



USO DO MÉTODO FITRADEOFF EM ANÁLISE DE INVESTIMENTOS

Fabio Henrique Rodrigues da Silva

Grupo de Pesquisa em Ciências da Decisão, Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade, Universidade de São Paulo (FEARP-USP)
Av. Bandeirantes, 3900, Sala 08 Bl C1, Ribeirão Preto – SP
fhrrsilva@fearp.usp.br

Henrique Slikta Vieira

Grupo de Pesquisa em Ciências da Decisão, Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade, Universidade de São Paulo (FEARP-USP)
Av. Bandeirantes, 3900, Sala 08 Bl C1, Ribeirão Preto – SP
henrique.slikta.vieira@usp.br

Larissa Benavalli

Grupo de Pesquisa em Ciências da Decisão, Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade, Universidade de São Paulo (FEARP-USP)
Av. Bandeirantes, 3900, Sala 08 Bl C1, Ribeirão Preto – SP
lbenavalli@gmail.com

Alexandre Bevilacqua Leoneti

Grupo de Pesquisa em Ciências da Decisão, Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade, Universidade de São Paulo (FEARP-USP)
Av. Bandeirantes, 3900, Sala 08 Bl C1, Ribeirão Preto – SP
ableoneti@usp.br

Rodrigo José Pires Ferreira

Centro de Desenvolvimento de Sistemas de Informação e Decisão, Universidade Federal de Pernambuco (CDSID-UFPE)
Av. Acadêmico Hélio Ramos, s/n- Cidade Universitária – Recife, PE
rodrigo@cdsid.org.br

Adiel Teixeira de Almeida

Centro de Desenvolvimento de Sistemas de Informação e Decisão, Universidade Federal de Pernambuco (CDSID-UFPE)
Av. Acadêmico Hélio Ramos, s/n- Cidade Universitária – Recife, PE
almeida@cdsid.org.br

RESUMO

Neste artigo, o problema de escolha de investimentos é estruturado. Vários fatores são importantes neste tipo de decisão tais como: retorno, risco, dedicação, tributação e liquidez. Considerando que o decisor enfrenta a dificuldade natural para lidar com o *tradeoff* entre os fatores mencionados, o procedimento de elicitação flexível e interativo de *tradeoff* para modelos aditivos multicritério, FITradeoff, é utilizado. Uma análise da flexibilidade e interatividade do FITradeoff é realizada na avaliação da escolha de opções de investimento tais como (i) carteira de ações; (ii) títulos de dívida pública; (iii) títulos de dívida privado; (iv) fundos de investimento multimercado; e (v) fundo cambial para três decisores distintos sem a necessidade de especificar precisamente os pesos dos critérios explorando menos esforço cognitivo do decisor e evitando inconsistências que podem comprometer a decisão. Embora as preferências dos decisores considerados foram bastante distintas, Título Privado e o Título Público se mostraram como as opções mais eficientes baseados em quantidade diferente de questões do método FITradeoff.

PALAVRAS CHAVE. Análise de Investimentos, FITradeoff, Decisão Multicritério.
Tópicos(SS2–FITradeoff MCDM)



ABSTRACT

In this paper, the choice problem of investments is structured. Several factors are important in this type of decision such as: return, risk, dedication, taxation and liquidity. Considering that the decision maker faces the natural difficulty to deal with the tradeoff between the mentioned factors, the flexible and interactive elicitation procedure of tradeoff for multicriteria additive models, FITradeoff, is used. An analysis of the flexibility and interactivity of FITradeoff is carried out in the evaluation of the choice of investment options such as (i) stock portfolio; (ii) public debt securities; (iii) private debt securities; (iv) multimarket investment funds; and (v) exchange fund for three distinct decision makers without the need to specify precisely the weights of the criteria exploring less decisive cognitive effort and avoiding inconsistencies that may compromise the decision. Although the preferences of the considered decision makers were distinct, Private Title and Public Title proved to be the most efficient options based on different number of questions of the FITradeoff method.

