

SITUAÇÕES-PROBLEMA: UMA ESTRATÉGIA DIDÁTICA PARA O ENSINO DE METODOLOGIAS DE ANÁLISE DE INVESTIMENTOS

José Donizetti de Lima, UTFPR/PPGEPS, donizetti@utfpr.edu.br

Géremi Gilson Dranka, UTFPR/PPGEPS, geremidranka@utfpr.edu.br

Janecler Aparecida Amorin Colombo, UTFPR/PROFMAT, janecler@utfpr.edu.br

Matheus Henrique Dal Molin Ribeiro, UTFPR/PPGEPS, mribeiro@utfpr.edu.br

Sandro Cesar Bortoluzzi, UTFPR/PPGEPS, sandro@utfpr.edu.br

Resumo

A Engenharia Econômica (EE) utiliza diversas metodologias determinísticas e estocásticas para a análise de viabilidade econômica de projetos de investimento em ativos reais. Este capítulo apresenta uma abordagem pedagógica inovadora adotada para o ensino da disciplina de EE em cursos de graduação. A metodologia destaca-se pelo uso de situações-problema (SP), buscando não apenas transmitir conhecimento teórico, mas também promover uma compreensão prática e aplicada dos conceitos. As SPs são empregadas como cenários para explorar diversas metodologias de análise de investimentos, incluindo tanto abordagens determinísticas quanto estocásticas. Neste contexto, uma SP específica, aplicada com sucesso em um curso de graduação na UTFPR, com o suporte da plataforma digital \$AVEPI®, é descrita em detalhes. Esta abordagem não apenas proporcionou aos alunos uma experiência prática e aplicada, mas também facilitou a integração de várias metodologias em um contexto unificado, levando a uma redução significativa no tempo de aprendizado e a um maior engajamento dos alunos. Além disso, capacitou os acadêmicos com habilidades críticas e analíticas essenciais para o campo da EE, abrangendo análise de cenários reais, interpretação de dados, tomada de decisões e aplicação de ferramentas computacionais, perfazendo uma taxa de aprovação na disciplina superior a 75%. Assim, esta estratégia de ensino não apenas pode aprimorar a compreensão dos conceitos teóricos, mas também preparar os alunos de maneira mais eficaz para os desafios práticos que encontrarão em suas carreiras profissionais.

Palavras-chave: Situação-problema, Engenharia Econômica, Metodologia multi-índice ampliada, Simulação de Monte Carlo, Ferramenta Computacional \$AVEPI.

1. Introdução

O relato apresentado neste capítulo de livro é parte de uma pesquisa ampla, cujo objetivo geral é explorar o uso do desenvolvimento de artigos científicos como uma estratégia metodológica inovadora para fortalecer o processo de ensino, aprendizagem e avaliação de tópicos abordados na disciplina de Engenharia Econômica (EE) em cursos de graduação. Este estudo integra-se a uma metodologia abrangente, cujos detalhes completos são expostos em Lima *et al.* (2023a), oferecendo uma visão aprofundada sobre a implementação e os resultados alcançados. Por meio dessa abordagem, busca-se não apenas transmitir conhecimento teórico, mas também promover uma compreensão prática e aplicada dos conceitos, capacitando os acadêmicos a adquirirem habilidades críticas e analíticas relevantes para o campo da EE, como análise de cenários reais, interpretação de dados, tomada de decisões e aplicação de ferramentas computacionais.

As principais metodologias de análise de investimentos (AI) abordadas em disciplinas de EE podem ser divididas em quatro categorias: (i) metodologia clássica (MC: valor presente líquido – VPL, taxa interna de retorno – TIR e *Payback* descontado); (ii) metodologia multi-índice (MMI: confronto de indicadores das dimensões retorno e riscos); (iii) metodologia multi-índice ampliada (MMIA: MMI acrescida de indicadores da dimensão sensibilidade – limites de elasticidade e valores-limite); e (iv) simulação de Monte Carlo (SMC: probabilidade de insucesso financeiro medido por $P(VPL < 0)$, valor em risco – $Var_{5\%}$, VaR condicional – $CVaR_{5\%}$ e *Conditional Expected Loss* – CEL, por exemplo) (Lima *et al.*, 2015; Lima *et al.*, 2017a; Dranka *et al.*, 2020; Souza e Clemente, 2022; Lima *et al.*, 2023b; Lima *et al.*, 2024). Nos cursos de graduação, é frequente lidar com turmas compostas por dezenas de estudantes. Nesse cenário, é desafiador implementar metodologias de análise de investimentos (AI) que se baseiem nos objetos de estudo definidos por grupos de alunos. Encontrar soluções que possibilitem uma abordagem mais prática e aplicada, conectando o conhecimento teórico ao contexto real de forma tangível, é crucial. Nesse sentido, a utilização de situações-problemas, como exemplificado por Lima *et al.* (2023b), emerge como uma estratégia promissora. Ao apresentar desafios que refletem situações factíveis do mundo profissional, os acadêmicos são incentivados a aplicar os conceitos teóricos de forma prática e analítica. Essa abordagem pode não apenas facilitar a compreensão dos tópicos de AI, mas também

