

Opções Reais como ferramenta de inovação para os Trabalhos de Auditoria Interna de TI

Real Options as an Innovation tool for Internal IT Audit Works

DOI:10.34117/bjdv6n12-637

Recebimento dos originais: 23/11/2020

Aceitação para publicação: 23/12/2020

Carlos Roberto Gonçalves Selva

Mestrando em Computação Aplicada

Instituição: Universidade de Brasília

Endereço: ICC Centro - Módulo 14, Subsolo CSS-361 - Campus Darcy Ribeiro. Brasília - DF

E-mail: carlos.selva@gmail.com

Joao Carlos Félix Souza

Pós-Doutorado em Métodos e Modelos Matemáticos, Econométricos e Estatísticos

Instituição: Universidade de Brasília

Endereço: ICC Centro - Módulo 14, Subsolo CSS-361 - Campus Darcy Ribeiro. Brasília - DF

E-mail: jocafs@unb.br

Ari Melo Mariano

Pós-Doutorado em Metodologia Científica e Métodos Quantitativos

Instituição: Universidade de Brasília

Endereço: ICC Centro - Módulo 14, Subsolo CSS-361 - Campus Darcy Ribeiro. Brasília - DF

E-mail: arimariano@unb.br

Ricardo Matos Chaim

Doutor em Ciência da Informação

Instituição: Universidade de Brasília

Endereço: Faculdade UnB Gama – FGA - Área Especial de Indústria Projeção A. Gama - DF

E-mail: ricardoc@unb.br

João Gabriel de Moraes Souza

Doutor em Finanças

Instituição: Universidade de Brasília

Endereço: Faculdade de Ciências Econômicas, Administração e Contabilidade - Campus Darcy

Ribeiro,

Brasília - DF

E-mail: joaogabrielsouza@yahoo.com.br

Allan Timo Gomes

Mestrando em Computação Aplicada

Instituição: Universidade de Brasília

Endereço: ICC Centro - Módulo 14, Subsolo CSS-361 - Campus Darcy Ribeiro. Brasília - DF

E-mail: allantimo@gmail.com

João Paulo Vieira Costa

Mestrando em Computação Aplicada

Instituição: Universidade de Brasília

Endereço: ICC Centro - Módulo 14, Subsolo CSS-361 - Campus Darcy Ribeiro. Brasília - DF

E-mail: jpcosta1990@gmail.com

Nelson Rodrigues de Albuquerque

Doutor em Engenharia Elétrica

Instituição: Universidade de Brasília

Endereço: ICC Centro - Módulo 14, Subsolo CSS-361 - Campus Darcy Ribeiro. Brasília - DF

E-mail: nr.albuquerque@hotmail.com

RESUMO

O estudo propõe uma abordagem direcionada à Teoria das Opções Reais aplicada em trabalhos de Auditoria Interna de TI de uma instituição financeira, visando resolver o problema de como melhorar a rentabilidade dos trabalhos de auditoria de TI. Este estudo é classificado como pesquisa aplicada, enquadrada como do tipo exploratória, com abordagem qualitativa, utilizando a Teoria do Enfoque Meta Analítico Consolidado para emoldurar artigos relevantes relacionados ao tema. O objetivo do estudo é analisar a aplicabilidade da Teoria das Opções Reais na Auditoria Interna de TI, com intuito de otimizar ganhos operacionais. O resultado do artigo demonstra o cenário estudado; a modelagem da aplicação da teoria das opções reais e um modelo sintetizado para aplicação da TOR em trabalhos de auditoria interna de TI. A proposta de modelo foi validada com os especialistas que atuam na auditoria, com intuito de coletar os feedbacks para o seu aperfeiçoamento. Por fim, foram propostas ações a serem implementadas, como a aplicação do modelo em demais projetos da instituição financeira. Pretende-se que os resultados sejam úteis para adequação e atualização da gestão de trabalhos de auditoria nas organizações.

Palavras-chave: Auditoria, Teoria das Opções Reais, Inovação.

ABSTRACT

The study proposes an approach directed to the Theory of Real Options applied in IT Internal Audit work of a financial institution, aiming to solve the problem of how to improve the profitability of IT audit works. This study is classified as applied research, classified as an exploratory type, with a qualitative approach, using the Theory of the Approach Consolidated Analytical to frame relevant articles related to the theme. The objective of the study is to analyze the applicability of the Theory of Real Option in IT Internal Audit, in order to optimize operational gains. The result of the article demonstrates the scenario studied; the modeling of the application of real options theory and a synthesized model for application of TOR in internal IT audit work. The model proposal was validated with the specialists who work in the audit, in order to collect the feedback for its improvement. Finally, actions were proposed to be implemented, such as the application of the model in other projects of the financial institution. It is intended that the results are useful for adequacy and updating the management of audit work in organizations.

Keywords: Audit, Theory of Real Options, Innovation.

1 INTRODUÇÃO

Hoje em dia, qualquer organização pode estar sujeita a fenômenos como globalização, inovação tecnológica e desregulamentação. O cenário empresarial atual é altamente competitivo e incerto, e algumas instituições podem estar se transformando drasticamente, com novas formas emergentes de relacionamento com clientes, fornecedores, colaboradores e novos competidores, antes inimagináveis. Cada vez mais, é vital gerenciar empresas de uma maneira flexível e rever constantemente estratégias e planos antes concebidos. A adaptação rápida e mesmo a antecipação às mudanças do ambiente empresarial são imprescindíveis para a sobrevivência da empresa em longo prazo.

As tomadas de decisões realizadas muitas vezes pelos comitês de executivos influenciam o futuro da empresa. Infelizmente, as técnicas quantitativas utilizadas pelas empresas, sendo a principal delas o fluxo de caixa descontado ou o método do valor presente líquido (VPL), nem sempre conduzem à melhor solução estratégica. Os executivos estão sujeitos a tomar decisões erradas baseando-se tanto em análises quantitativas quanto unicamente em sua intuição.

