

Lógica *Fuzzy* aplicada a um projeto de investimento financeiro sob condições de incerteza

Gislaine Cristina Batistela¹, Mariana Alves da Silva¹, Camila Locchetti Pinto¹,
Danilo Simões¹

¹ UNESP - Univ Estadual Paulista, Engenharia de Produção, 18409-010, Itapeva, SP, Brasil,
{gislaine@, mariana.alves@grad., camila.locchetti@grad., danilo@}itapeva.unesp.br

Resumo

Na análise de viabilidade financeira de projetos de investimento, na maioria das vezes não se tem certeza do custo inicial, do valor de retorno, das taxas de juros, do volume de vendas e, até mesmo, da vida útil do projeto, dentre outros. Esses fatores afetam os resultados das respostas para as diferentes variáveis inerentes, gerando incertezas em relação às variáveis de entrada do modelo matemático. Um método de análise financeira de investimento utilizado é o Valor Presente Líquido (VPL), no qual são comparadas todas as entradas e saídas de dinheiro na data inicial do projeto, descontando todos os valores futuros do fluxo de caixa na taxa de juros (Taxa Mínima de Atratividade – TMA), que mede o custo de capital [1].

Em vários momentos de uma análise financeira de projetos de investimentos, as informações encontram-se vagas e imprecisas sendo inevitável a interpretação de maneira quantitativa [2]. Assim sendo, é necessário incorporar a condição de incerteza que, por meio da lógica *fuzzy*, permite um tratamento matemático a termos linguísticos subjetivos, vagos ou imprecisos sem que informações importantes se percam na modelagem [3].

Portanto, o objetivo do estudo foi calcular o VPL por meio da lógica *fuzzy* (VPL_{fuzzy}) para avaliação financeira de um projeto de investimento em uma agroindústria, de modo que as incertezas presentes no investimento sejam incorporadas ao modelo.

De acordo com [3] e [4], os α -níveis do Número Triangular *Fuzzy* (TFN - *Triangular Fuzzy Number*), têm a representação:

$$A = [a^{l(\alpha)}, a^{r(\alpha)}] = [(a_2 - a_1) \times \alpha + a_1; (a_2 - a_3) \times \alpha + a_3], \quad (1)$$

para todo $\alpha \in [0, 1]$, em que $l(\alpha)$ é função inversa do seguimento de reta à esquerda do referido TFN e $r(\alpha)$ é a função inversa que representa o seguimento da direita do TFN.

Segundo [5], nos casos em que se tem a TMA, o investimento e os fluxos futuros na forma *fuzzy*, pode-se calcular o VPL *fuzzy*, respeitando-se as propriedades dos conjuntos *fuzzy*.

O desenvolvimento da função VPL_{fuzzy} se divide em duas etapas distintas: a primeira fase refere-se ao cálculo do lado esquerdo da função ($VPL_{fuzzy}^{l(\alpha)}$), que representa os piores valores possíveis para o projeto de investimento; e a segunda fase refere-se ao

lado direito ($VPL_{fuzzy}^{r(\alpha)}$), que representa os melhores valores possíveis do VPL_{fuzzy} , para α no intervalo $[0, 1]$, de acordo com o seguinte modelo:

$$VPL_{fuzzy} = [VPL_{fuzzy}^{l(\alpha)}, VPL_{fuzzy}^{r(\alpha)}]. \quad (2)$$

Para o cálculo dos termos $VPL_{fuzzy}^{l(\alpha)}$ e $VPL_{fuzzy}^{r(\alpha)}$ foram utilizadas as Equações 3 e 4, respectivamente:

$$VPL_{fuzzy}^{l(\alpha)} = \sum_{j=0}^n \left(\frac{\max(FC_j^{l(\alpha)}, 0)}{\prod_{j'=0}^j (1 + i_j^{r(\alpha)})} + \frac{\min(FC_j^{l(\alpha)}, 0)}{\prod_{j'=0}^j (1 + i_j^{l(\alpha)})} \right), \quad (3)$$

$$VPL_{fuzzy}^{r(\alpha)} = \sum_{j=0}^n \left(\frac{\max(FC_j^{r(\alpha)}, 0)}{\prod_{j'=0}^j (1 + i_j^{l(\alpha)})} + \frac{\min(FC_j^{r(\alpha)}, 0)}{\prod_{j'=0}^j (1 + i_j^{r(\alpha)})} \right), \quad (4)$$

em que FC_j são os fluxos de caixa e i é a taxa de juros.

De acordo com [5], adota-se o cálculo de áreas para encontrar a possibilidade de sucesso ou insucesso de um projeto de investimento por meio do cálculo da possibilidade cumulativa da variável de saída. Para o cálculo da possibilidade cumulativa aplicou-se a equação:

$$\mu^*(x < 0) = \left| \frac{\int_{a_1}^0 \mu(x) dx}{\int_{a_1}^{a_3} \mu(x) dx} \right|, \quad (5)$$

sendo que $\mu(x)$ refere-se a função de pertinência do VPL_{fuzzy} .