KEYWORDS. Investment Analysis, FITradeoff, Multicriteria decision making.
Paper topics(SS2 – FITradeoff MCDM)



1. Introdução

A otimização de portfólios foi por muitos anos vista como um desafio no emprego de técnicas para seleção das melhores alternativas para a relação entre risco e retorno que dado grupo de ativos formam, conforme acenado por [Aouni, Colapinto e La Torre 2013]. Em contrapartida, os trabalhos de [Steuer e Na 2003 e Steuer, Qi e Hirschberger 2007] trouxeram uma proposta com a inclusão de critérios adicionais a serem relevados para a elaboração de portfólios como liquidez e preferências pessoais, por exemplo. Nesta abordagem de seleção de alternativas e critérios monta-se os cenários de decisões multicritério.

Nestes cenários, em que a tomada de decisão se dá em meio a diversos critérios a serem ponderados para se concluir a escolha, os métodos multicritério surgem como ferramentas para auxiliar o tomador individual de decisão ou determinado grupo de decisores neste processo. Os primeiros estudos sobre a aplicabilidade de apoio multicritério a decisão no campo das finanças tiveram início em meados do século XX [Steuer e Na 2003].

Com a proposta de analisar os estudos prévios sobre a aplicação apoio multicritério a decisão na área de finanças, [Zopounidis et al. 2015] perceberam que a subárea de estudo que apresentou maior crescimento, no período de 2002 e 2014, foi a utilização de modelagem de apoio multicritério a decisão na otimização de portfólio, sendo que a maioria dos critérios usados nessas pesquisas foram relacionados a risco e outros fatores como liquidez e distribuição de dividendos. Ainda, segundo [Zopounidis et al. 2015], três métodos multicritério foram mais amplamente utilizados nos estudos de formação de portfólio e alocação de recursos financeiros: Multiobjective Optimization (MO); Analytic Hierarchy Process (AHP) e Goal Programming (GP). Especificamente, [Xidonas, Mavrotas e Psarras, 2009] buscaram selecionar ações que poderiam compor uma carteira de investimento de médio a longo prazo, empregando o método ELECTRE TRI para tal. [Ehrgott, Klamroth, Schwelm 2004] procuraram um modelo para otimização a partir de uma extensão da teoria de [Markowitz 1952] usando o método MAUT para maximizar a utilidade individual do investidor, de tal forma que os autores ampliaram os critérios clássicos de risco e retorno para cinco, incluindo a performance de 12 meses e de 3 anos das empresas compostas nos estudos. [Bouri, Martel e Choubchoub 2002] recorreram ao mercado de ações da Tunísia como ponto de referência para seu banco de dados e utilizaram, além de risco e retorno, variáveis de comportamento, englobando tanto a opinião do investidor quanto a solvência e liquidez do ativo usando o Rating Scale Method (RSM) como método de ordenação, que compreende a combinação do ELECTRE e o PROMETHEE.

Jensen [1987] utilizou o método AHP para a seleção de investimento de risco em instâncias internacionais. Entretanto, [Plá-Santamaria e Garcia-Bernabeu 2013], apontaram que o AHP não se mostra suficiente em cenários de muitas variáveis. [Eom et al. 1987], por sua vez, estruturou seu caso de pesquisa no método GP considerando as decisões que envolvem riscos políticos, cambiais e custos em geral para auxiliar decisões de investimento em escala global. De outro lado, [Xidonas, Mavrotas e Psarras 2009] estudaram a aplicabilidade do método ELECTRE TRI na determinação de atratividade de ativos considerando a preferência do tomador de decisão e pareceres técnicos de analistas em um mesmo ambiente. Por fim, [Ballester e Plá-Santamaria 2003] identificaram a possibilidade de maximização da fronteira eficiente e utilidade dos investidores por meio de informações incompletas sobre as preferências dos indivíduos.

A contribuição deste artigo consiste na avaliação de uma abordagem de elicitación flexível e interativo de *tradeoff*, FITradeoff, para a problemática de escolha de opções de investimento. A flexibilidade e interatividade do FITradeoff pode ajudar o decisor a escolher qual a alternativa mais atrativa sem a necessidade de especificar precisamente os pesos dos critérios explorando menos esforço cognitivo do decisor e evitando inconsistências, considerando que o decisor enfrenta a dificuldade natural para lidar com o *tradeoff* entre os critérios [de Almeida et al. 2016].

Diante do exposto, o desenvolvimento desta pesquisa justifica-se no sentido de oferecer uma nova ferramenta de auxílio para a decisão acerca da escolha de investimentos por indivíduos.



