MODELO MULTICRITERIO PARA A SELEÇÃO DE PORTFÓLIO DE PROJETOS: O USO DA VISUALIZAÇÃO GRÁFICA NA TOMADA DE DECISÃO

Mirian Batista de Oliveira Bortoluzzi
Universidade Federal de Pernambuco (UFPE) - CDSID-Center for Decision Systems and Information Development, Av. Prof. Moraes Rego, s/n - Cidade Universitária, Recife – PE
mirianbortoluzzi@gmail.com

Jônatas Araújo de Almeida
Universidade Federal de Pernambuco (UFPE) - CDSID-Center for Decision Systems and Information Development, Av. Prof. Moraes Rego, s/n - Cidade Universitária, Recife – PE
jonatasaa@yahoo.com.br

Adiel Teixeira de Almeida
Universidade Federal de Pernambuco (UFPE) - CDSID-Center for Decision Systems and Information Development, Av. Prof. Moraes Rego, s/n - Cidade Universitária, Recife – PE
almeida@cdsid.org.br

RESUMO

O objetivo deste trabalho é melhorar a qualidade da decisão e consequentemente o sucesso dos projetos e do portfólio, testando a influência da representação visual de informação para uma decisão após a analise de sensibilidade. O tipo de representação gráfica utilizado está associado a diferentes níveis de qualidade de decisão alinhado com os melhores resultados. As análises deste estudo sugerem que as representações visuais, em particular os gráficos, podem proporcionar benefícios e melhorar a qualidade da decisão do portfólio de projetos. Este estudo utiliza um Sistema de Apoio a Decisão com função valor aditiva e simulação de Monte Carlo para testar a sensibilidade da solução encontrada, e para compreender melhor a influência dos métodos de visualização gráfica e gerenciamento dos portfolios de projetos. Esta pesquisa fornece um importante contributo para atender a necessidade reconhecida de melhores ferramentas para entender e gerenciar as escolhas do portfolio de projetos.

PALAVRAS CHAVE. Seleção de Portfólio; Modelo Aditivo; Sistema de apoio à decisão;

Tópicos (Apoio à Decisão Multicritério, Outras aplicações em PO)

ABSTRACT

The aim of this work is to improve the quality of the decision and consequently the success of the projects and the portfolio by testing the influence of the visual representation of information for a decision after the sensitivity analysis. The type of graphic representation used is associated with different levels of decision quality aligned with the best results. The study analysis suggest that visual representations, particularly the graphs, can provide benefits and improve the quality of project portfolio decision-making. This study uses a Decision Support System with additive value function and Monte Carlo simulation to test the sensitivity of the solution found, as well as to better understand the influence of graphical visualization methods and management of project portfolios. This survey provides an important contribution to meeting the recognized need for better tools to understand and manage project portfolio choices**.**

KEYWORDS. Portfolio Selection; Additive Model; Decision Support System;

Paper topics (Multicriteria Decision Support, Other applications in OR)

1. Introdução

Atualmente, com o processo de globalização e os avanços em tecnologia muitos empresas estão em busca de táticas e estratégias para desenvolver produtos, processos e serviços com qualidade, fatores estes fundamentais para a competitividade empresarial, sendo essa capacidade de busca atrelada ao ambiente no qual as empresas estão inseridas. Assim, diante de ambientes cada vez mais competitivos em nível mundial, grandes transformações vêm ocorrendo na economia nos últimos anos, de tal forma que a implementação da gestão de portfólio de projetos tornou se uma atividade necessária à sobrevivência das empresas.

No entanto, a implementação de um portfólio de projetos não é algo tão simples, já que envolvem vários fatores que o torna uma tarefa complexa, fatores estes como risco, incertezas, prazo, tecnologias, recursos, o processo de tomada de decisão entre outros. Consequentemente, dentre estes fatores o processo de tomada de decisão possui características desafiadoras para o gerenciamento de portfólio de projetos [Cooper et. al., 2001].

Diante deste contexto, os métodos decisão multicritério, conforme [de Almeida, 2013], consiste em explicar o processo decisório, ajudando e orientando o decisor na estruturação, avaliação e escolha das alternativas do problema em questão. Em outras palavras, consiste em auxiliar o decisor a tomar decisão mediante os problemas complexos, com múltiplos critérios muitas das vezes conflitantes para os atores do processo decisório [de Almeida, 2013].

Nessa perspectiva são vários os métodos citados na literatura para auxiliar a seleção e priorização de portfólio de projetos, dentro dos modelos aditivos discretos, os trabalhos da literatura que utilizam esses modelos destacam o método *Multi-attribute Utility Theory* (MAUT) com os trabalhos realizados por [Sola e Mota, 2012]. O *Analytic Hierarchy Process* (AHP) abordado por [Mild, 2004] utiliza o modelo de otimização com função objetivo multicritério e uma ponderação aditiva, abordando projetos independentes, e [de Almeida et al., 2012] usam o método *Preference Ranking Organization Method for Enrichment Evaluation* (PROMETHEE), uma abordagem não compensatória.

No entanto, a visualização desempenha um papel essencial na concepção de software moderno, com o auxílio dos computadores, têm se desenvolvido uma maior atenção no papel da computação gráfica possibilitando a construção de interfaces humano-computador. Porém, existe ainda um grande desafio, no que diz respeito ao desenvolvimento de ilustrações gráficas [Miettinen, 2012].

No contexto de portfólio, vários autores descrevem modelos onde o portfólio de projetos recomendado é determinado pela maximização da soma total dos valores aditivos dos projetos individuais, sujeitos a restrições de recursos especificados [Golabi et al., 1981].

