https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=2505597.
- Fundação do Desenvolvimento da Pesquisa. (2016). *Codemig, CDTN e UFMG são parceiros para criação da 1ª planta piloto do Brasil para produção de grafeno*. Fonte: Site da Fundep: <http://www.fundep.ufmg.br>.
- Geim, A. K., & Kim, P. (2008). Carbon Wonderland. *Scientific American*, 298(4), 90-97.
- Instituto Nacional de Propriedade Industrial. (2017). *Boletim Mensal de Propriedade Industrial*. Rio de Janeiro. Novembro, 2(11), 1-21.
- Hamada, R. S. (1971). The effect of the firm's capital structure on the systematic risk of common stocks. *Annual Meeting of the American Finance Association*, New Orleans, Louisiana, pp. 435-452: <http://www.jstor.org>.
- Instituto Nacional de Propriedade Industrial & Confederação Nacional da Indústria. (2010). *Inovação e Propriedade Intelectual*. Brasília.
- Kislíngrová, E. (2000). Using of the economic value added model for valuation of a company. Prague University of Economics. *Biatec, Ročník*, 8(1), 38-39. http://www.nbs.sk/_img/Documents/BIATEC/kislan.pdf
- Lintner, J. (1965). Security prices, risk and maximal gains from diversification. *Journal of Finance* 20, 587-616.
- Loural, C. A. (2014). Um panorama de novas tecnologias e seus impactos na industria. Campinas, São Paulo, Brasil. Disponível em: https://www3.eco.unicamp.br/neit/images/stories/arquivos/Novas_tecnologias_e_seu_impacto_na_industria_-_v140626.pdf
- McCraw, T. K. (2007). *Prophet of innovation: Joseph Schumpeter and creative destruction*. Cambridge - MA, USA: Harvard University Press.
- Marion, B., & Hasan, N. (2016). Grafeno: Inovações, aplicações e sua comercialização. *Interfaces científicas, exatas e tecnológicas*, 2(1), 29-40.
- Miller, M. H. (1988). The Modigliani-Miller propositions after thirty years. *Journal of Economic Perspectives* 2(4), 99-120.
- Miranda, D. P., Santos, F. S., Lima, R. R., Neto, A. T., & Russo, S. L. (2017). Propriedade Intelectual no Brasil: Evolução e impactos dos núcleos de inovação tecnológica. *Symposium on Technological Innovation*, 8(1), 370-379.
- Moreira, R. A., Locatelli, R. L., & Afonso, T. (2015). Avaliação e Gestão Econômico-Financeira de Projetos: Um estudo de caso aplicado ao setor metalúrgico. *Revista de Gestão de Projetos*, 6(3), 28-43.
- Porter, M. E. (1992). *Vantagem Competitiva criando e sustentando um desempenho superior*. Rio de Janeiro: Campus.
- Póvoa, A. (2012). *Valuation: como precificar ações*. Rio de Janeiro: Elsevier.
- Rapini, M. S., Silva, L. A., & Albuquerque, E. M. (2017). *Economia da Ciência, Tecnologia e Inovação Fundamentos teóricos e a economia global*. Curitiba: Prismas.
- Reis, D. A., & Gomes, I. M. (2017). Capital Humano, Intensidade da Inovação e crescimento econômico no Brasil. *8th International Symposium on Technological Innovation*, pp. 44-55.



- Sharpe, W. F. (1964) Capital asset prices: a theory of market equilibrium under conditions of risk. *The Journal of Finance*, 19(3), 425-442.
- Terra, J. C. (2012). *10 Dimensões da gestão da inovação uma abordagem para a transformação organizacional*. Rio de Janeiro: Elsevier.
- Tidd, J., & Bessant, J. (2015). *Gestão da Inovação*. Porto Alegre: Bookman.
- The Organization for Economic Co-operation and Development. (2005). *Manual de Oslo*. FINEP.
- Vieira, J. E., & Vilar, E. O. (2016). Grafeno: Uma revisão sobre propriedades, mecanismos de produção e potenciais aplicações em sistemas energéticos. *Revista Eletrônica de Materiais e Processos*, 11(2), 54-57.
- Yin, R. K. (2014). *Estudo de caso: Planejamento e Métodos*. Porto Alegre: Bookman.