A Teoria das Opções Reais (TOR), quando aplicada, integra estratégia e finanças, pois considera, analiticamente, as flexibilidades gerenciais e as opções de crescimento, que são o cerne da estratégia empresarial. As instituições financeiras, segundo sua filosofia corporativa, busca ser um banco de mercado, competitivo e rentável em cada uma de suas ações junto à sociedade. Seu valor considera simultaneamente o todo e a parte em cada uma de suas ações para dimensionar riscos, gerar resultados e criar valor.

A Auditoria Interna realiza trabalhos de auditoria (projetos) com foco em riscos, avaliando as ações de gerenciamento de riscos e a adequação dos controles internos a partir da verificação de sua qualidade, suficiência e comprimento. Os Trabalhos de Auditoria Interna apresentam atividades complexas, envolvendo inúmeros fatores que são imprevisíveis e de difícil controle, como inovações tecnológicas e mudanças constantes nos requisitos e direcionadores estratégicos.

A proposta da pesquisa visa analisar as melhores e mais estratégicas práticas de mensurar projetos, aplicado no âmbito da auditoria interna, utilizando metodologias que agregam maior valor aos resultados para as partes interessadas (stakeholders). Assim sendo, foi observada a indagação para simplificar essa exploração: As teorias das opções reais podem tornar os trabalhos de Auditoria de TI mais rentáveis?

Este estudo se justifica pelo cenário do atual ambiente econômico, pois requer, além de capacidade de adaptação e flexibilidade por parte dos entes envolvidos, a aquisição de diferenciais que

incorram em vantagens de negócio, de forma a auferir ganho de escala e produtividade, eficiência nos processos e lucros extraordinários.

Os métodos tradicionais de avaliação econômica de projetos ignoram o valor associado à flexibilidade de se adiar as decisões sobre a implementação de um projeto. Para que se obtenha uma avaliação apropriada do valor das suas oportunidades, deve-se utilizar a teoria do investimento sob incerteza, conhecida por Teoria das Opções Reais (DAMODARAN, 2009).

Num processo de auditoria interna, o recurso ocorre em menor escala e as avaliações de auditoria são obtidas essencialmente em suporte físico. Neste sentido, os procedimentos do gerenciamento de projetos assentam na sua maioria em testes de detalhes, com um nível de verificação e avaliação alimentado de procedimentos, prazos e recursos.

Grandes empresas do ramo financeiro estão ajustando seus esforços e projetos de forma rápida com enfoque no resultado. Contudo, faz-se necessário pesquisar sobre como mensurar os projetos, trabalhos de auditoria interna, de forma ágil e alinhada ao crescimento, objetivos estratégicos, reestruturação e modificação da organização. O trabalho tem como enfoque analisar a aplicabilidade da Teoria das Opções Reais nos Trabalhos de Auditoria Interna de TI.

Pretende-se que os resultados da pesquisa, sejam úteis para adequação e atualização dos modelos de gerenciamentos de projetos e das metodologias dos trabalhos de auditoria interna das instituições financeiras, no sentido de representar coerentemente a realidade e as especificidades da organização.

2 REVISÃO DA LITERATURA

2.1 AUDITORIA

De forma bastante simples, pode-se definir auditoria como o levantamento, estudo e avaliação sistemática das transações, procedimentos, operações, rotinas e das demonstrações financeiras de uma entidade. (CREPALDI, 2002).

A norma ISO 19011:2012 é aplicada ao processo de auditoria, e visa definir a forma de condução de uma auditoria. Dentre os principais tópicos desta norma, podem-se citar os seguintes:

- a) Termos e definições: apresenta a definição de termos utilizados nas normas ISO9001 e ISO19011;
- b) Princípios de Auditoria: fornece informações para que a auditoria possa ser confiável, para que os auditores trabalhem de forma independente e que as conclusões da auditoria sejam semelhantes, em circunstâncias semelhantes;
- c) Programa de auditoria: É o estabelecimento do fluxo de processo para a gestão da auditoria, de objetivos de um programa de auditoria, da implementação, do monitoramento da auditoria e da análise crítica do programa;

- d) Execução da auditoria: Descreve as etapas necessárias para realizar-se a auditoria, desde reunião de abertura, coleta de evidências e apresentação de conclusões da auditoria;
- e) Competências e avaliações de auditores: Apresenta como um auditor deverá ser selecionado e avaliado;

Esta norma é uma diretriz de como um processo de auditoria deve ser estabelecido e conduzido, por auditores devidamente selecionados e preparados. Também faz parte desta norma a determinação de competência necessária e a avaliação dos auditores.

2.2 AUDITORIA INTERNA

A auditoria interna é uma atividade independente e objetiva que presta serviços de avaliação e de consultoria com o objetivo de adicionar valor e melhorar as operações de uma organização. A auditoria auxilia a organização a alcançar seus objetivos através de uma abordagem sistemática e disciplinada para a avaliação e melhoria da eficácia dos processos de gerenciamento de risco, controle e governança corporativa. (IIA, 2012)

Posto isso, a atividade de grande importância para a administração de uma empresa é definida por Attie (1984), onde confirma que a auditoria interna é uma função independente de avaliação, criada dentro da empresa para examinar e avaliar suas atividades, como um serviço a essa mesma organização. A proposta da auditoria interna é auxiliar os membros da administração a desincumbirem-se eficazmente de suas responsabilidades. Para tanto, a auditoria interna lhes fornece análise, avaliações, recomendações, assessoria e informações relativas às atividades examinadas.

2.3 GERENCIAMENTO DE PROJETOS

O gerenciamento do projeto inclui os processos de planejamento, identificação, análise, planejamento de respostas e controle de riscos de um projeto. Os objetivos do gerenciamento dos riscos do projeto são aumentar a probabilidade e o impacto dos eventos positivos e reduzir a probabilidade e o impacto dos eventos negativos no projeto (PMBOK, 2013).

2.4 GESTÃO DE RISCOS

A gestão de riscos traduz um processo contínuo conduzido pela alta administração, diretoria e demais empregados, aplicado no estabelecimento de estratégias, formuladas para identificar em toda a organização eventos em potencial capazes de afetá-la, e administrar os riscos de modo a mantê-los compatíveis com o apetite a risco da instituição e possibilitar garantia razoável do cumprimento dos

seus objetivos (COSO, 2004). Souza et al. (2018) afirma que o gerenciamento de riscos se tornou uma função central para os bancos, fundos e seguradoras.