Dentro da visualização gráfica em problemas multicritérios destaca-se na literatura [Yu e Xu, 2012] que apresenta uma estrutura gráfica para descrever e formalizar os critérios inter-relacionados nos problemas *Multi-Criteria Decision Aid* (MCDA) através do desenvolvimento de uma nova ferramenta denominada de modelo *Fuzzy Graph-based Multi-Agent Decision Making* (FGMADM). [Pryke et al., 2007] aplicam um método utilizando heatmaps para que se possa visualizar, simultaneamente, o espaço de parâmetros e os objetivos dos problemas MCDA. [Korhonen , 1988] propõe um novo método interativo visual definido como *Visual Interactive Method for Discrete Alternatives* (VIMDA). [Raveh, 2000] utiliza método de análise multivariada chamado de Co-plot para representações geométricas dos problemas de decisão multicritério. [Mareschal e Brans, 1988] utilizam técnica gráfica para representações geométricas de problemas MCDA baseado no método PROMETHEE e no (*Principal Component Analysis*) (PCA).

Em relação à visualização gráfica em problemas multicritérios de portfólio de projetos, existem relevantes aplicações na literatura, como [Kiesling et al., 2011] que apresentam uma comparação entre dois métodos de visualização interativo, heatmaps e coordenadas paralelas, para visualizar a seleção de portfólio de forma interativa utilizando uma abordagem multicritério. [Gettinger et al., 2013] que analisa o impacto das diferentes representações visuais dos problemas

de decisão multicritério com um alto número de alternativas discretas candidatas a solução de pareto.

Assim, técnicas gráficas padrão podem ser utilizadas no âmbito MCDA. Exemplos incluem o uso de gráficos de barra dinâmicos, como a interface Pareto Race [Korhonen e Wallenius, 1988], e Korhonen's harmonious houses [Korhonen, 1991]. Tipicamente, a representação gráfica é uma parte essencial da interface do usuário em procedimentos MCDA interativos [Engin e Vetschera, 2017].

Diante deste contexto, dada a importância da necessidade da gestão de portfólio nas empresas, este artigo visa apresentar um Sistema de Apoio a Decisão (SAD) para ajudar os gestores a selecionar o mais apropriado portfolio de projetos com base em uma visualização gráfica. Nesse artigo, a principal preocupação do SAD é fazer a combinação de um modelo multicritério com otimização combinatória, que permita determinar a combinação ótima dos projetos e a melhor alocação dos recurso da organização para selecionar os projetos de uma empresa de energia, além de incorporar a esse sistema uma visualização gráfica que contribui significativamente para a geração de informação sobre a incerteza do modelo [de Almeida et al. 2015], bem como para a seleção do portfolio.

Para tanto, este artigo compõe-se de 5 seções, sendo que nesta 1ª seção é apresentada a introdução; na 2ª apresenta-se uma breve revisão pertinente da literatura sobre visualização gráfica em problemas de seleção de portfolio de projetos sob uma abordagem multicritério. Na 3ª seção apresenta uma breve descrição do Modelo de *Multi-Criteria Decision Making* (MCDM) para seleção de portfólio de projeto, o qual incorpora em um SAD o método de decisão multicriterio com a otimização combinatória, analise de sensibilidade baeseada em Simulação de Monte Carlo e a visualização gráfica. Na 4ª seção é apresentado um estudo baseado na literatura sobre seleção de portfolio de projetos em uma companhia de energia, no qual é demostrado a avaliação dos projetos e apresentado a visualização gráfica incorporada ao SAD com analise de sensibildiade. Por fim, na 5ª seção têm-se conclusões do estudo.

2.Visualização Gráfica em Problemas Multicritério de Portfólio

De acordo com os autores [Dyer et al., 1992], a importância do uso de uma representação visual apropriada de um problema multicritério foi claramente identificada na literatura e muitos tem sido os métodos de visualização propostos para os problemas multicritérios [Ishizaka, Siraj e Nemery, 2016)]. Porém, este tópico ainda não recebeu atenção suficiente [Gettinger et al., 2013].

[Korhonen e Laakso, 1986] ressaltam a análise multicritério utilizando técnicas gráficas e destacam um método interativo visual para solucionar problemas multicritérios através do uso da computação gráfica. O método não depende de conhecimento explícito das propriedades da função utilidade do decisor. O método não é baseado em hipóteses restritivas indevidamente sobre o comportamento do tomador de decisão. [Korhonen, 1987] destaca o uso de gráficos de barras para representar soluções de problemas MCDM através do *Visual Interactive Support System for multiple criteria decision making* (VIG).

[Korhonen, 1988] propõe um novo método interativo visual definido como *Visual Interactive Method for Discrete Alternatives* (VIMDA). Não é necessário que o decisor faça suposições sobre as propriedades da função utilidade. [Mareschal e Brans, 1988] apresenta técnica gráfica para representações geométricas de problemas MCDM baseado no método PROMETHEE e no PCA. [Vetschera, 1988] apresenta o SAD *Interactive Decision Aiding System* (IDEAS), que possui como vantagem a possibilidade do usuário classificar as alternativas de acordo com a sua posição no gráfico, modificar os valores dos limiares interativamente, desenvolver uma compreensão intuitiva do significado dos diferentes valores dos parâmetros e sua influência sobre o resultado. [Vetschera, 1992] introduz um método para representação gráfica de problemas de decisão multicritério com um conjunto de alternativas discretas.

Embora a metodologia MCDM seja uma importante ferramenta na análise de portfólio de projetos, ainda há poucos trabalhos que ressaltam a importância de técnicas visuais e dos métodos gráficos interativos no processo de seleção de portfólio com o objetivo de auxiliar o

decisor em importantes processos de tomada de decisão. Sistemas interativos permitem que os usuários modifiquem os parâmetros do problema e simultaneamente veja suas mudanças.

A seguir serão ressaltados os poucos trabalhos que abordam as técnicas de visualização nos problemas multicritérios de seleção de portfólio de projetos.

[Lourenço et al., 2008] avaliam 4 pacotes de software comercial (*Equity, HiPriority, Logical Decisions Portfolio and Expert Choice Resource Aligner*) para alocação de recursos em projetos juntamente com a abordagem MCDA. A distinção fundamental entre os softwares diz respeito ao tipo de procedimento de alocação de recurso utilizada.