2. Materiais e método

O presente estudo é uma pesquisa para verificar a viabilidade de utilização do método de FITradeoff proposto por [Almeida et al. 2016] direcionado a tomada de decisão acerca de análise de investimentos no mercado financeiro. O teor da pesquisa é qualitativo, enquanto formulação das alternativas e critérios da matriz de decisão e etapas de configuração das ferramentas de apoio a decisão, e quantitativa, ao passo que se fará a verificação do método multicritério com base na quantificação de suas preferências e escolhas.

2.1 Definição do problema

Dois mapas cognitivos foram elaborados por meio de questões ligadas à investimento, respondidas por um professor especializado na área de Mercado e Instrumentos Financeiros e uma professora da área de Contabilidade Financeira como: “qual a sua preocupação ao fazer um investimento?”, tornando possível a identificação de clusters e pontos de vista fundamentais. A partir da união entre estes dois mapas, foram elaboradas as árvores de valor, que forneceram os critérios utilizados nesta pesquisa. Os critérios utilizados foram, (i) risco e (ii) retorno, que são os critérios básicos de análise financeira de investimento, (iii) liquidez, que é a capacidade de conversão de determinado ativo em caixa em dado período de tempo; (iv) dedicação, que é a representação do custo de oportunidade (custo e tempo necessários para manter os ganhos dos investimentos, sejam eles por meio da pesquisa de mercado ou do gasto de tempo e empenho para as operações necessárias); e (v) tributação, que é baseada no tempo que o investimento é feito, devendo-se arcar com a taxa sobre o ganho ao final da operação, sendo atenuadas com prazos maiores.

Um *brainstorming* foi realizado entre os autores deste trabalho e um professor especializado em Mercado e Instrumentos Financeiros para definir as possíveis alternativas de investimento. Durante o processo de triagem das alternativas, algumas opções foram excluídas, tais como a poupança e previdência privada, por serem investimentos de cunho pessoal. Finalmente, chegou-se aos seguintes possíveis investimentos: (i) carteira de ações; (ii) títulos de dívida pública; (iii) títulos de dívida privado; (iv) fundos de investimento multimercado; e (v) fundo cambial. Para compor o item das ações, foi determinada, de forma aleatória, uma carteira de investimento com sete ações presentes no segmento do Novo Mercado da BM&F Bovespa. Foram escolhidas para compor esta carteira as ações de Indústrias Romi SA (ROMI3), Metalfrio Solutions SA (FRIO3), Banco do Brasil SA (BBAS3), Portobello SA (PTBL3), Eternit SA (ETER3), Fibria SA (FIBR3), e COSAN SA (CSAN3), tendo seu Índice de Sharpe (IS) calculado em 0,1156¹. Como título de dívida pública, escolheu-se a LFT, atrelada à Selic, por ser o título pós-fixado mais simples presente no mercado. Para representar os títulos de renda privado, foi selecionado o título CDB pós-fixado, título de dívida privado de maior circulação no país. Como fundo de investimento, foi escolhido um multimercado gerido pela corretora XP Investimentos, que leva em seu portfólio investimentos de caráter variado, além de derivativos de modo geral. Por fim, foi incorporado um ativo de representação internacional, fundo cambial, simplificada e representado pela variação do Dólar Americano (USD).

Para valorar os critérios de risco e retorno foram calculados a partir de dados históricos da BM&F Bovespa, os fechamentos diários do período de 01 de janeiro de 2016 a 20 de março de 2017, de valores de ações das empresas mencionadas. O risco foi obtido por meio do desvio padrão e o retorno a partir da média de retorno contínuo do mesmo no período. Para os outros três critérios, entrevistas foram realizadas com três especialistas das áreas de Mercado e Instrumentos Financeiros, Microeconomia e Métodos Quantitativos em Finanças e foram solicitadas, a partir

¹O índice foi desenvolvido por Sharpe [1966] que propôs obter a relação entre a diferença da média de retornos de um ativo e um ativo referencial livre de risco. De acordo com Sharpe [1994], o indicador deve ser interpretado como sendo o retorno esperado por unidade de risco, passando a ser conhecido Índice de Sharpe, desde então. A técnica é largamente utilizada no mercado financeiro para auxílio na determinação de carteiras e portfólios de investimento [Ledoit e Wolf 2008 e Varga 2001].



de uma escala tipo Likert variando de 1 a 9 (máximo), as avaliações para os critérios. A partir da média simples dos valores conferidos por cada um dos especialistas, foi determinado o valor para cada alternativa com relação aos critérios específicos. A matriz de consequências é apresentada na Tabela 1.