2.5 VALOR PRESENTE LÍQUIDO

Brealey e Myers (1992) definem o VPL como o acréscimo de recursos resultantes do investimento em ativos reais. O VPL é o Valor Presente (negativo, em caso de investimento) mais qualquer Fluxo de Caixa (FC) descontado ao custo de oportunidade do capital. Segundo os autores, os fluxos de caixa são descontados por duas simples razões: a primeira, porque um dólar disponível hoje vale mais do que um dólar disponível amanhã, e, a segunda, porque um dólar com risco vale menos do que um dólar sem risco. As fórmulas de Valor Presente (VP) e Valor Presente Líquido (VPL) são expressões numéricas que quantificam estas ideias.

Segundo Kasznar (2001), O VPL de um projeto específico corresponde à diferença entre o que ele vale e o quanto ele custa. Pode-se estimar o VPL de um projeto, contrapondo-se intertemporalmente as entradas com as saídas. Obtém-se um saldo de caixa que se traz para o valor atual, dada uma taxa discreta de retornos.

2.6 TEORIA DAS OPÇÕES REAIS

A teoria de Opções Reais é resultado dos desenvolvimentos nos estudos de Opções Financeiras. FINK (2001) afirma que é hora de “cair na real” sobre opções reais. Esta tão louvável alternativa ao método convencional de avaliação de investimento usando VPL está contagiando cada vez mais e mais altos executivos de finanças. De “degrau em degrau”, planejadores estratégicos de empresas se confessam admiradores desta teoria, e defendem que as avaliações de opções financeiras podem ser aplicadas a outras decisões de investimentos (FINK, 2001).

Com essa abordagem, o valor presente líquido de um projeto ($VPL_{expandido}$) passa a ser descrito pela soma entre o VPL tradicional e o valor presente das opções ($VALOR_{flexibilidade_gerencial}$), também chamado de prêmio da opção, de acordo com a equação abaixo:

$$VPL_{expandido} = VPL_{tradicional} + VALOR_{flexibilidade_gerencial} \quad (1)$$

As opções reais permitem valorar a flexibilidade para reagir a eventos incertos. Dessa forma, a possibilidade de rever a estratégia inicial e alterar o plano de investimentos de acordo com as novas condições econômicas traz um ganho gerencial não previsto pelos métodos tradicionais.

De acordo com Souza & Souza (2020), os contratos de opções podem ser caracterizados pelo tipo de operações e, nesse caso, os tipos mais simples são: opções de compra (*call*) é uma opção para comprar um ativo especificado (ativo objeto) a um preço fixo; opção de venda (*put*) é uma opção para vender um ativo especificado (ativo objeto) a um preço fixo.

2.7 MODELO BLACK & SCHOLES

O modelo proposto por Fischer Black e Myron Scholes (1973), também conhecido como Modelo Black & Scholes tem grande aceitação e é muito utilizado para precificar e fazer *hedge* com opções. A hipótese primordial em um modelo de precificação diz respeito sobre a maneira como os preços se comportam ao longo do tempo. Neste caso, assumimos que a evolução do preço em um momento futuro, a partir do preço atual, segue uma distribuição lognormal. Desta forma, quando pensamos nos retornos de um trabalho de auditoria para um determinado período, implica dizer que eles serão normalmente distribuídos. Sabemos também que o retorno esperado pelos *stakeholders* varia conforme o risco, ou seja, quanto maior o risco, maior é o retorno e o resultado para a organização. Sendo que, quanto maior a taxa de juros livre de risco, maior deverá ser o retorno exigido. O risco de um trabalho de auditoria está ligado ao grau de incerteza acerca dos seus respectivos retornos – mais especificamente, o grau de risco. O indicador de risco é denominado “volatilidade”, este é representado pela letra grega “ σ ”.

A análise inicial feita por Black e Scholes, na criação do modelo, construiu-se um portfólio sem risco na opção, pois são influenciados pelos movimentos no processo de tomada de decisão. O retorno em uma posição sem risco, num cenário na qual não existem possibilidades de arbitragem, é a taxa de juro livre de risco. Tal fato permite que a opção seja precificada a partir do preço, conduzindo às fórmulas abaixo:

$$C = S_0 N(d_1) - X e^{-rT} N(d_2) \quad (2)$$

$$P = X e^{-rT} N(-d_2) - S_0 N(-d_1) \quad (3)$$

Onde:

$$d_1 = \frac{\ln(S_0/X) + (r + \sigma^2/2)T}{\sigma\sqrt{T}} \quad (4)$$

$$d_2 = \frac{\ln(S_0/X) + (r + \sigma^2/2)T}{\sigma\sqrt{T}} = d_1 - \sigma\sqrt{T} \quad (5)$$

S_0 = Preço

X = Preço de Exercício

r = Taxa de juro livre de risco

σ = Volatilidade

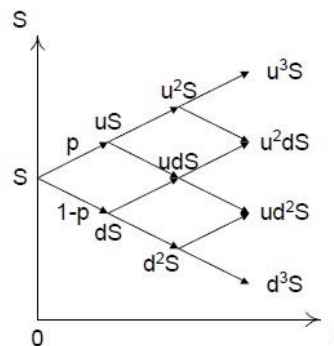
T = prazo até a data de expiração

$N(x)$ = Função de probabilidade cumulativa para uma variável padronizada normal

2.8 MODELO BINOMIAL

O modelo binomial é a forma mais simples e flexível para avaliar trabalhos de auditoria de TI por opções. O método é baseado na ideia de construir uma árvore ou malha binomial que pressupõe a ausência de arbitragem e que deve acompanhar as trajetórias do valor, conforme Figura 1.

Figura 1 – Árvore Binomial com três períodos



Fonte: Baidya e Castro (2001).