[Iniestra e Gutiérrez, 2009] abordam a seleção de portfólio de projetos de infra-estrutura de transportes utilizando tanto o método PROMETHEE como o *Elimination and Choice Translating algorithm* (ELECTRE III) com o intuito de comparar os resultados obtidos. Os resultados foram apresentados graficamente para uma melhor compreensão das relações de preferências, permitindo visualizar qual alternativa é claramente preferível ou indiferente a outra alternativa e quais alternativas pertencem a um mesmo subconjunto ou não. Os autores realizam uma análise de sensibilidade através do uso de gráficos de barra mostrando diversas variações marginais ao mesmo tempo nos pesos dos critérios.

[Iniestra e Gutiérrez, 2009] sugerem que o processo apresentado possa ser facilmente incorporado em uma ferramenta SAD que seja utilizada de forma amigável. Um SAD mais compreensível pode incluir o uso de um sistema de informação geográfico (*Geographic Information Systems* (GISs) para automação dos dados do input e estimativas mais precisas dos coeficientes de interdependência.

[Kiesling et al., 2011] apresentam uma comparação entre dois métodos de visualização interativo, heatmaps e coordenadas paralelas, para visualizar a seleção de portfólio de forma interativa utilizando uma abordagem multicritério. Em seguida, foi realizado um experimento para avaliar as diferenças de percepções dos usuários quanto ao uso desses métodos em termos de avaliação subjetiva do usuário e medidas objetivas referentes ao esforço, convergência e estrutura do processo de pesquisa. [Lourenço et al., 2012] abordam o problema de selecionar um robusto portfólio de projetos na área de serviços de saúde utilizando o método MCDA MACBETH. Foi utilizado o software Equity para apoiar a análise de decisão de portfólio possibilitando que diversos tipos de restrições possam ser construídos manualmente ou visualmente dentro do modelo Equity.

A visualização em decisão multicritério permite que o decisor ganhe uma maior compreensão do problema e de novas entradas sobre os dados, sobre as alternativas e os fenômenos subjacentes. O ponto focal não é só para ajudar os decisores a entender relações sutis, mas também em impressões gerais, em outras palavras, permite uma boa visualização gráfica e exploração do problema de maneira a ajudar o decisor a obter melhores insights sobre o problema e as diferentes alternativas a serem comparadas. É importante que o decisor saiba identificar entre as alternativas, as suas semelhanças essenciais e diferenças comparando-as antes de tomar a decisão. Os gráficos devem ser claro, bem como fácéis de compreender e interpretar pelo decisor [Miettinen, 2012].

Diante deste contexto, verifica que a quantidade de informação é algo importante nesse âmbito, pois muita informação pode ser algo desnecessário levando a uma decisão equivocada, por outro lado a falta de informação também pode acarretar decisões erradas. Isto significa que não há nenhum sentido em tentar oferecer muita informação (por exemplo, muitas alternativas) para visualização, não importa quão clara sejam.

Assim, este estudo aborda a seleção de portfolios de projetos de um caso já exposto na literatura para uma empresa do setor de energia, no entanto a ênfase dada nesse trabalho é apresentar a representações visuais implementada em um SAD, como forma de auxiliar no processo de tomada de decisão, de maneira a: (i) auxiliar na análise dos diferentes portfólios que surgem com a análise de sensibilidade; (ii) adquirir vantagem ao comparar graficamente os portfólios preferíveis ou indiferentes, o que possibilita apoiar o tomador de decisão [Gettinger et al., 2013]; (iii) suportar um grande número de inferências perceptivas a um baixo custo cognitivo.

Além do mais, possibilita o imediato feedback e a fácil modificação dos limiares facilitando uma abordagem exploratória do espaço de solução. [Gettinger et al., 2013].

3 Modelo de MCDM para Seleção de Portfólio de Projeto

A metodologia multicritério é uma importante ferramenta na análise e seleção de portfólio de projetos por apresentar as seguintes características: Cada projeto possui uma natureza complexa, multidimensional e única com características particulares e peculiares que devem ser analisadas individualmente e cuidadosamente. A seleção de portfólio de projetos é uma atividade realizada periodicamente pelas organizações, buscando reunir projetos disponíveis e projetos em andamentos que atendam aos diversos objetivos conflitantes da organização, sem violar suas restrições, como a de seus recursos disponíveis [Archer e Ghasemzadeh, 1999].

O modelo multicritério proposto aqui para portfólio de projetos com agregação aditiva é um modelo multicritério de critério único de síntese com comportamento compensatório, no qual os diferentes critérios são agregados através de uma única função valor por meio de constantes de escala que refletem o quanto o um critério compensa outro. Nos modelos de agregação aditiva, os critérios de avaliação devem ser independentes. As constantes de escala do método aditivo possuem alguns procedimentos para serem obtidas, e não consideram apenas a importância relativa entre os critérios, mas também as escalas utilizadas pelos critérios [de Almeida, 2013].

Neste estudo, o modelo desenvolvido apoia a seleção de portfólios através da função valor aditiva, cuja aplicação é uma sequência de entrada de dados através do modelo aditivo para a construção da função objetivo com uso de procedimento de otimização para combinação ótima de projetos para compor o portfólio e pôr fim a análise de sensibilidade para tratar as incertezas dos dados do modelo [de Almeida, 2013].

Então o modelo proposto para seleção de projetos neste estudo utiliza o método multicritério de agregação aditiva (modelo Aditivo) sendo este modelado como problema da mochila [de Almeida e Duarte, 2011]. Logo o termo, mochila consiste em colocar uma quantidade de item i (projeto) de diferentes valores c_i (custo), e importância (valor global de cada projeto x_i), com o objetivo de maximizar o valor total da mochila dentro do limite (orçamento B).

Assim, o modelo de decisão multicritério para seleção de projeto proposto neste trabalho consiste no uso do modelo aditivo para construir a função objetivo, com procedimento de otimização, cuja solução ótima é obtida pela programação binária inteira (conhecido problema da mochila), conforme a equação (1):

$$\begin{aligned} &\text{Max } V(x) = \sum_{i=1}^{m} \left(y_i \ * \sum_{j=1}^{n} k_j * v_j(x_i) \right) \\ &Sa : \sum_{i=1}^{m} y_i * c_i \le B \\ &y_i \in [0,1] \therefore i = 1,...,m \end{aligned} \qquad (1)$$

Onde y_i é uma variável binária tal que $y_i = 1$ se o projeto j está na portfolio ótima e $y_j = 0$ casos contrário.