preparar os acadêmicos para enfrentarem os desafios que encontrarão em suas futuras carreiras nos cursos de Engenharia.

Algumas vantagens de utilizar situações-problema (SP) no ensino de AI incluem: (i) maior engajamento dos alunos: a resolução de problemas reais serve como motivação para os alunos se aprofundarem nos conceitos teóricos e a buscarem soluções inovadoras; (ii) desenvolvimento de habilidades críticas e analíticas: os alunos aprendem a analisar cenários complexos, identificar variáveis relevantes e tomar decisões embasadas em dados; (iii) melhoria na compreensão dos conceitos de AI: a aplicação prática dos conceitos facilita a assimilação e a retenção do conhecimento dos conceitos da EE; e (iv) preparo para o mercado de trabalho: os alunos desenvolvem habilidades essenciais para o mercado de trabalho, como comunicação, trabalho em equipe e resolução de problemas.

Na literatura, encontramos várias definições de situação-problema (SP). Nessa pesquisa, adotou-se o conceito proposto por Meirieu (1998), que a define como uma situação didática na qual o aprendiz não consegue realizar uma tarefa sem adquirir um conhecimento específico. Segundo esse autor, o propósito fundamental da SP é fomentar a aprendizagem, a qual se concretiza quando o sujeito supera os obstáculos que surgem durante a execução da tarefa. Nesse contexto, a SP serve como um catalisador para o desenvolvimento cognitivo, incentivando o aprendiz a buscar soluções criativas e a construir seu conhecimento de forma ativa, formativa e relevante.

O uso de SPs coloca os acadêmicos no centro do processo de construção do conhecimento, preparando-os para serem aprendizes ao longo da vida. Independentemente da abordagem de ensino adotada, os alunos são os principais responsáveis por sua própria aprendizagem, já que ninguém pode obrigá-los a aprender sem seu próprio empenho. Portanto, ao empregar SP, é essencial que os acadêmicos sejam explicitamente designados como os responsáveis por sua própria aprendizagem (Lima e Silva, 2016). Cabe ao docente, nesse contexto, atuar como mediador do processo de construção do conhecimento, envolvendo os acadêmicos em um nível metacognitivo. Isso implica em fazer perguntas e levantar questionamentos que os estimulem a refletir sobre a possível incompletude de seus conhecimentos prévios.

A situação-problema proposta por Lima *et al.* (2023b) foi utilizada como recurso didático para o ensino de metodologias de análise de investimentos (AI) em ativos reais na disciplina de EE em um curso de graduação na UTFPR – *Campus* Pato Branco. O

propósito principal desse capítulo é apresentar essa experiência educacional, destacando tanto o passo a passo desta estratégia quanto os benefícios proporcionados pela abordagem de SP em termos de aprendizagem e engajamento dos acadêmicos.

2. Descrição do problema

A Engenharia Econômica (EE) emprega diversos métodos, técnicas, metodologias e abordagens para a análise de viabilidade econômica de projetos de investimento (Casarotto Filho e Kopittke, 2020; Souza e Clemente, 2022). A disciplina de EE ofertada pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR) *Campus* Pato Branco, para o curso de bacharelado em Agronomia, tem o seguinte conteúdo programático (temas de estudo e respectiva carga horária): (i) conceitos de matemática financeira aplicados à análise de investimentos em projetos agropecuários: 8 horas-aula; (ii) análise de investimentos em projetos agropecuários sob a abordagem determinística: 6 horas-aula; (iii) análise de investimentos em projetos agropecuários sob a abordagem estocástica: 6 horas-aula; e (iv) Aplicação destes conceitos em projetos agropecuários reais e desenvolvimento de um artigo científico: 10 horas-aula. A carga horária semanal é de 2 horas, totalizando somente 30 horas.