2.9 SIMULAÇÃO DE MONTE CARLO

A Simulação de Monte Carlo é um método estocástico utilizado na avaliação de fenômenos que apresentam um comportamento probabilístico. A partir dele, pode-se simular, por repetidas vezes, uma grande quantidade de situações-resultado possíveis, por meio de um mecanismo gerador de valores aleatórios para a variável de interesse (DUTRA, 2006).

Abreu (2002) explica que um procedimento numérico para aproximar o movimento do preço de um ativo é a Simulação de Monte Carlo. Aplicável para derivativos do tipo europeu (com exercício apenas no final do período) fazemos "N" simulações da evolução do preço do ativo em um mundo "neutro ao risco". Calculamos o valor do derivativo para cada simulação. Fazemos a média aritmética destes "N" resultados e descontamos ao valor presente pela taxa livre de risco "Rf".

2.10 ÁRVORE DE DECISÃO

A árvore de decisão representa um processo de tomada de decisões sequenciais em que a condição de otimalidade de uma decisão atual depende de um conjunto de acontecimentos futuros. Segundo Copeland & Antikarov (2001), “a árvore de decisões mostra os retornos das decisões ótimas, condicionadas às situações que se apresentam. Portanto, seus retornos são os que resultariam da opção, ou opções, que estamos tentando valorar”.

De acordo com Monteiro (2003), a utilização deste método é de suma importância quando se trata de questões financeiras. Isso porque ele busca associar a incerteza e a flexibilidade gerencial a um modelo teórico, estruturando o problema de decisão a partir da representação de todas as alternativas de ações gerenciais cabíveis, por ordem de probabilidade de ocorrência. Assim, permite o analista econômico visualizar as alternativas existentes e otimizar o resultado esperado de um projeto que apresenta incertezas.

3 MÉTODO DA PESQUISA

Este estudo é do tipo exploratório, com abordagem qualitativa e quantitativa, utilizando a Teoria do Enfoque Meta Analítico Consolidado – TEMAC, de Mariano e Rocha (2017), que está dividida em três passos: (i) Preparação da pesquisa, (ii) Apresentação e inter-relação dos dados e (iii) Detalhamento, modelo integrador e validação por evidências.

A preparação da pesquisa consiste em estabelecer os parâmetros da busca. Foi utilizada a base de dados *Web of Science-WOS*, por representar uma base sólida e internacional da ciência com a finalidade de integrar não apenas os melhores resultados, como também os mais valiosos. Outro motivo é que esta base de dados selecionada compreende uma grande quantidade de documentos registrados (ADRIAANSE & RENSLEIGH, 2013).

A pesquisa na base de dados *Web of Science™* foi realizada entre os dias 16/06/2020 e 20/06/2020, com o filtro de resultados com as palavras-chave “*Real Options*”; “*project*” e “*risk*” entre os anos de 2000 e 2020, onde obteve-se 714 resultados. Ademais, foi realizado um filtro com as áreas de conhecimento “*Bussines Finance*”, “*Computer Science Theory Methods*” e “*Computer Science Interdisciplinary Application*” sobre as observações, dos quais foram encontrados 227 resultados e por fim, um tratamento final restringindo os 3 últimos anos e obtendo 98 observações com mais citações, estes foram exportados em formato de texto sem formatação para a utilização posterior.

A extração dos dados foi realizada na própria plataforma do *Web of Science*, através do portal periódicos da Capes/MEC utilizando o acesso remoto CAF-e (Comunidade Acadêmica Federada)

disponível para a instituição UnB (Universidade de Brasília). A apresentação e inter-relação dos dados e o detalhamento, modelo integrador e validação por evidências foram realizados por meio de mapeamento científico com o *Software VosViewer*.

Segundo Zupic e Cater (2014), uma das tarefas essenciais para o avanço numa determinada linha de pesquisa é sintetizar os achados de pesquisas passadas. O mapeamento científico é um dos diversos métodos utilizados para realizar esta tarefa, sendo uma abordagem quantitativa dos métodos de pesquisa bibliométrica, utilizando os métodos de bibliometria visando investigar e analisar a literatura científica e suas relações.

As análises realizadas via mapeamento se fundamentam nos conceitos de *Citation*, *Co-citation*, *bibliographic coupling*, *co-authorship* e *Title Field*. *Citation* é o método que estima a influência de autores, documentos e revistas pelo número de citações, enquanto o método de *Co-citation* conecta diferentes autores, documentos e revistas baseado nas aparições em conjunto na lista de referência obtida através das bases de dados. O método de *Bibliographic Coupling* conecta autores, documentos e revistas baseado no número de referências que compartilham, enquanto *co-authorship* conecta autores que são coautores de um ou mais artigos. Por fim, o método de *Title Field* analisa as palavras mais recorrentes nos títulos dos artigos analisados.

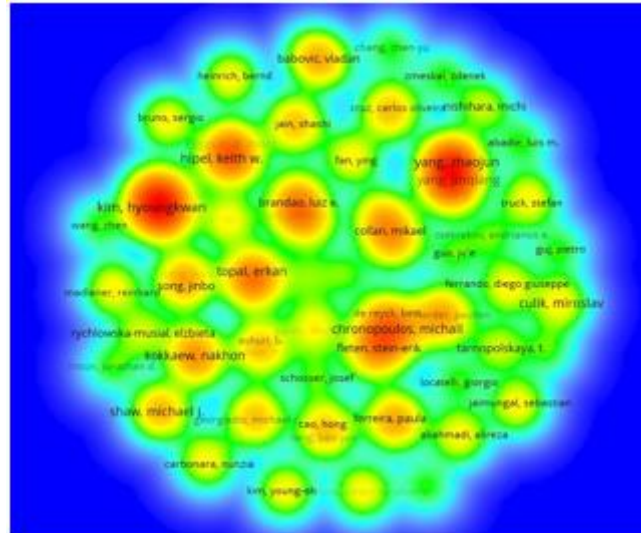
Segundo Cobo et al. (2011), os métodos *Co-Citation* e *Bibliographic Coupling* são utilizados na análise da estrutura intelectual de um determinado campo de pesquisa científica, identificando quais as abordagens que mais contribuem (com o método de *Co-citation*) e quais os principais fronts de pesquisa (com o método *Bibliographic Coupling*).