Após encontrar a solução ótima, a segunda parte do modelo consiste na analise de sensibilidade baseada na simulação de monte Carlo. Na simulação de Monte Carlo de acordo com [Mavrotas e Pechak, 2013], o processo é descrito *N* vezes repetidas, que representa um grande número, que retorna *N* portfolios ótimos, expressando todos os estados possíveis da situação de decisão (alguns destes portfólios ótimos podem ser idênticos). Todo o processo é ilustrado na Figura 1.

https://proceedings.science/p/85509?lang=pt-br

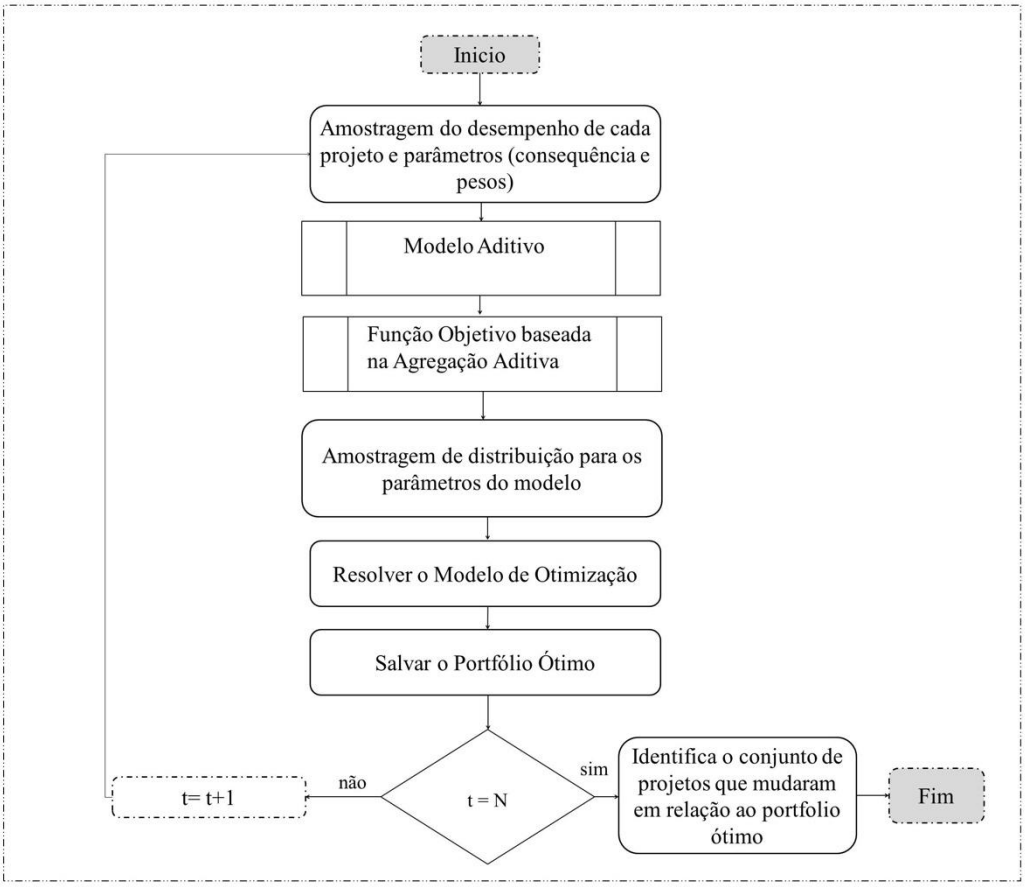


Figura 1 – Etapa de simulação de Monte Carlo
Fonte: Adaptado de [Mavrotas e Pechak, 2013]

4. Apresentação da Visualização Gráfica em Seleção de Portfolio de Projetos

Esta seção aborda a experimentação numérica do modelo de Portfolio com avaliação multicritério e visualização gráfica estruturado anteriormente, com a finalidade de ilustrar a aplicação do modelo proposto.

Para ilustrar o uso do modelo aqui apresentado, nos utilizamos os dados de uma aplicação apresentada por [Martins et al., 2017]. O problema consiste em selecionar um portfólio de novos projetos para uma empresa do setor Eletrico a partir de um conjunto de trinta e dois projetos. Os projetos proposto são classificados em categorias definidas como: Expansão da margem de lucro (AM), Risco Regulatório (RR), Satisfação do Cliente (SC) e Negócio Competitivo (NC). Sendo os critérios definidos para avaliar o desempenho dos projetos foram: Impacto no Resultado (C1), Alinhamento Estratégico (C2), Melhoria de Indicadores Regulados(C3) , Contribuição para Satisfação dos Clientes (C4), Complexidade (C5) e Probabilidade de Sucesso (C6).

Os valores de cada critério foram determinados subjetivamente por uma escala verbal definida em Alto, Médio e Baixo, desenvolvida pelo analista, para auxiliar no julgamento do decisor, que posteriormente foi convertida para uma escala numérica ordinal. Assim, critérios, impacto no resultado, alinhamento estratégico, melhoria de indicadores regulados, contribuição dos clientes e complexidade, utilizou-se a escala como 1 (equivalente a Baixo), 2 (equivalente como a Médio) e 3 (equivalente a Alto) enquanto para o critério de probabilidade de sucesso a escala teve a seguinte correspondência 35%(equivale a uma baixa probabilidade de sucesso), 60% (equivale a uma média probabilidade de sucesso) e 85% (equivale a uma alta probabilidade de sucesso).

Neste problema utiliza se uma única restrição para o problema de portfólio, a restrição de orçamento para investimento nos projetos, por ser a restrição básica para este tipo de problema.