Tabela 1 : Matriz de Consequências

	Retorno	Risco	Dedicação	Tributação	Liquidez
Ações (Máx Índice de Sharpe)	0,2210%	1,4710%	8,67	2,4	8,7
Título Público (LTF - Indexado Selic)	-0,9900%	0,0800%	2,67	5	8,3
Título Privado (CDB)	0,0512%	0,0035%	5,33	6	8,7
Fundo Cambial (Dólar)	0,0880%	0,9860%	6,67	7,7	6,7
Fundo de Investimento (multimercado)	0,0884%	0,4559%	4,67	7	7,7

2.2 Método FITradeoff

O método FITradeoff foi utilizado com o objetivo de elicitare as preferências de três decisores individualmente considerando modelos aditivos multicritério de forma flexível e interativa em uma problemática de escolha com a perspectiva de proporcionar menos inconsistências. O sistema de apoio a decisão FITradeoff usa uma extensão do procedimento de *tradeoff* para elicitare pesos e incorpora o conceito de elicitacão flexível com objetivo de diminuir o esforço cognitivo do decisor e evitar o típico erro de assumir que os pesos dos critérios de um modelo multicritério aditivo representam apenas uma medida de importância relativa para um determinado conjunto de critérios. Além disso, o método FITradeoff permite um processo decisório mais transparente e facilita um melhor entendimento do problema.

O esforço cognitivo do decisor no processo de elicitacão dos pesos é simplificado no FITradeoff, dado que se baseia em informações parciais, ou seja, a tendência é que menos informação seja requerida do decisor. Uma das principais propriedades do método FITradeoff é que ele seja capaz de obter uma menor taxa de inconsistências das informações fornecidas pelo decisor. Uma grande vantagem do procedimento é que ele se baseia em questões que envolvem relações de preferência estrita ao invés de relações de indiferença que são mais difíceis para o decisor.

O software do FITradeoff proporciona uma avaliação sistemática de alternativas potencialmente ótimas por meio de problemas de programação linear com base nas relações de preferência fornecidas. O software permite ao decisor visualizar resultados parciais durante o processo de elicitacão de uma maneira flexível. Em algumas situações o decisor pode se sentir confortável em tomar uma decisão com base nos resultados parciais.

3. Resultados e discussão

Uma aplicação foi desenvolvida considerando os critérios apresentados na seção 2 e a matriz de consequências ilustrada na Tabela 1. Através desta aplicação, cinco opções de investimento e cinco critérios foram considerados. A ordenação dos pesos dos critérios foi realizada por meio da interface do sistema do FITradeoff, conforme Figura 1.

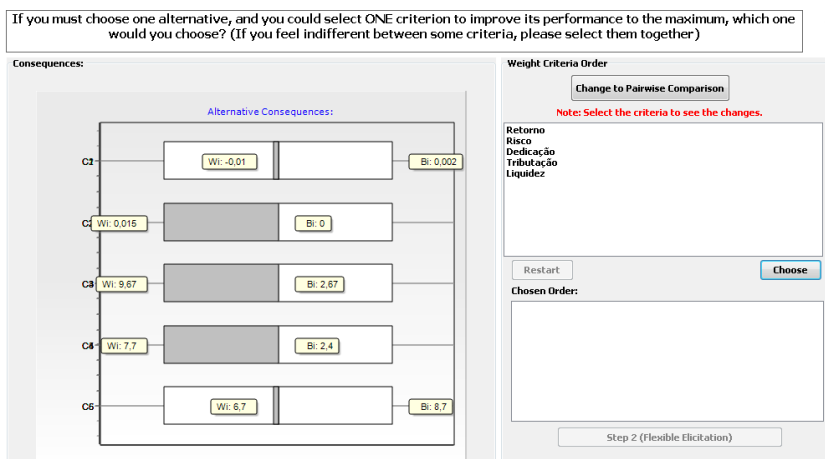


Figura 1- Interface para ordenação dos pesos dos critérios

Inicialmente, assume-se por hipótese a existência de uma alternativa com o pior desempenho em todos os critérios, representado pelo W_i . Em seguida, questiona-se supondo a possibilidade de melhorar o desempenho de apenas um critério para o melhor desempenho observado na matriz de consequências, representado por B_i , qual critério deveria ser escolhido primeiro. Para cada um dos três decisores uma ordenação diferente foi obtida conforme mostra a Tabela 2.