Para a realização da pesquisa, foram escolhidos os métodos *Citation*, *Co-citation*, e *Title Field*.

3.1 REVISÃO BIBLIOMÉTRICA

A revisão bibliométrica tem como enfoque a descoberta do conhecimento, da análise de qualidade e apuração de desempenho, foram propostas possibilidades de tomada de decisão utilizando a teoria das opções reais. Além disso, foi realizada uma revisão da literatura sobre o tema a fim de identificar formas, técnicas e ferramentas mais aplicadas no processo de tomada de decisão em projetos, além do diagnóstico da organização e da análise do processo para o entendimento do seu contexto.

Figura 2 – Mapa de densidade de co-citation.



Fonte: Web of Science. Extraído com o Software VosViewer.

Visualiza-se na Figura 2, três manchas vermelhas intensas na imagem, além de alguns focos, representando os documentos com mais impacto.

O trabalho de Yang, et al (2016), representado pela maior e mais avermelhada mancha, possui uma abordagem de opções reais, apresentando um modelo de investimento e financiamento com garantia parcial. Explicitamente foi derivado o preço e o momento da opção de investir. Com isso, o trabalho mostra que, se o déficit de financiamento aumenta, o valor da opção diminui, mas seu limiar de investimento primeiro declina e depois aumenta. Quanto maior o nível de garantia, menor o valor da opção e mais tarde o investimento. A taxa ideal diminui com o risco do projeto e o crescimento do nível de garantia pode reduzir efetivamente os conflitos.

Representando outra mancha vermelha, o estudo de Kim et al (2017) propõe um modelo de tomada de decisão para avaliar a viabilidade econômica dos projetos de adaptação em uma área urbana. Os cenários climáticos e os fatores econômicos e técnicos foram usados para calcular a volatilidade que reflete a potencial redução de danos de uma área urbana. O modelo se baseia em um tipo de opções reais, chamado de “opção de escolha”, para considerar a flexibilidade gerencial de longo prazo da infraestrutura urbana. O modelo pode ainda estimar o valor econômico do investimento com razoável precisão, com base nos cenários climáticos representativos da via de concentração (RCP). Espera-se que o modelo forneça orientação para o desenvolvimento de estratégias de adaptação eficazes para a infraestrutura urbana.

Finalizando as manchas vermelhas, o trabalho de Chronopoulos, et al (2017), apresenta uma estrutura de troca de regime baseada em serviços públicos para avaliar diferentes estratégias de adoção

de tecnologia sob preço e incerteza tecnológica. Consequentemente, qual estratégia é mais adequada e o momento ideal para troca de regime depende não apenas de fatores de mercado, como a definição dos regimes de mercado, como também da incerteza econômica e tecnológica, mas também das atitudes em relação ao risco. No estudo, um tomador de decisão pode investir em cada tecnologia que se torna disponível ou adiar o investimento até que uma nova tecnologia chegue e, em seguida, invista na tecnologia mais antiga ou mais recente. Os resultados indicam que, se os regimes de mercado são assimétricos, maiores aversões ao risco e incerteza de preço em um novo regime podem acelerar a mudança de regime. Finalmente, embora a aversão ao risco normalmente favoreça uma estratégia compulsiva e retardatária, uma estratégia de salto pode ser viável sob a aversão ao risco desde que o preço de saída e a taxa de inovação sejam suficientemente altos.

É interessante notar também novas manchas mais claras e próximas do aglomerado central, o que pode representar novos focos de área sendo pesquisados. Como representação, Ajak e Topal (2019) abordam oportunidades para a aplicação de opções reais (OR) em operações de mineração como um grande desafio para os tomadores de decisão. A análise de OR captura o valor de qualquer flexibilidade gerencial que possa existir em um projeto, fornecendo um gerenciamento proativo de incerteza. Já Miranda e Brandão (2017) trazem um modelo dinâmico para a avaliação da viabilidade financeira de projetos de mineração flexíveis na fase de exploração (jazidas mineiras). Entende-se que a empresa tem a opção de adiar o investimento inicial por um período de tempo e, uma vez investida, tem a flexibilidade adicional para expandir ou mesmo abandonar o projeto. O artigo simula o processo de tomada de decisão gerencial e determina o valor da flexibilidade, ou opções reais, associadas ao projeto de mineração. Por outro lado, para o caso de empresas listadas no mercado de ações, o modelo avalia o provável impacto dessas opções no valor de mercado da empresa.

O quadro 1 mostra os artigos produzidos pelos autores identificados na análise de *co-citation* pela base *Web of Science*.

Quadro 1 – Autores, artigos e ano de publicação.

Autores	Artigo	Ano
Luo, Pengfei. Wang, Huamao Yang, Zhaojun	<i>Investment and financing for SMEs with a partial guarantee and jump risk</i> (Investimento e financiamento para SMEs com garantia parcial e risco de salto)	2016
Kim, Kyeongseok Ha, Sooji Kim, Hyoungkwan	<i>Using real options for urban infrastructure adaptation under climate change</i> (Usando opções reais para infraestrutura urbana sob as mudanças climáticas)	2017
Chronopoulos, Michail; Lumbreras, Sara	<i>Optimal regime switching under risk aversion and uncertainty</i> (Mudança ideal de regime sob aversão ao risco e incerteza)	2017
Chronopoulos, Michail Hagspiel, Verena Fleten, Stein-Erik	<i>Stepwise Green Investment under Policy Uncertainty</i> (Investimento Verde Stepwise sob Incerteza de Políticas)	2016
Ajak, Ajak Duany Lilford, Eric Topal, Erkan	<i>Real Options Identification Structure for Mine Operational Decision Making</i> (Estrutura de Identificação de Opções Reais para a Tomada de Decisão Operacional de Mina)	2019
Miranda, Oscar Brandão, Luiz E. Lazo, Juan Lazo	<i>A dynamic model for evaluating flexible mining exploration projects under uncertainty</i> (Um modelo dinâmico para avaliar projetos de exploração de mineração flexíveis sob incerteza)	2017

Fonte: Web of Science.