Na restrição de orçamento, cada alternativa de projeto consome um determinado valor ao ser implementada no portfólio de projetos, e o valor consumido por todos os projetos que formam um portfólio não deve exceder o limite dado pelo orçamento, gerando uma restrição de menor ou igual para o problema. Assim o orçamento limite foi de R$2.748.885,00

A Tabela 1 apresenta a matriz de consequência do problema estudado, representando o desempenho dos projetos para cada critério e as constantes de escala já normalizados.

Tabela 1 – *Input* do problema

	Critério e Constante de Escala (Pesos)						
Projetos	**Cr1**	**Cr2**	**Cr3**	**Cr4**	**Cr5**	**Cr6**	**Orçamento ($)**
	0.29	**0.23**	**0.17**	**0.14**	**0.11**	**0.06**	
AM01	2	3	2	1	0.35	0.5	314.043,00
AM02	2	2	1	1	0.85	1	88.302,00
AM03	3	3	3	3	0.6	1	11.901,00
AM04	3	2	3	3	0.6	0.33	127.311,00
AM05	1	3	2	3	0.85	0.5	71.357,00
AM06	2	3	1	1	0.35	0.33	81.287,00
AM07	1	3	2	3	0.6	0.5	121.188,00
AM08	2	3	1	1	0.85	0.5	11.234,00
RR01	1	1	1	2	0.6	0.33	191.874,00
RR02	2	2	2	1	0.85	0.33	24.268,00
RR03	2	3	3	3	0.6	1	56.694,00
RR04	2	2	1	1	0.85	1	103.604,00
RR05	3	2	2	2	0.85	0.5	264.893,00
RR06	1	2	2	1	0.6	0.33	43.008,00
RR07	2	3	2	1	0.6	1	244.386,00
RR09	1	2	2	1	0.6	0.5	170.442,00
SC01	1	3	1	3	0.85	0.5	153.141,00
SC02	1	2	2	2	0.85	0.5	136.213,00
SC03	1	3	2	3	0.6	0.5	213.801,00
SC04	1	2	1	2	0.85	1	171.874,00
SC05	1	2	1	1	0.85	0.33	160.515,00
SC06	1	2	1	1	0.85	0.33	222.955,00
SC08	1	1	1	1	0.85	0.33	200.762,00
SC09	1	3	1	1	0.85	0.33	220.314,00
NC01	3	3	1	1	0.85	1	285.389,00
NC02	2	2	2	1	0.85	0.33	116.001,00
NC03	2	2	1	3	0.85	0.5	261.873,00
NC04	2	3	1	3	0.6	0.33	213.338,00
NC05	3	2	2	1	0.6	0.5	117.879,00
NC06	2	2	1	3	0.6	0.5	111.834,00
NC08	1	3	2	1	0.6	0.33	199.040,00
NC09	3	3	1	1	0.85	0.5	287.251,00

O problema de seleção de portfólio foi avaliado usando uma ferramenta computacional desenvolvido pelo Centro de Desenvolvimento em Sistemas de informação e Decisão (CDSID, 2017). A partir da matriz de consequência, dos valores orçamentais e da restrição e as constantes de escala fornecida pelo decisor, o SAD apresenta um resumo das informações do *input* do problema de seleção de projetos, conforme Figura 2

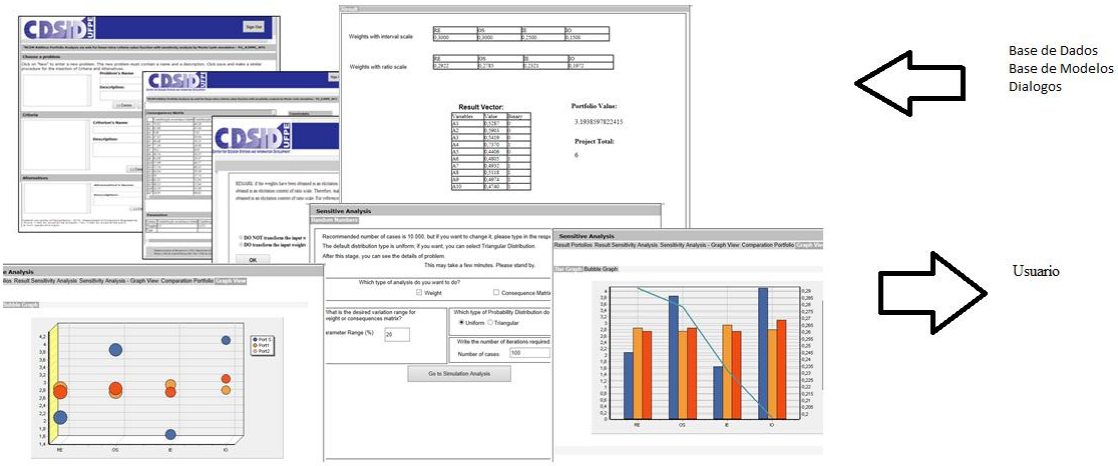


Figura 2 – Arquitetura e Desgin do SAD

Uma vez que os pesos foram obtidos em um contexto de elicitação de escala de intervalar deve-se tomar cuidado conforme abordado por [de Almeida, Vetschera e de Almeida, 2014], visto que na maioria dos procedimentos utilizados com o modelo aditivo há problemas de escala, já que utilizam uma escala intervalar, ocasionando graves mudanças no processo, ou seja, podem penalizar portfólio com muitos projetos. Tendo em vista, esse erro, o SAD apresentado possibilita uma forma de corrigir tal fato. Caso as constantes de escala tenham sido obtidas em um contexto de escala intervalar como foi o caso do problema estudado, faz-se a transformação para escala de razão[de Almeida, Vetschera e Almeida, 2014].

4.1 Resultados e Discussão

A tabela 2 apresenta o resultado da otimização do portfólio, resultante do uso do SAD. Na tabela é apresentado os projetos, o valor de cada projeto obtido pela função valor, após a transformação para a escala de razão, e os projetos escolhidos. Foi encontrado um portfólio ótimo composto por 23 projetos, cujo valor do portfólio ótimo igual a 15,33.