Tabela 2 : Ordenação dos pesos dos critérios para os 3 decisores considerados

	Retorno	Risco	Dedicação	Tributação	Liquidez
Decisor 1	2°	1°	5°	4°	3°
Decisor 2	1°	4°	5°	3°	2°
Decisor 3	2°	4°	1°	5°	3°

Para o Decisor 1, apenas com a ordenação dos pesos dos critérios definida foi suficiente para encontrar uma única alternativa não dominada, Título Privado (CDB).

Para o Decisor 2, Ações (Máx Índice de Sharpe) e Título Privado (CDB) são consideradas como alternativas não dominadas após a etapa de ordenação dos pesos dos critérios. Oito perguntas do processo de elicitación flexível foram suficientes para definir a alternativa Título Privado (CDB) como a melhor alternativa. A interface da primeira pergunta da elicitación flexível para o Decisor 2 é mostrada na Figura 2. Nesta pergunta, o decisor deve optar entre uma consequência A, com um desempenho intermediário no critério Risco e o pior desempenho em todos os demais critérios, ou uma consequência B, com o melhor desempenho no critério Dedicação e o pior desempenho nos demais critérios.



Figura 2 - Primeira pergunta do processo de elicitação flexível- Decisor 2

Para o Decisor 3, a ordenação dos pesos dos critérios foi capaz de encontrar três alternativas como não dominadas, Título Público (LTF - Indexado Selic), Título Privado (CDB) e Fundo de Investimento (multimercado). O desempenho das alternativas pode ser visualizado no gráfico radar da Figura 3. Na quarta pergunta a quantidade de alternativas não dominadas é reduzida para 2, sendo a alternativa Fundo de Investimento (multimercado). considerada dominada para o espaço de pesos definido nesta etapa. Após a décima oitava pergunta o sistema indica Título Público (LTF - Indexado Selic) como a melhor alternativa.

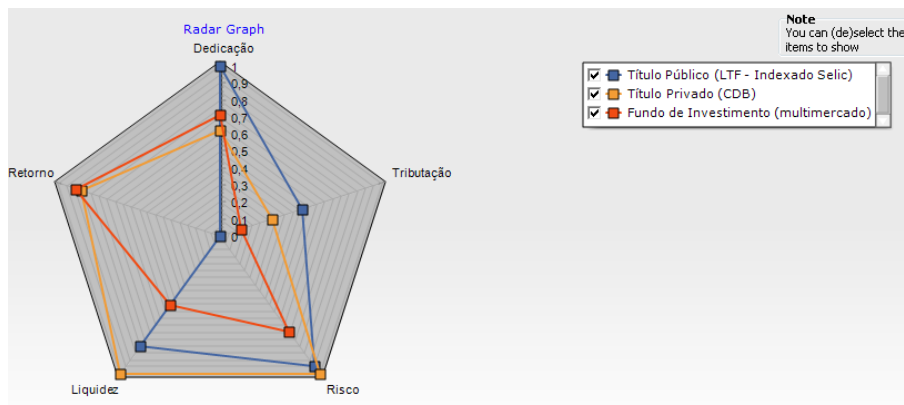


Figura 3 - Gráfico Radar após a ordenação dos pesos dos critérios - Decisor 3

As Figuras 4, 5 e 6 ilustram o espaço dos pesos para os decisores considerados. Nesta aplicação foi possível perceber situações bem diferentes para os três decisores considerados, já que enquanto para o Decisor 1, apenas a ordenação dos pesos dos critérios foi suficiente para encontrar a melhor alternativa, oito e dezoito perguntas foram necessárias para encontrar a melhor solução para os Decisores 2 e 3 respectivamente. É possível perceber o tamanho da redução do espaço dos pesos quando mais perguntas são necessárias para se determinar a melhor alternativa.