O principal problema é o tempo reservado para o aprendizado sobre as metodologias de análise de investimentos sob as abordagens determinística (metodologia clássica, metodologia multi-índice e metodologia multi-índice ampliada) e estocástica (Simulação de Monte Carlo).

3. Solução desenvolvida (percurso metodológico)

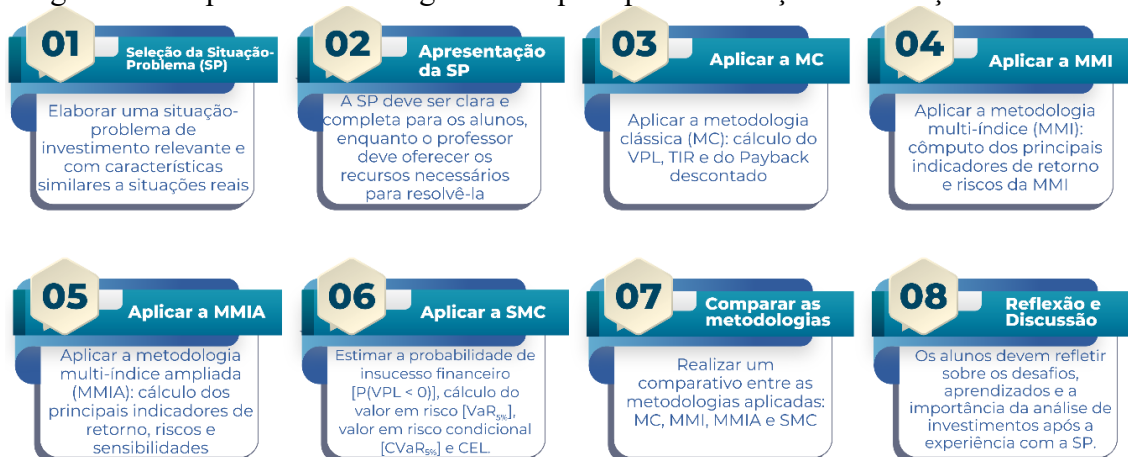
Para superar o desafio do tempo limitado na disciplina de EE, propõe-se a utilização de situações-problema (SP) sob as quais são aplicadas todas as metodologias (determinística e estocástica) de análise de investimentos previstas no plano de ensino.

Além disso, para superar essa restrição, o processo de ensino, aprendizagem e avaliação com as SPs é auxiliado pelo aplicativo web \$AVEPI (Sistema de Análise de Viabilidade Econômica de Projetos de Investimento), que concede acesso gratuito a todas as metodologias tratadas na disciplina (Lima *et al.*, 2017b; Lima *et al.*, 2021). Essa plataforma proporciona aos acadêmicos uma experiência interativa e prática para a aplicação e exploração das diversas técnicas de análise de investimentos, otimizando a

utilização do tempo disponível e assegurando uma compreensão abrangente e eficiente dos conceitos e procedimentos envolvidos.

A Figura 1 ilustra as etapas propostas por Lima *et al.* (2023b) para a utilização de situações-problemas no ensino de metodologias de análise de viabilidade econômica de projetos de investimento, com adaptações para o contexto dessa pesquisa. Por questões de espaço e objetividade, as etapas detalhadas não serão fornecidas aqui, sendo recomendada a consulta ao trabalho de Lima *et al.* (2023b) para obter informações completas.

Figura 1 – Etapas da Metodologia de Pesquisa para Utilização de Situações-Problema



Fonte: Ampliado a partir de Lima *et al.* (2023b).

Para implementar essa estratégia de forma eficaz, é crucial selecionar situações-problema relevantes e desafiadoras que estejam adequadas ao nível de conhecimento dos alunos e ao contexto real do mercado de trabalho. Além disso, é necessário fornecer orientação e suporte aos alunos durante o processo de resolução dos problemas. Por fim, é essencial avaliar o aprendizado dos alunos para identificar os pontos fortes e fracos da estratégia. Portanto, a metodologia empregada na disciplina ocorre por meio de: (i) aulas expositivas-dialogadas, (ii) aulas práticas e (iii) avaliação da aprendizagem, as quais são detalhadas a seguir:

- (i) **Aulas expositivas-dialogadas**: nestas aulas, os conceitos das diferentes metodologias são apresentados de forma clara e concisa, com ênfase na compreensão e aplicação prática, especialmente no contexto do mercado e na resolução de problemas reais. Recursos audiovisuais e exemplos práticos são

utilizados para facilitar a aprendizagem, enquanto o diálogo e o debate são incentivados para promover a participação ativa dos alunos.