Tabela 2 – Projetos selecionados pelo modelo

#Projetos	Valor	Projetos escolhidos	#Projetos	Valor	Projetos escolhidos
AM01	0,6551	0	SC01	0,6682	1
AM02	0,6254	1	SC02	0,6025	1
AM03	0,9639	1	SC03	0,688	1
AM04	0,8488	1	SC04	0,5761	1
AM05	0,7241	1	SC05	0,4907	1
AM06	0,5892	1	SC06	0,4907	0
AM07	0,688	1	SC08	0,4151	0
AM08	0,6715	1	SC09	0,5662	0
RR01	0,4249	0	NC01	0,7963	0
RR02	0,6418	1	NC02	0,6418	1
RR03	0,8686	1	NC03	0,688	0
RR04	0,6254	1	NC04	0,7174	1
RR05	0,7931	0	NC05	0,711	1
RR06	0,5104	1	NC06	0,6518	1
RR07	0,7207	1	NC08	0,5859	1
RR09	0,5204	1	NC09	0,7668	0

Para tratar as incertezas foi realizada a análise de sensibilidade através da simulação Monte Carlo. Primeiro, foi considerado o peso no contexto de escala de razão, com intervalo de variação 10% e 20% em uma distribuição uniforme e 1000 casos. Como resultado desse conjunto de simulação, a solução ótima foi considerada a melhor a ser recomendada.

Mas, a variação nas consequencias também foram analisadas com intervalo de variação 10% e 20% em uma distribuição uniforme. Uma vez que, os resultados da analise de

sensibilidade apresenta outros portfolios diferentes do portolio ótimo inicial,e visualmente o decisor compara esses portfolio através de gráficos que proporciona um melhor entendimento sobre esses novos portfolio que surgem.

Os resultados considerando análise de sensibilidade do parametro consequência, com um intervalo de 10% e 20%, apresentam seis novos portfolios diferentes do portfolio ótimo inicial (Tabela 2). É possível observar através de Figura 3, a primeira forma de visualização dos dados, nessa figura é apresenta um gráfico de barra com os projetos que mais entraram durante a analise de sensibilidade e os projetos que mais saíram do portfolio. Observa-se que os projetos RR05, NC01 e NC09 são os que mais entraram nos portfolio durante a analise de sensibilidade enquanto os projetos RR09, SC05, NC08 foram os que mais saíram do portfolio ótimo quando comparados com os demais portfolios que surgiram, em ambos intervalos.

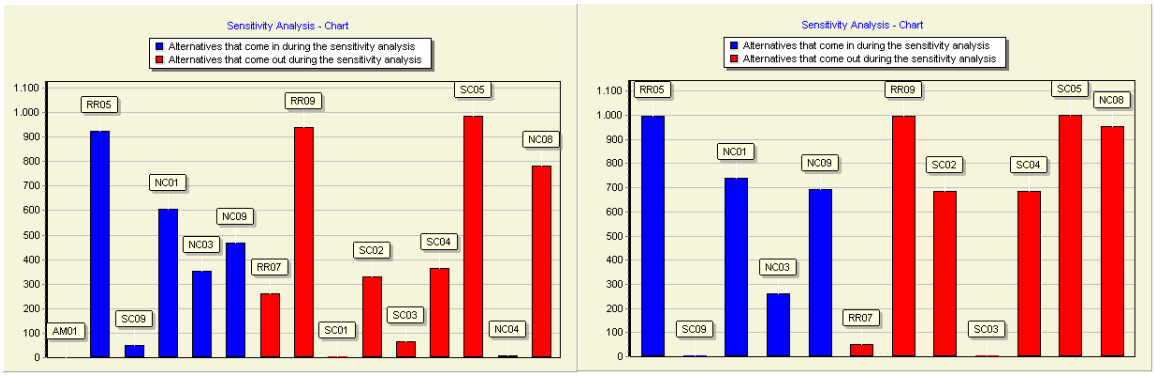


Figura 3 – Projetos que entram e saiem durante Analise de Sensibilidade (intervalo 20% e 10%)

Conseiderando, um intervalo de 10% e 20% sobre a matriz de consequência, surgem 6 e 31 novos portfolio diferentes respectivamente, No entando, surgem um novo problema para o decisor escolher qual portfolio escolher e como analisar, assim o SAD possibilita o decisor analisar esses portfolio em dois tipos de grafios, barra e bolhas, nessa primeira simulação, o decisor escolhe apresentação de gráficos formados por 6 portolios (Portfolio ótimo e os demais resultante da analise de sensibilidade). Para simplificar apresenta-se os portfolio que tem uma maior frequência dentro do 1000 casos simulados.

A visualização gráfica permite que o decisor analise o desempenho de cada portfolio pelos critérios avaliados e assim possa tomar a decisão. Nessa situação, existem vários aspecto a ser considerado, qual portfolio tem melhor desempenho em cada critério, e compará-los uma vez que os critérios possuem uma relação de *trade-off*, onde um melhor desempenho em um dado critério é compensado por um pior desempenho em outro (Figura 4).

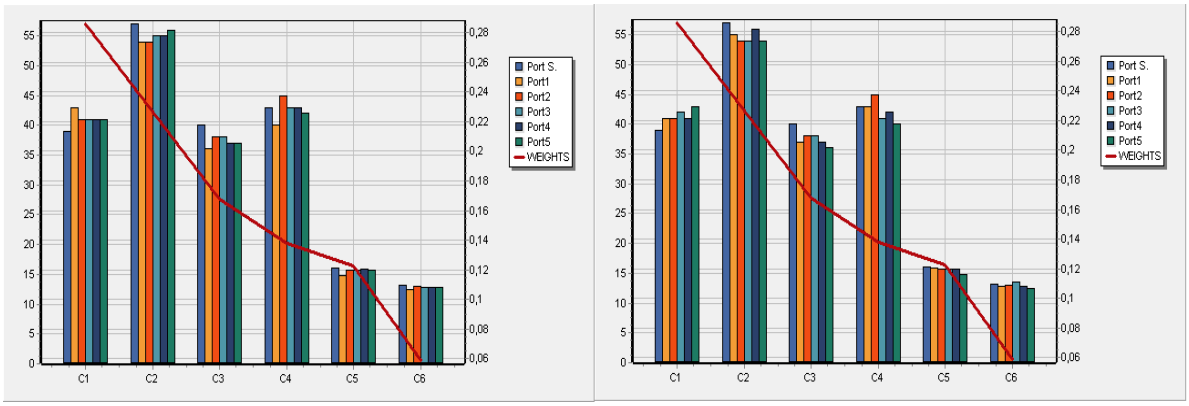


Figura 4 – Desempenho dos Portfolios por Critério (Simulação em 10% e 20% das Consequencias)