O desenvolvimento do cálculo do VPL_{fuzzy} iniciou-se com a etapa de *fuzzificação* das variáveis de entrada. Os componentes definidos para o fluxo de caixa do investimento em estudo foram: investimento inicial de US\$ 597,988.04; receita anual de US\$ 126,855.03; despesa anual de US\$ 23,183.75 e depreciação anual US\$ 3,091.68, considerando um período de vida útil do projeto de investimento de 10 anos. Foi considerado como taxa de câmbio o preço da moeda estrangeira oficial do Banco Central do Brasil a preço de venda, medida em unidades e frações da moeda nacional, que era de R\$2,3454 em 26/02/2014 (BANCO CENTRAL DO BRASIL, 2014). Utilizaram-se dados da série temporal econômico-financeiro referente ao Índice Nacional de Preços ao Consumidor Amplo (IPCA) disponibilizado pelo Banco Central do Brasil observado entre janeiro de 2004 e maio de 2014 para TMA.

Por meio da *fuzzyficação*, os componentes do fluxo de caixa foram representados TFN (a_1, a_2, a_3), podendo ocorrer, segundo especialistas, uma variação de $\pm 15\%$. O valor da TMA utilizada no cálculo do VPL_{fuzzy} foi 5,93% que foi caracterizada por um número *fuzzy* triangular com uma variação de $\pm 2\%$.

Na Tabela 1 observa-se a representação à direita, $l(\alpha)$, e à esquerda, $r(\alpha)$, dos componentes do fluxo caixa e da TMA, utilizados para o cálculo do VPL_{fuzzy} .

Tabela 1. Fuzzyficação dos componentes do fluxo de caixa e da TMA.

	$l(\alpha)$	$r(\alpha)$
Investimento inicial	$89,698.21 * \alpha - 687,686.25$	$- 89,698.21 * \alpha - 508,289.83$
Receita	$19,028.25 * \alpha + 107,826.78$	$- 19,028.25 * \alpha + 145,883.28$
Despesas	$3,477.56 * \alpha - 26,661.31$	$- 3,477.56 * \alpha - 19,706.19$
Depreciação	$463.75 * \alpha - 3,555.43$	$- 463.75 * \alpha - 2,627.93$
TMA	$0.0012 * \alpha + 0.0581$	$- 0.0012 * \alpha + 0.0605$

O pior resultado possível que o projeto de investimento poderá apresentar, segundo a abordagem *fuzzy*, será de – US\$ 65,566.34, que foi obtido pelo valor de $\alpha = 0$ na função $VPL_{fuzzy}^{l(\alpha)}$. Considerando $\alpha = 0$ na função $VPL_{fuzzy}^{r(\alpha)}$, obteve-se o valor que representa o melhor resultado possível para o projeto de investimento, o qual será de US\$ 448,255.12.

A possibilidade de insucesso do projeto de investimento agroindustrial em estudo será de 0,5%. Considera-se que o referido projeto de investimento apresenta um risco de insucesso baixo.

A análise do VPL é considerada a melhor técnica de decisão de investimento de acordo com [1], porém, os valores determinísticos podem transmitir uma falsa segurança aos investidores. Em muitas situações há um aumento das variáveis envolvidas no processo decisório, associando um grau de risco e incerteza, o que torna indispensável uma análise por meio de técnicas que incorporam a condição de incerteza de maneira quantitativa.

Destarte, com a aplicação da lógica *fuzzy*, os conceitos que envolvem VPL_{fuzzy} são adequados para avaliação de projetos de investimentos sob condições de incerteza.

Palavras-chave: lógica *fuzzy*; viabilidade financeira; risco.

Referências

1. Assaf Neto, A.; Lima, F. G.: Curso de administração financeira. São Paulo: Atlas, 3. ed. 880p. (2014)
2. Medeiros, S., Mello, R., Campos Filho, P.: Análise de projetos para unidades de conservação, usando lógica fuzzy. Produção, São Paulo, v. 17, n. 2, mai-ago. p.317-329 (2007)
3. Barros, L. C., Bassanezi, R. C.: Tópicos de lógica *fuzzy* e biomatemática. Campinas: UNICAMP/IMECC, 2. ed. 404p (2010)
4. Banholzer, I. E. G.: Proposta de interpretação para a taxa interna de retorno através de cálculo *fuzzy*. 93 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal de Itajubá, Itajubá, 2005.
5. Chiu, C. Y., Park, C. S.: *Fuzzy* cash flow analysis using present worth criterion. The Engineering Economist, v. 39, n. 2, p. 113-137 (1994)