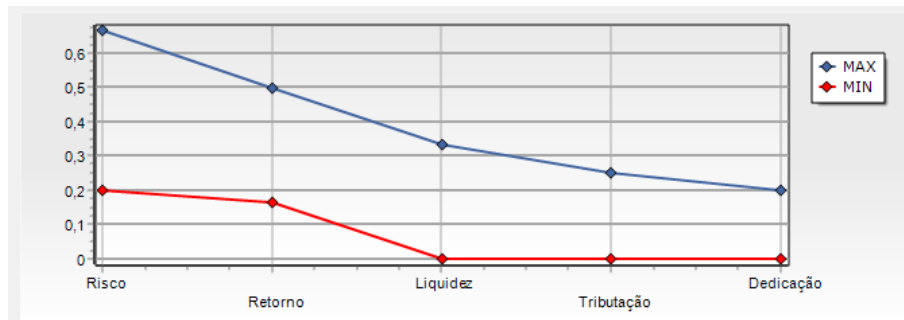


Figura 4 - Espaço dos pesos final - Decisor 1

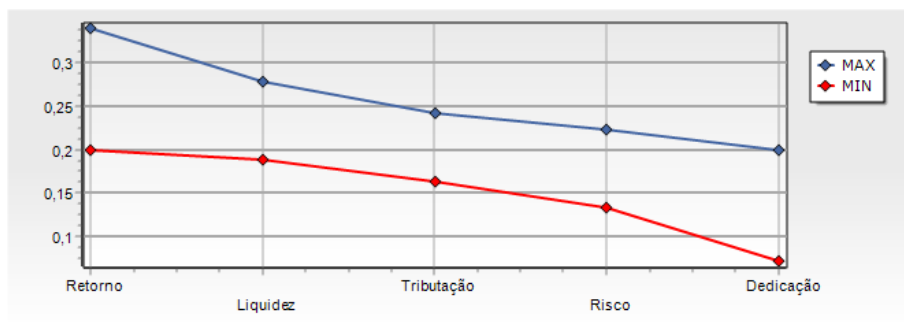


Figura 5 - Espaço dos pesos final - Decisor 2

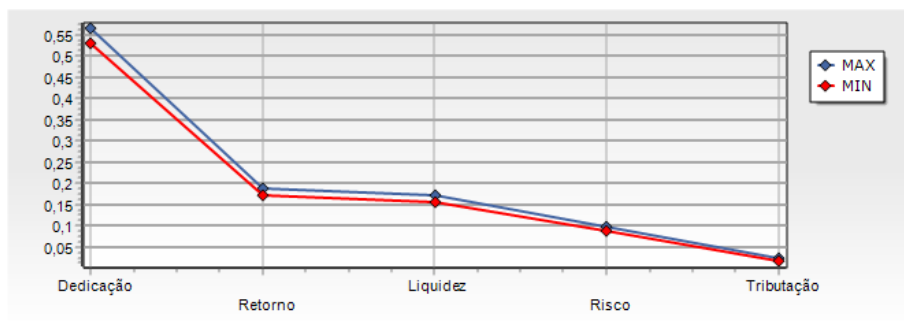


Figura 6 - Espaço dos pesos final - Decisor 3

Com base nas informações disponíveis, foi verificado que embora as preferências dos decisores sejam bastante distintas, Título Privado e o Título Público se mostraram como as opções mais eficientes. Uma possível razão é o próprio cenário econômico brasileiro que nos últimos anos não apresentou resultados satisfatórios aos olhos de investidores, haja vista o crescimento negativo no último biênio. Importa ressaltar que recentemente a taxa básica de juros (Selic) sofreu cortes pelo Banco Central, o que impacta no retorno de ambos estes ativos. Contudo, essa variável se mantém em patamares elevados há bastante tempo. Em síntese, acredita-se que a alta taxa de juros na economia não favorece o investimento em função de seus riscos, refletindo nos retornos dos ativos, bem como a adequada atenção exigida do investidor para a administração de seu portfólio. Assim, nesse cenário, diferentes perfis são convergentes para investimentos em Títulos Públicos e CDBs dadas as características próprias destes tipos de ativos, segundo opinião dos decisores: baixo grau de dedicação e alta liquidez, confirmado segundo base de dados histórica com baixo risco e retorno relativamente seguro em condições normais.

4. Conclusões

A contribuição do uso do método FITradeoff no mercado financeiro consiste no apoio a decisão primária de investimento no contexto de uma modelagem multicritério com informação



parcial, em que o decisor deseja avaliar o *tradeoff* dos principais tipos de instrumentos de avaliação de alternativas do mercado financeiro.