Os artigos pesquisados são de fundamental importância para a análise qualitativa do estudo, bem como, embasar a utilização de opções reais na tomada de decisão de trabalhos de avaliação de processos baseado em riscos pela auditoria interna.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

O artigo baseou-se na aplicação da Teoria das Opções Reais em trabalhos de auditoria interna de TI que tem como suas atividades principais a avaliação de processos corporativos baseado em riscos. O plano anual de auditoria interna prevê a realização dos trabalhos a serem realizados anualmente e por sua vez são reportados aos órgãos reguladores que fazem o acompanhamento da execução. A fim de materializar a aplicação das TOR foi selecionado um trabalho específico de TI que responde a avaliação de um subprocesso de nível 1, chamado Entrega, Serviço e Suporte.

Vale ressaltar que os valores aplicados neste estudo foram atribuídos mediante uma equação e passaram por um cálculo com o objetivo de evitar impactos, identificação da organização e exposição de fragilidades inerentes aos processos da organização estudada. O resultado desta equação nos valores proporcionou uma moeda fictícia chamada de TOR\$.

Por se tratar de uma aplicação das opções reais sob a ótica de um trabalho de auditoria, os retornos considerados neste estudo são os valores das perdas evitadas pela realização da auditoria. Dessa forma compreende-se que o desvio padrão dos retornos pode ser calculado por uma matriz de probabilidades e consequências dos riscos aos quais o processo auditado está disposto. Neste trabalho,

optou-se pela realização desta matriz a partir de definições por especialistas, embora seja possível a execução a partir dos históricos de perdas associadas a projetos de TI similares ao que será auditado.

A tabela 1 mostra a matriz de probabilidades consequências associada ao trabalho de auditoria utilizado neste estudo.

Tabela 1 – Probabilidades dos eventos resultantes do Trabalho de Auditoria de TI.

Evento	p	Valor em TOR\$
A - Recursos Subutilizados	0,000006	105.263.157,89
B - Retrabalho	0,025	4.000,00
C - Serviços Adiados	0,20	1.000,00
D - Perdas Indiretas	0,20	1.500,00

Fonte: Autores.

Dessa forma, as definições de esperança matemática e variâncias descritas nas equações (6) e (7), respectivamente, pode-se calcular o retorno médio do projeto e o desvio padrão do retorno.

$$E(X) = \sum_{i=1}^{\infty} xP(X = x) \tag{6}$$

$$Var(X) = E(X - E(X))^2 \tag{7}$$

Considerando cada um dos eventos como uma distribuição que permite apenas dois valores possíveis, sendo eles: o valor do evento, com probabilidade p; ou zero, com probabilidade 1 – p, se obtém os resultados da Tabela 2 para as esperanças e variâncias por evento.

Tabela 2 – Esperanças e Variâncias dos Eventos

Evento	E(Evento)	Var(Evento)
A	600,00	251.311,63
B	200,00	600,00
C	100,00	435,89
D	300,00	600,00

Fonte: Autores.

Por conseguinte, a matriz de covariâncias entre os eventos definida abaixo, é possível calcular o parâmetro da volatilidade a partir da equação (8).

$$\Sigma_{ABCD} = \begin{bmatrix} 251.311,63 & 200,00 & 200,00 & 0 \\ 200,00 & 600,00 & 0 & 0 \\ 200,00 & 0 & 435,89 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 600,00 \end{bmatrix}$$

Onde:

$$Var(ABCD) = Var(A) + Var(B) + Var(C) + Var(D) + 2cov(AB) + 2cov(AC) + 2cov(BC) + 2cov(CD) \tag{8}$$

$$\sigma = \sqrt{Var(ABCD)} \tag{9}$$

Para este projeto específico, o valor do coeficiente obtido foi de 41,98. Deve-se destacar que a matriz de covariâncias também foi obtida a partir da percepção de especialistas sobre as correlações entre os eventos, embora também possa ser obtida a partir dos históricos de projetos na instituição que sejam similares ao avaliado.

Para exemplificar o conceito de opções reais, adotamos os dados específicos do trabalho objeto deste estudo para aplicação do modelo de Black & Scholes, conforme tabela abaixo.

Tabela 3 – Resumo dos valores do modelo

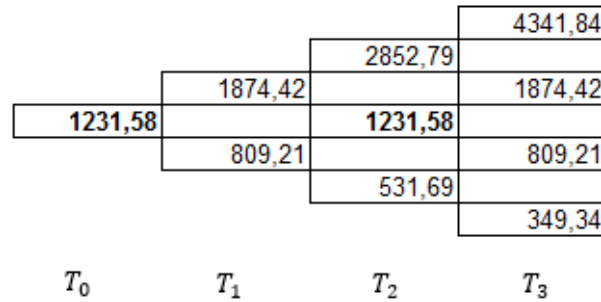
Variável	Descrição	Valor
S_0	Preço	TOR\$ 1.231,58
X	Preço de Exercício	TOR\$ 1.175,00
Rf	Taxa livre de risco	6,4 %
σ	Volatilidade	42 %
σ^2	Variância do retorno do projeto	0,1764
T	Prazo até a data de expiração	3
d_1		1,5220
d_2		0,6570

Fonte: Autores.

Com as informações catalogadas, foi utilizado o software *Real Options SLS* da ROV, onde com a aplicação das fórmulas (4) e (5), encontramos os seguintes valores para $d_1=1,52$ e $d_2 = 0,66$. Para avaliar o proposto para o artigo, foi utilizado o modelo binomial e com os retornos encontrados conforme figura 3 abaixo.

A partir dos valores das variáveis do modelo e para apurar o valor da opção real aplica-se a Equação (2). O valor atual do trabalho de auditoria no T_3 é de \$ 349,34. Recordar-se que o período atual é zero (T_0). O trabalho de auditoria tem valor presente líquido de \$ 480,61 em zero (T_0).