(ii) Aulas práticas: nas aulas práticas, as metodologias de análise de investimentos são aplicadas a casos reais do agronegócio utilizando a plataforma digital \$AVEPI para automatizar cálculos e facilitar a análise. Isso proporciona aos alunos uma experiência prática com diversos cenários e variáveis, aprofundando o aprendizado e desenvolvendo habilidades de análise crítica e resolução de problemas.

(iii) Avaliação da aprendizagem: além disso, os alunos realizam uma avaliação individual na qual recebem uma folha de síntese com anotações pessoais. Nessa avaliação, eles resolvem diversas situações-problema com o apoio do \$AVEPI, aplicando os conhecimentos adquiridos. A avaliação individual enfatiza a interpretação dos resultados das metodologias e a elaboração de um parecer conclusivo sobre a viabilidade do projeto.

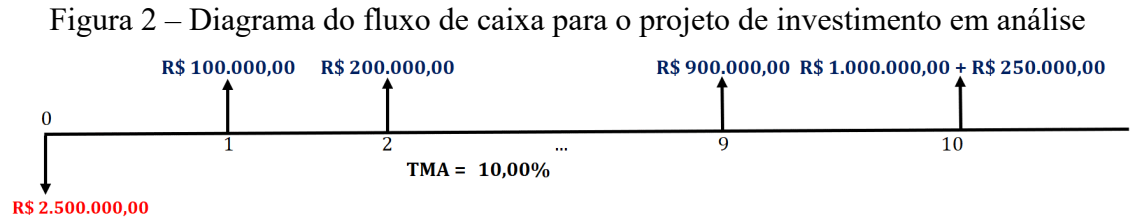
4. Resultados obtidos

Nesta seção é apresentada uma situação-problema (SP) que norteou o desenvolvimento da disciplina Engenharia Econômica no curso de bacharelado de Agronomia no 2º semestre de 2023. Essa SP foi elaborada pelo professor da disciplina tendo por base alguns estudos de caso realizados por acadêmicos em semestres anteriores. Também são apresentadas as soluções de acordo com as duas abordagens, determinística e estocástica e as análises pertinentes a cada uma delas.

4.1 Elaboração da Situação Problema

Uma organização está analisando uma oportunidade de investimento alinhada com uma estratégia estabelecida no planejamento estratégico. Por intermédio de orçamentos, identificou-se que o projeto de investimento (PI) necessita de aporte de capital da ordem de R\$ 2.500.000,00. Além disso, estimou-se o custo médio ponderado do capital em 10% ao ano. Por fim, prospectou-se o fluxo de caixa (FC) apresentado na Figura 2. Nesse contexto, solicita-se a aplicação das seguintes metodologias de análise de investimentos em ativos reais: (i) metodologia clássica (MC); (ii) metodologia multi-índice (MMI); (iii) metodologia multi-índice ampliada (MMIA); e (iv) simulação de Monte Carlo (SMC).

Para isto, recomenda-se o suporte da ferramenta computacional de acesso livre \$AVEPI® (Sistema de Análise de Viabilidade Econômica de Projetos de Investimento).



4.2 Aplicação de Abordagem Determinísticas com Suporte do \$AVEPI

A metodologia multi-índice ampliada (MMIA) incorpora todos os indicadores da metodologia clássica (MC) e da MMI. Assim, por questão de espaço e objetividade, apresenta-se a seguir a aplicação apenas da MMIA e da SMC. Para detalhamento de aplicação e interpretação dos indicadores da MC e da MMI sugere-se Souza e Clemente (2022) e Lima *et al.* (2023b).

A Figura 3 apresenta a tela de entrada de dados (*inputs*) no \$AVEPI para a aplicação da MMIA. Por outro lado, a Tabela 1 destaca os principais componentes da MMIA (*outputs*). A interpretação de todos esses indicadores pode ser vista em Lima *et al.* (2023b). Além disso, também pode ser utilizado o manual do \$AVEPI ou clicar sobre o ícone que retrata um livro aberto (Lima e Southier, 2024). A Tabela 2 apresenta um confronto entre as dimensões da MMIA. Já a Figura 4 mostra o comportamento entre as variáveis Taxa Mínima de Atratividade (TMA) e o Valor Presente Líquido (VPL).