A Figura 4 apresenta os gráficos gerados pelo SAD, comparando os diferentes portfolios gerados com analise de senbilidade com o portfolio ótimo. O gráficos apresenta em cada barra um portfolio e o seu desempenho em cada critérios, o que possibilita visualmente o decisor,

observar cada portolio pelos critérios e tomar a decisão de qual portfolio escolher baseado em uma analise da representação gráfica de cada portfolio gerado com a analise de sensibilidade.

Obervando o ambos gráfico de barra (Figura 4) para cada simulação, intervalo de 10% e 20%, observa que todos os portfolio tem um bom desempenho para o critério C2, no entanto o portfolio ótimo apresenta um melhor desempenho nos demais o que acaba por ser um indicativo para a tomada de decisão como o portfolio a ser escolhido, diante dessa perspectiva.

Diante deste contexto, a visualização gráfica proporciona uma maior atenção ao tomador de decisão sob dois aspectos principais: o primeiro é como a visualização gráfica tem influência sobre os benefícios e desempenho dos portfolio e a relação entre a visualização gráfica e as constantes de escala dos critérios. Assim, pode-se inferir que com a visualização gráfica proporciona ao tomador de decisão a realização extensiva do uso de apresentações gráficas durante a busca por uma solução interativa e com elevada probabilidade de sucesso.

5. Considerações Finais

A visualização gráfica desempenha um papel essencial na concepção de software moderno. Com o auxílio dos computadores, têm se desenvolvido uma maior atenção no papel da computação gráfica possibilitando a construção de interfaces humano-computador. Porém, existe ainda um grande desafio, no que diz respeito ao desenvolvimento de ilustrações gráficas [Miettinen, 2012].

No estudo, foi possível observar como uma representação gráfica ajuda a melhorar a qualidade da decisão e, portanto, o sucesso do projeto e do portfólio, apresentando a representação visual de informação para uma decisão após a analise de sensibilidade, na qual pode surgir novos portfolio e assim havendo a necessidade de escolher um desses.

Assim, para demonstrar a aplicação foram usados dados de um problema da literatura, na qual partir de um conjunto de 32 (trinta e dois) projetos canditados para empresa, avaliados por 6 (seis) critérios, o modelo apresentou um resultado satisfatorio selecionando 23 (vinte e três) projetos. Na análise de sensibilidade, percebeu-se que a solução padrão se mantem na frequencia maior dos casos simulados, para variações em ambos parametros ,pesos e consencias, com intervalos 10% e 20% respectivamente. É possível analisar também que em todas as novas soluções, a maior parte dosprojetos se mantém, mudando dois ou três projetos, e graficamente pode-se analisar de forma visual quais foram esses projetos que mudam com mais frequencia. Os projetos da solução padrão que são exluídos mais facilmente na análise de sensibilidade são o RR05 e o AM02, enquanto os AM09, SC07 e NC07 são os projetos não selecionados na solução padrão que são selecionados mais facilmente nas novas soluções.

Pode-se concluir então, que o uso das representações visuais, em particular os gráficos, podem proporcionar benefícios e melhorar a qualidade da decisão do portfólio de projetos. Em particular neste estudo utilizou-se de um SAD com função valor aditiva e simulação de Monte Carlo para testar a sensibilidade da solução encontrada, e para compreender melhor a influência dos métodos de visualização gráfica e gerenciamento dos portfolios de projetos.

Assim, do ponto de vista prático, o método escolhido, compensatório, Modelo Aditivo pode ser utilizado para estudo de portfólios do setor elétrico, no entanto é necessário atenção em consideração às escalas utilizadas. O SAD utilizado para Seleção de Portfólio como qualquer outro Sistema de apoio à decisão com visualização grafica pretende auxiliar o tomador de decisão e não substituí-lo. Dessa forma, o decisor pode escolher o portfólio que lhe seja mais adequado ao problema proposto. Para estudos futuros, pode-se considerar a possibilidade de explorar outras restrições além da orçamentária aqui proposta, como o uso de outros métodos e outras formas de visualização como gráfico Radar por exemplo.

Referências

Archer, N. P; Ghasemzadeh, F. (1999) An Integrated Framework for Project Portfolio Selection. International Journal of Project Management, 17(4): 207-216.

De Almeida, A.T. De; (2013) Processo De Decisão Nas Organizações: Construindo Modelos De Decisão Multicritério, 1a Edição. São Paulo: Editora Atlas.

De Almeida, A. T.; Morais, D. M.Costa, A. P. C. S., Alencar, L. H., Daher, S. F. D. (2012) Decisão Em Grupo E Negociação: Métodos E Aplicações. Editora Atlas.

De Almeida, A.T. , Vetschera, R., (2012) A note on scale transformations in the PROMETHEE V method. European Journal of Operational Research, 219:198–200.

De Almeida, A. T., Cavalcante, C. A. V., Alencar, M. H., Ferreira, R. J. P., De Almeida-Filho, A. T., & Garcez, T. V. (2015). Multicriteria And Multiobjective Models For Risk, Reliability And Maintenance Decision Analysis (Vol. 231).

De AlmeidA, A. T.; Duarte, M. D. O.(2011); "A Multi-Criteria Decision Model For Selecting Project Portfolio With Consideration Being Given To A New Concept For Synergies". Pesquisa Operacional. Vol. 31, P. 301-318,.