Os resultados apresentados neste artigo evidenciaram a importância de utilizar a informação do decisor de uma forma cognitivamente mais fácil sem a necessidade de informação dos pesos dos critérios na definição das melhores alternativas. O estudo mostra a perspectiva de utilização do método FITradeoff incorporando características do processo heurístico do decisor no mercado financeiro. Como continuidade da pesquisa, um modelo multicritério de portfólio é recomendado para permitir a definição da carteira de investimento com base em uma combinação das alternativas avaliadas. Outra perspectiva de evolução do modelo envolve o uso de uma abordagem de decisão em grupo incorporando as preferências de diversos decisores em uma única decisão. Também poderia ser utilizado técnicas com perspectiva de mercado que incorporem o conhecimento a priori de especialistas.

Agradecimentos: Aos professores da FEARP, que participaram da fase de coleta de dados. Este trabalho teve apoio parcial do CNPq.

Referências

Aouni, B.; Colapinto, C.; La Torre, D. (2014). Financial portfolio management through the goal programming model: Current state-of-the-art. *European Journal of Operational Research*, v. 234, n. 2, p. 536-545.

Ballesteros, E.; Pla-Santamaria, D. (2003) Portfolio selection on the Madrid exchange: A compromise programming model. *International Transactions in Operational Research*, v. 10, n. 1, p. 33-51.

Bouri, A.; Martel, J., Chabchoub, H. (2002) A multi-criterion approach for selecting attractive portfolio. *Journal of Multi-Criteria Decision Analysis*, v. 11, n. 4-5, p. 269-277.

de Almeida, A. T., De Almeida, J. A., Costa, A. P. C. S. e Almeida-filho, A. T. (2016). A new method for elicitation of criteria weights in additive models: Flexible and interactive tradeoff. *European Journal of Operational Research*, 250(1): 179-191.

Ehrgott, M.; Klamroth, K; Schwehm, C. (2004) An MCDM approach to portfolio optimization. *European Journal of Operational Research*, v. 155, n. 3, p. 752-770.

Eom, H. B., Lee, S. M., Snyder, C. A., Ford, F. N. (1987) A multiple criteria decision support system for global financial planning. *Journal of Management Information Systems*, vol 4, n.3, p. 94-113.

Jensen, R. E. (1987) International investment risk analysis: Extensions for multinational corporation capital budgeting models. *Mathematical Modelling*, vol.9. n.3-5, p. 265-284.

Ledoit, O., & Wolf, M. (2008). Robust performance hypothesis testing with the Sharpe ratio. *Journal of Empirical Finance*, 15(5), 850-859

Markowitz, H. (1952) Portfolio selection. *The journal of finance* 7.1: 77-91.

Pla-Santamaria, D.; Garcia-Bernabeu, A. (2013) Comments on: Multicriteria decision systems for financial problems. *Top*, v. 21, n. 2, p. 275-278.

Sharpe, W. F. (1966). Mutual fund performance. *The Journal of business*, 39(1), 119-138.



_____. (1994). The Sharpe ratio. *The journal of portfolio management*, 21(1), 49-58.

Steuer, R. E.; Qi, Y; Hirschberger, M. (2007) Suitable-portfolio investors, nondominated frontier sensitivity, and the effect of multiple objectives on standard portfolio selection. *Annals of Operations Research*, v. 152, n. 1, p. 297-317.

Steuer, R. E.; Na, P. (2003). Multiple criteria decision making combined with finance: A categorized bibliographic study. *European Journal of operational research*, v. 150, n. 3, p. 496-515.

Varga, G. (2001). Índice de Sharpe e outros indicadores de performance aplicados a fundos de ações brasileiros. *Revista de Administração Contemporânea*, 5(3), 215-245.

Xidonas, P.; Mavrotas, G.; Psarras, J. (2009) A multicriteria methodology for equity selection using financial analysis. *Computers & Operations Research*, v. 36, n. 12, p. 3187-3203.

Zopounidis, C., Galariotis, E., Doumpos, M., Sarri, S., Andriosopoulos, K. (2015) Multiple criteria decision aiding for finance: An updated bibliographic survey. *European Journal of Operational Research*. vol. 247, p.339-348.