Figura 3 – Tela de entrada de dados para a aplicação da MMIA

Abordagem determinística via Metodologia Multi-índice Ampliada (MMIA)

Taxa Mínima de Atratividade (TMA, %) 10 Horizonte de Planejamento (N) 10

Projeto A

Investimento Inicial (FC₀) 250000 Valor Residual ou de Venda (VR) 250000 Fluxo de Caixa (FC) Fluxo de Caixa constante? ☐

Limpar Calcular

Continua.

Continuação

Período (j)	Receita Total (RT _j)	Custo Total (CT _j)	Fluxo de Caixa (FC _j)	FC Descapitalizado para a data zero (FCD _j)	Acumulado (FCDA _j)	Payback (min j)
0	-	-2.500.000,00	-2.500.000,00	-2.500.000,00	-2.500.000,00	-
1			100000.00	90.909,09	-2.409.090,91	Ainda não pago
2			200000.00	165.289,26	-2.243.801,65	Ainda não pago
3			300000.00	225.394,44	-2.018.407,21	Ainda não pago
4			400000.00	273.205,38	-1.745.201,83	Ainda não pago
5			500000.00	310.460,66	-1.434.741,17	Ainda não pago
6			600000.00	338.684,36	-1.096.056,81	Ainda não pago
7			700000.00	359.210,68	-736.846,13	Ainda não pago
8			800000.00	373.205,90	-363.640,22	Ainda não pago
9			900000.00	381.687,86	18.047,63	9
10			1250000.00	481.929,11	499.976,74	10

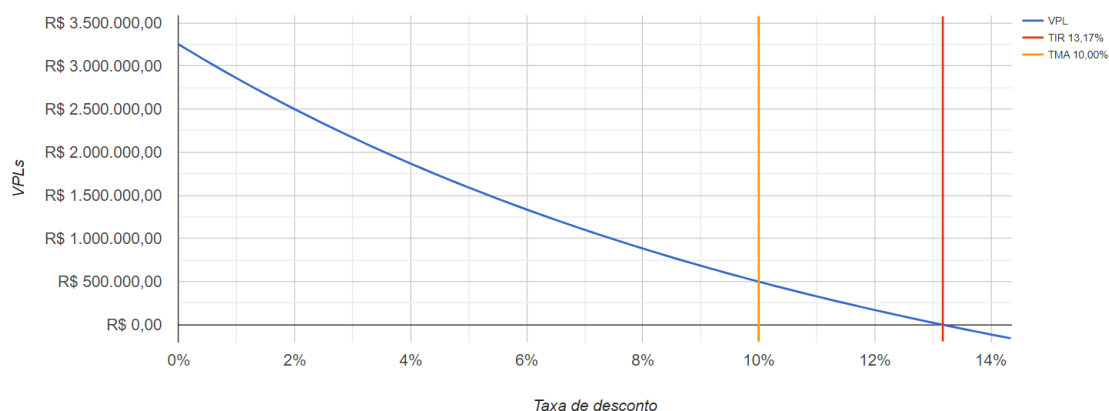
Tabela 1 – Tela de saída de dados da aplicação da MMIA

Dimensão	Indicador	Valor esperado	Dimensão	Indicador	Valor esperado
Retorno	Valor Presente – VP	R\$ 2.999.976,74	Limites de Elasticidades	Δ%TMA	31,73%
	VP Líquido – VPL	R\$ 499.976,74		Δ%FC ₀	20,00%
	VPL Anualizado – VPLA	R\$ 81.368,91		Δ%FC _j	16,67%
	Índice Benefício/Custo – IBC	1,2000	Valores-Limite	TMA	13,17%
	Retorno Adicional sobre o Investimento – ROIA	1,84%		FC ₀	R\$ 2.999.976,74
	Índice ROIA/TMA	18,40%		FC ₁	R\$ 83.333,98
Riscos	Payback descontado	9 anos		FC ₂	R\$ 166.667,96
	Taxa Interna de Retorno – TIR	13,17%		...	...
	Índice Payback/N	90,00%		FC ₉	R\$ 750.005,81
	Índice TMA/TIR	75,91%		FC ₁₀	R\$ 1.041.674,74