Cooper, R.; Edgett, S. J. Kleinschmidt, E.J., (2001), Portfolio Management for New Product Development. R & D Management, V.31, n.4, pp.361380.

Dyer, J. S.; Fishbum, P. C.; Steuer, R. E.; Wallenius, J.; Zionts, S.(1992) "Multiple Criteria Decision Making, Multiattribute Utility Theory: The Next Ten Years". Management Science. Vol. 38, P. 645-654.

Engin, A., Vetschera, R. (2017). Information representation in decision making: The impact of cognitive style and depletion effects. Decision Support SystemsVol. 103, P. 94-103.

Gettinger, J.; Kiesling, E.; Stummer, C.; Vetschera, R (2013). "A Comparison Of Representations For Discrete Multi-Criteria Decision Problems". Decision Support Systems. Vol. 54, P. 976-985.

Golabi, K.; Kirkwood, C. W.; Sicherman, A. (1981); "Selecting A Portfolio Of Solar Energy Projects Using Multi-Attribute Preference Theory". Management Science. Vol. 27, P. 174-189.

Iniestra, J. G.; Gutiérrez, J. G. (2009); "Multicriteria Decisions On Interdependent Infrastructure Transportation Projects Using An Evolutionary-Based Framework". Applied Soft Computing. Vol. 9, P. 512-526.

Ishizaka A., Siraj S., Nemery P., (2016). Which energy mix for the UK (United Kingdom)? An evolutive descriptive mapping with the integrated GAIA (graphical analysis for interactive aid) e AHP (analytic hierarchy process) visualization tool. Energy Vol. 95. 602 e 611

Kiesling, E.; Gettinger, J.; Stummer, C.; Vetschera, R (2011). "An Experimental Comparison Of Two Interactive Visualization Methods For Multicriteria Portfolio Select". Portfolio Decision Analysis. International Series In Operations Research & Management Science. Vol. 162, P. 187-209.

Korhonen, P. (1991)"Using Harmonious Houses For Visual Pairwise Comparison Of Multiple Criteria Alternatives". Decision Support Systems. Vol. 7, N. 1, P.47-54.

Korhonen, P.; Laakso, J. (1986);" A Visual Interactive Method For Solving The Multiple Criteria Problem". European Journal Of Operational Research. Vol. 24, P. 277-287.

Korhonen, P. (1987), "Vig - A Visual Interactive Support System For Multiple Criteria Decision Making", Belgian Journal Of Operations Research, Statistics And Computer Science. Vol. 27, P. 3-15.

Korhonen, P. (1988) "A Visual Reference Direction Approach To Solving Discrete Multiple Criteria Problems". European Journal Of Operational Research. Vol. 34, P. 152-159.

Korhonen, P.; Wallenius, J (2008). "Visualization In The Multiple Objective Decision-Making Framework" In: Branke, J.; Deb, K.; Miettinen, K.; Slowinski, R.; (Eds). Multiobjective Optimization, Springer, Berlim, P. 195-212.

Lourenço, J. C.; Costa, C. A. B.; Morton, A.; "Software Packages For Multi-Criteria Resource Allocation". Proceedings Of The Ieee International Engineering Management Conference, Iemc-

Europe 2008, Estoril, Portugal, 2008.

Mareschal, B.; Brans, J-P. (1988); Geometrical Representations For Mcda. European Journal Of Operational Research. Vol. 34, P. 69-77.

Martins, C.L., Lopez, H. M. L.; Almeida, J. A. (2017).; de Almeida, A. T.; Bortoluzzi, M. B. O;. An MCDM project portfolio web-based DSS for sustainable strategic decision making in an electricity company", Industrial Management & Data Systems, https://doi.org/10.1108/IMDS-09-2016-0412.

Mild, P. "Multicriteria Portfolio Analysis for Strategic Resource Allocation. Helsinki, (2004). 85p. Master's Thesis (Master of Science in Technology – Department of Engineering Physics and Mathematics – Helsinki University of Technology).

Miettinen, K; Survey of methods to visualize alternatives in multiple criteria decision making problems, 2012. (Optimization and Systems Theory, Department of Mathematics, KTH Royal Institute of Technology, 10044 Stockholm, Sweden).

Miettinen, K.; Mustajoki, J.; Stewart, T. J. Interactive multiobjective optimization with NIMBUS for decision making under uncertainty. Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2013.

Mavrotas, G.; Pechak, (2013) O. The trichotomic approach for dealing with uncertainty in Project portfolio selection: combining MCDA, mathematical programming and Monte Carlo simulation. Int. J. Multicriteria Decision Making, v. 3(1): 79-76.

Pryke, A.; Mostaghim, S.; Nazemi, A. (2007) "Heatmap visualisation of population based multi objective Algorithms". In: Obayashi, S.; Deb, K.; Poloni, C.; Hiroyasu, T.; Murata, T.; (eds) Evolutionary multi-criterion optimization (LNCS 4403). Springer, Berlin, Heidelberg, New York, pp 361–375.

Raveh, A. (2000) "Co-plot: A graphic display method for geometrical representations of MCDM". European Journal of Operational Research. Vol. 123, p. 670-678.

Sola, A. V. H.; Mota, C. M. M.; (2012) "a multi-attribute decision model for portfolio selection aiming to replace technologies in industrial motor systems". Energy conversion and management. Vol.57, p. 97-106,

Vetschera, R. (1994); "Mcview: An Integrated Graphical System To Support Multi-Attribute Decisions". Decision Support Systems. Vol. 11, P. 363-371.

Vetschera, R. (1988); "An Interactive Outranking System For Multiattribute Decision Making". Computers & Operations Research. Vol. 15, N. 4, P. 311-322,.

Vetschera, R. (1992); "A Preference-Preserving Projection Technique For Mcdm". European Journal Of Operational Research. Vol. 61, P. 195-203.

Yu, X.; Xu, Z. (2012) "Graph-Based Multi-Agent Decision Making". International Journal Of Approximate Reasoning. Vol. 53, P. 502-512.