Figura 3 – Modelo Binomial

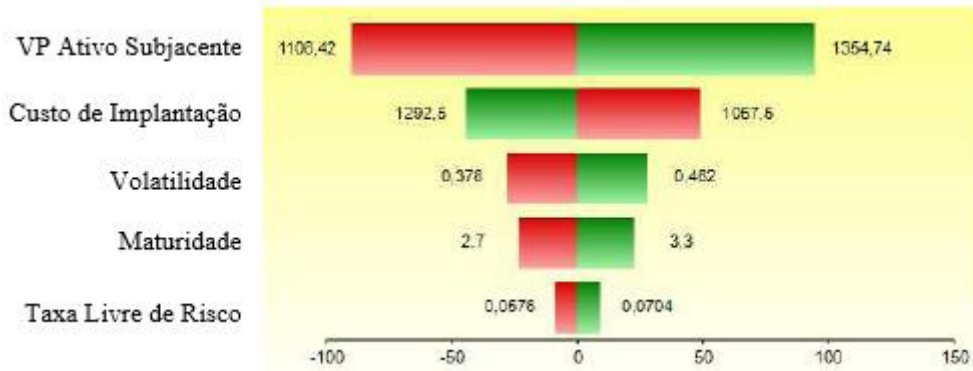


Fonte: Autores.

Com a utilização do software Real Option SLS, temos a possibilidade de através do gráfico de tornado, de realizar uma avaliação da análise de sensibilidade das variáveis de entrada aplicadas no modelo, desde as com maior impacto para as que tiveram menor.

A análise de sensibilidade ajuda a identificar os riscos aos quais o projeto apresenta maior sensibilidade. Esta análise visa determinar quais são os riscos que possuem maior impacto potencial no projeto. Com a correlação entre os possíveis riscos e suas variações de possíveis impactos.

Figura 4 – Sensibilidade das variáveis (Gráfico de Tornado)



Fonte: Autores.

Diante a análise de sensibilidade, ressalta-se a maior relevância de maior potencial de impacto no projeto do Valor Presente do Ativo Subjacente seguido das demais variáveis conforme o gráfico de tornado da figura 4.

Reconhece-se que o projeto Trabalho de Auditoria de TI do subprocesso de Entrega, Serviço e Suporte tem VPL positivo e que além das constatações identificadas, aprimoramento da equipe e possíveis mitigação de riscos, o retorno financeiro também é de eficiência o que corrobora com sua presença no Plano Anual de Auditoria Interna.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com a realização da pesquisa, concluiu-se que o valor do trabalho de auditoria com flexibilidade, calculado pela Teoria das Opções Reais, foi mais detalhado, mostrando que a consideração da realização do trabalho foi capaz de incorporar valor a ele, tornando-o ainda mais atrativo. Vale salientar que os valores aplicados no estudo são resultantes da criação de uma moeda fictícia chamada de TOR\$, mas que reflete o grau e a aplicabilidade da Teoria e do Modelo proposto que são os objetivos de estudo deste artigo.

Notou-se, ainda, que a aplicação da TOR no apoio a tomada de decisão apresentou uma vantagem de ser mais simples, uma vez que foi identificado o trabalho que se torna viável a sua realização com obtenção do retorno positivo. Para a aplicação desta abordagem foram necessárias diversas informações que, muitas vezes, são difíceis de serem encontradas.

Com o intuito de mitigar os riscos identificados, durante o processo de pesquisa, percebeu-se a necessidade de apoio no processo de tomada de decisão dos trabalhos inseridos no Plano Anual de Auditoria Interna. Esse artigo identificou também as principais variáveis que impactam a realização dos trabalhos de auditoria com foco no resultado/retorno. Uma grande contribuição deste trabalho está na análise e no pensamento do resultado da auditoria para a organização. Além disso, ao fim da pesquisa, também foi proposto um modelo que pressupõe a tomada de decisão agregando o risco de detecção inerente à atividade de auditoria.

Entende-se que especificamente com os trabalhos de auditoria pode-se haver uma necessidade do Conselho de Administração da Instituição ou de uma solicitação do Regulador que influencie a tomada de decisão na realização ou alocação de recursos para trabalhos específicos que avaliem uma fragilidade eminente de acordo com o mercado ou movimentos estratégicos.

Conclui-se que a aplicação da TOR pode trazer grandes avanços nos trabalhos de auditoria de TI. É possível que traga melhorias na eficiência do planejamento dos trabalhos de auditoria e da construção do Plano Anual de Auditoria Interna, em consequência, diminuirá drasticamente os custos para as organizações. A teoria das opções reais está cada vez mais sendo usada e constitui numa solução de casos parecidos a este apresentado.

Como possibilidade de trabalhos futuros, existem vários projetos e trabalhos de auditoria que abordam os mais diversos processos da organização e que podem ser pensados para obter maiores resultados. Por isto, sugere-se trabalhos futuros aplicados com a teoria das opções reais em projetos, consultorias e trabalhos de auditoria, dentre outros. Além disso, há ainda a necessidade da realização

da análise comparativa dos modelos tradicionais e utilizando opções reais para auxiliar no processo de tomada de decisão.