Tabela 2 – Confronto entre as Dimensões da MMIA

DIMENSÃO	ÍNDICE	BAIXO	MÉDIO	ALTO
Retorno	ROIA/TMA	18,40%	—	—
Riscos	Payback/N	—	—	90,00%
	TMA/TIR	—	—	75,91%
DIMENSÃO	ÍNDICE	ALTA	MÉDIA	BAIXA
Sensibilidades	Δ% TMA	31,73%	—	—
	Δ% FC ₀	20,00%	—	—
	Δ% FC _j	16,67%	—	—
Escala proposta		< 33,33%	33,33% a 66,66%	> 66,66%

Figura 4 – Relação entre TMA e VPL



A análise apresentada a seguir segue de perto o relatório-padrão disponibilizado pelo \$AVEPI (Lima e Southier, 2024). Para melhor compreensão, promove-se uma avaliação individual das 3 dimensões da MMIA. Por fim, elabora-se um parecer preliminar o qual sinaliza por recomendação, rejeição ou aprofundamento na análise por meio da aplicação de uma abordagem estocástica via simulação de Monte Carlo (SMC)

O projeto de investimento (PI) em análise requer um investimento inicial de cerca de R\$ 2.500.000,00. Espera-se que esse investimento retorne R\$ 2.999.976,74 (VP). Isso implica em um retorno líquido total (VPL) de R\$ 499.976,74 em 10 anos, equivalente a R\$ 81.368,91 por ano (VPLA). Vale ressaltar que esse ganho sempre é o adicional ao oportunizado pelo mercado, o qual está representado pela TMA de 10% ao ano. Para esse PI, a cada unidade monetária investida, há a expectativa de retorno de 1,20. Isso é equivalente a um ganho de 1,84% ao ano, além da TMA incorporada na avaliação. O retorno fica melhor expresso pelo índice ROIA/TMA (Souza e Clemente, 2022), cujo valor obtido é de 18,40%. Isso permite classificar o investimento como retorno de grau baixo (< 33,33%), segundo a escala proposta pela MMIA (Lima *et al.*, 2015; Lima e Southier, 2024).

Em relação a dimensão riscos, esse PI prospecta o retorno do investimento (*Payback* descontado) em aproximadamente 9 anos. O índice *Payback*/N é de 90%, ou seja, o PI tem que ser financeiramente promissor em pelo menos 90% da vida estimada para se pagar. Por outro lado, o índice TMA/TIR resultou em 75,91%, representando a razão entre o percentual oferecido pelo mercado (TMA) e o rendimento máximo esperado pelo

PI. Isso permite categorizar o investimento como risco de nível alto ($> 66,66\%$), segundo a escala proposta pela MMIA (Lima *et al.*, 2015; Lima e Southier, 2024).

Para esse PI, a TMA admite uma variação máxima de 31,73% antes de torná-lo economicamente inviável, sendo o valor-limite igual a 13,17% (TIR). Por outro lado, o investimento inicial (FC_0) suporta um acréscimo de até 20%, sendo o valor-limite igual a R\$ 2.999.976,74 (VP). Já o fluxo de caixa anual (FC_j) permite uma redução máxima 16,67%, sendo o valor-limite igual a R\$ 83.333,98 para o 1º ano. Para o último ano, o valor-limite é de R\$ 1.041.674,74, já considerando valor residual de R\$ 250.000,00. Esses valores melhoram a percepção dos riscos associados à implantação do PI em estudo. Além disso, esses valores podem ser utilizados na fase de monitoramento e controle do projeto, desde que o PI seja aprovado e implementado sob as condições consideradas no processo avaliativo.

Com base nos dados coletados, nos resultados apresentados (tabelas e gráficos), na análise da expectativa do retorno, das estimativas de riscos envolvidos, dos limites de elasticidade (e valores-limite), do confronto entre as dimensões retorno e riscos e, principalmente como tem-se a presença de limites de elasticidades com resultados inferiores a 33,33%, ou seja, uma alta sensibilidade em pelo menos uma das variáveis intervenientes no desempenho econômico esperado para esse PI, recomenda-se utilizar uma abordagem estocástica com suporte da simulação de Monte Carlo (SMC) antes de um parecer conclusivo sobre a viabilidade econômica do projeto/empreendimento. A próxima seção ilustra a aplicação e análise dos resultados da SMC.

4.3 Aplicação de Abordagem Estocástica SMC com Suporte do \$AVEPI

A Figura 5 ilustra a tela de entrada de dados (*inputs*) para a aplicação da simulação de Monte Carlo (SMC) no aplicativo web \$AVEPI. Assim, para a taxa mínima de atratividade (TMA) foi adotada a distribuição triangular (T), ou seja, $TMA \sim T(8\%; 10\%; 14\%)$. Para o aporte inicial de capital (FC_0) foi adotado a distribuição uniforme (U), ou seja, $FC_0 \sim U[R\$ 2.000.000,00; R\$ 3.000.000,00]$. O valor residual (VR) foi considerado como determinístico, sendo utilizado o valor mais provável. O fluxo de caixa prospectado por ano (FC_j) seguiu uma distribuição triangular cujos valores estão detalhados na Figura 5. Todos os parâmetros estocásticos foram simulados simultaneamente e considerados independentes, totalizando 10.000 iterações. Por outro lado, a Tabela 3 destaca os

principais indicadores da SMC produzidos pelo \$AVEPI (*outputs*), os quais são interpretados na sequência.

Figura 5 – Tela de entrada de dados para a aplicação da SMC

Recursos Didáticos
Projetos e Informações
Módulos
Reportar Erro

English
Créditos
Logout

Abordagem Estocástica - Simulação de Monte Carlo - Fluxo de Caixa

Taxa Mínima de Atratividade (TMA, %)

Distribuição Triangular

Investimento Inicial (FC₀)

Distribuição Uniforme

Valor Residual (VR)

Determinístico

Fluxo de Caixa (FC_j)

Distribuição Triangular

FC constante?

Limpar

Avançar

Horizonte de Planejamento (N)

10

Número de simulações

10000

Deseja calcular probabilidades específicas?
Sim

Taxa Min. de Atratividade (TMA, %)

Distribuição Triangular

8

10

14

Investimento Inicial (FC₀)

Distribuição Uniforme

2000000

3000000

Valor Residual (VR)

250000

Limpar

Calcular

j	FC _j		
	Min	Triangular + Prov	Max
1	80000	100000	120000
2	160000	200000	240000
3	240000	300000	360000
4	320000	400000	480000
5	400000	500000	600000
6	480000	600000	720000
7	560000	700000	840000
8	640000	800000	960000
9	720000	900000	1080000
10	800000	1000000	1200000

Tabela 3 – Tela de saída de dados da aplicação da SMC

ESTATÍSTICAS		VPL
Descritivas	Mínimo	- R\$ 694.390,46
	Máximo	R\$ 1.456.416,62
	Amplitude (máximo – mínimo)	R\$ 2.150.807,08
	Média: medida do Lucro Líquido Total Esperado	R\$ 390.717,85
	Desvio-padrão (R\$)	R\$ 360.582,55
	Coeficiente de variação (desvio-padrão/média)	92,29%
	Mediana	R\$ 387.463,64
P(VPL < 0): medida de risco financeiro		13,93%

Inferenciais	VaR _{5%} – <i>Value at Risk</i>	- R\$ 202.387,67
	CVaR _{5%} – <i>Conditional Value at Risk</i>	- R\$ 353.060,38
	CEL – Conditional Expected Loss: medida de risco extremo	- R\$ 183.499,25

A execução da SMC produziu os seguintes resultados: (i) o retorno médio esperado (expectativa de ganho/lucro) é de R\$ 390.717,85 ($VPL_{Médio}$); (ii) o menor valor gerado foi - R\$ 694.390,46 ($VPL_{Mínimo}$); (iii) o maior valor gerado foi R\$ 1.456.416,62 ($VPL_{Máximo}$); (iv) a amplitude foi de R\$ 2.150.807,08 ($VPL_{Máximo} - VPL_{Mínimo}$); (v) o desvio-padrão amostral produzido foi de R\$ 360.582,55 ($SVPL$); (vi) o coeficiente de variação amostral foi de 92,29% ($SVPL/VPL_{Médio}$); e (vii) a mediana produzida foi de 387.463,64 ($VPL_{Mediano}$).