REFEÊNCIAS

- ABREU, J. C. Teoria das Opções Reais. Rio de Janeiro: FGV, 2002.
- ADRIAANSE, L.; & RENSLEIGH, C. Web of Science, Scopus and Google Scholar: A content comprehensiveness comparison. *The Electronic Library*, v. 31, n. 6, p. 727-744, 2013.
- AJAK, A. D.; TOPAL, E. LUMBRERAS, S. Real Options Identification Structure for Mine Operational Decision Making. *Resources Policy*, vol. 75, pp. 109–120, 2019.
- ALBUQUERQUE, M.H.F. Aplicação da Teoria de Opções Reais na Análise de Viabilidade Econômica de um Projeto: O Caso da Aracruz Celulose S.A. Dissertação de Mestrado Profissionalizante em Administração. Faculdades Ibmecc, Rio de Janeiro, 2005.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR ISO 19011:2012: Diretrizes para auditoria de sistemas de gestão. Rio de Janeiro, 2012.
- ATTIE, W. Auditoria: conceitos e aplicações. 2ª edição. São Paulo: Atlas, 1984.
- BAIDYA, T. K. N; CASTRO, A. L. Convergência dos Modelos de árvores binomiais para avaliação de opções. *Pesquisa Operacional*. Vol. 21 pp.17-30, junho 2001.
- BLACK, F.; SCHOLES, M. The pricing of options and corporate liabilities. *Journal of Political Economy*, v. 81, p. 637-659. DOI: 10.1086/260062, 1973.
- BRACH, M. A. Real Options in Practice. John Wiley & Sons Inc., 2003.
- BREALEY, R., MYERS, S. Princípios de Finanças Empresariais. 5. ed. Portugal: McGraw-Hill, 1992.
- CHRONOPOULOS, M.; LUMBRERAS, S. Optimal regime switching under risk aversion and uncertainty. *European Journal of Operational Research*, vol. 256, no. 2, pp. 543–555, 2017.
- COBO, M.J.; LÓPEZ-HERRERA, A.G.; HERRERA-VIEDMA, E.; HERRER, F., Science Mapping Software Tools: Review, Analysis, and Cooperative Study Among Tools. *Journal of the American Society for Information Science and Technology*, p, 1382-1402, 2011.
- COPELAND, T; ANTIKAROV, V. Opções Reais: Um Novo Paradigma para Reinventar a Avaliação de Investimentos. Rio de Janeiro: Campus, 2001.
- COSO. Committee of Sponsoring Organizations of the Treadway Commission. Gerenciamento de Riscos Corporativos – Sumário Executivo, Estrutura e Gerenciamento de Riscos na Empresa. Integrated Framework: Application Techniques, 2004.
- CREPALDI, S. A. Auditoria Contábil: Teoria Prática. 2º ed. São Paulo: Atlas, 2002.
- CRESWELL, J. W. Projeto de Pesquisa: Métodos qualitativo, quantitativo e misto. 2ª edição, Porto Alegre: Artmed, 2010.

DAMODARAN, A. Avaliação de investimentos. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2009.

FINK, R. R. C.: Look closely at real options. and a basic assumption begins to quiver, 2001. Disponível em: <http://www.real-options.com>. Acesso em: 30 de junho de 2020.

HULL, JOHN C. Fundamentos dos mercados futuros e de opções. 4ª ed. rev. e ampl. São Paulo: Bolsa de Mercadorias & Futuros, 2005.

IIA, The Institute of Internal Auditor. Normas Internacionais para a Prática Profissional de Auditoria Interna. São Paulo, 2012. Versão em português disponível em: <<http://www.iiabrasil.org.br/new/IPPF.html>>. Acesso em: 30 de junho de 2020.

KASZNAR, I. K. Project Finance: Engenharia Financeira. Rio de Janeiro: Suma Econômica, 2001.

KIM, K.; HA, S.; KIM, H. Using real options for urban infrastructure adaptation under climate change, Journal of Cleaner Production, vol. 143, pp. 40–50, 2017.

LAZO, J. G. L. Determinação do Valor de Opções Reais por Simulação Monte Carlo com Aproximação por Números Fuzzy e Algoritmos Genéticos. Tese de Doutorado em Engenharia Elétrica - Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, RJ, 2004.

LUO, P.; WANG, H.; YANG, Z. Investment and financing for SMEs with a partial guarantee and jump risk. European Journal of Operational Research, vol. 249, no. 3, pp. 1161–1168, 2016

MACEDO, M. A. S. & NARDELLI, P. M. Utilizando Opções Reais na Análise de Viabilidade de Projetos de Investimento Agropecuários: Um Ensaio Teórico. XLVI Congresso da Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural, Rio Branco, AC, 2008.

MARIANO, A. M.; ROCHA, M. S. Revisão da Literatura: Apresentação de uma Abordagem Integradora. In: Anais, XXVI Congresso Internacional AEDEM | 2017 AEDEM International Conference - Economy, Business and Uncertainty: ideas for a European and Mediterranean industrial policy? ISBN: 978-84-697-5592-1. Reggio Calabria-Italia, 2017. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/319547360_Revisao_da_Literatura_Apresentacao_de_um_a_Abordagem_Integradora> acesso em: 25 de maio de 2020.

MIRANDA, O.; BRANDÃO, L. E.; LAZO, J. A dynamic model for evaluating flexible mining exploration projects under uncertainty. Resources Policy, vol. 52, pp. 393–404, 2017.

MONTEIRO, R. C. Contribuições da Abordagem de Avaliação de Opções Reais em Ambientes Econômicos de Grande Volatilidade – Uma Ênfase no Cenário Latino-Americano. Dissertação de Mestrado em Controladoria e Contabilidade - Universidade de São Paulo; Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade; Departamento de Contabilidade e Atuária, São Paulo, SP, 2003.

PESSOA, G. A. Avaliação de Projetos de Mineração Utilizando a Teoria das Opções Reais em Tempo Discreto - Um Estudo de Caso em Mineração de Ferro. Dissertação de Mestrado em Gestão Empresarial - Fundação Getúlio Vargas, Escola Brasileira de Administração Pública e de Empresas, Centro de Formação Acadêmica e Pesquisa, Rio de Janeiro, RJ, 2006.

PMI. A guide to the project management body of knowledge (PMBOK Guide), Project Management Institute, Newton Square, PA, 2013.

SOUZA, J.C.F., SOUZA, J.G.M. Abordagem de Opções Reais em Investimentos no Armazém do Porto de Santarém (PA) – Brasil. Brazilian Journal Development, v. 6, n. 9, p. 64747-64759, Curitiba-PR. 2020.

SOUZA, J. C. F.; SOUZA, I. A.; SOUZA, J. G. M. Gestão de Risco de Mercado - Mensuração do Value-at-Risk (Var): Comparação da Exigência de Capital em Diferentes Abordagens. Curitiba, Editora: CRV, 140 p. DOI: 10.24824/978854442087.4, 2018.

ZUPIC, I; CATER, T. Bibliometric Methods in Management and Organization. Organizational Research Methods, p.1-44, 2014.