Segundo a SMC realizada, a probabilidade de insucesso financeiro (área sob a curva do VPL) é de 13,93% [$P(VPL < 0)$]. Além disso, a SMC produziu um valor em risco (*Value at Risk*), para o nível de 5% ($VaR_{5\%}$) de - R\$ 202.387,67, ou seja, há 5% de probabilidade de o projeto de investimento em análise produzir um VPL menor ou igual a - R\$ 202.387,67. Por outro lado, o valor em risco condicional (CVaR – *Conditional VaR*), para o nível de 5%, é de - R\$ 321.157,12. Vale ressaltar que o CVaR, representa o valor médio dentre os valores que são menores ou iguais ao VaR. Por fim, o indicador CEL (*Conditional Expected Loss*) produziu um valor igual a - R\$ 183.499,25. O CEL indica o valor esperado em um contexto de inviabilidade econômica.

Vale ressaltar que CVaR é uma medida de risco coerente (Uğurlu, 2023). Diferente do $CVaR_{\alpha}(VPL)$, o qual utiliza o nível de risco α pré-determinado (normalmente 5%), o $CEL(VPL)$ utiliza como nível de risco a probabilidade de insucesso/fracasso financeiro [$P(VPL < 0)$]. Essa medida é mais coerente pois leva em consideração as especificidades de cada projeto/empreendimento (Lima *et al.*, 2024). Matematicamente, esses autores mostraram que $CEL(VPL) = CVaR_{\alpha}(VPL)$, fazendo: $\alpha = P(VPL < 0)$. Além disso, para classificar o nível de risco obtido via SMC, utilizamos a seguinte escala: (i) risco baixo: Probabilidade via SMC < 5%; (ii) risco médio: 5% Probabilidade via SMC 15%; ou (iii) risco alto: Probabilidade via SMC > 15%.

Diante do exposto, não se recomenda a implementação do projeto de investimento em análise pois a probabilidade de insucesso financeiro, mensurada pelo indicador $P(VPL < 0)$, é maior ou igual a 5% e menor ou igual a 15%, ou seja, apresenta média probabilidade de prejuízo. Além disso, a recomendação é sustentada pelo valor do indicador CEL também estimado pela SMC. Portanto, não se recomenda o investimento, dado o alto

nível de risco associado a decisão de investimento. Contudo, se o investimento for estratégico para a organização proponente, seguindo uma avaliação multicritério, a decisão final pode ser diferente da sugerida.

5. Lições aprendidas e conclusão

A estratégia de ensino baseada na utilização de situações-problema (SPs) na disciplina de Engenharia Econômica (EE) para alunos da UTFPR revelou-se uma abordagem pedagógica valiosa, capaz de proporcionar uma experiência de aprendizagem enriquecedora. Os resultados obtidos destacam não apenas a eficácia dessa metodologia, mas também apontam para novas possibilidades de ampliação do seu uso, como por exemplo a utilização de SPs com dados reais e específicos da área de graduação do acadêmico.

O desempenho dos acadêmicos submetidos a essa estratégia pedagógica foi satisfatório, como evidenciado pelas principais estatísticas descritivas encontradas. A média das notas foi de 7,0, superando a nota mínima de aprovação estabelecida em 6. Além disso, o desvio-padrão de 2,5 indica uma medida de dispersão/variabilidade moderada. O coeficiente de variação, o qual é o resultado do desvio-padrão dividido pela média, foi de 36%, sugerindo uma turma quase homogênea em termos de desempenho. Notavelmente, 75% dos alunos obtiveram notas acima da média mínima exigida, demonstrando uma boa assimilação dos conceitos apresentados.

Embora os resultados gerados não tenham sido submetidos a testes estatísticos devido à ausência de um grupo de controle para comparação com outras estratégias de ensino, é importante ressaltar que essa avaliação representa apenas uma etapa do processo avaliativo. No entanto, é encorajador observar que a taxa de aprovação na disciplina foi superior a 80%, indicando que a estratégia de ensino baseada em SP contribuiu efetivamente para o sucesso acadêmico dos alunos.

Outro ponto que se destaca foi a utilização de ferramentas computacionais especializadas, como o \$AVEPI®, que emergiu como um recurso indispensável para facilitar e otimizar o processo de análise, proporcionando aos alunos uma experiência mais próxima da realidade corporativa. Percebe-se também a importância de selecionar metodologias adequadas de análise de investimentos, levando em conta o contexto específico do projeto e suas características individuais.

Compreender os riscos associados aos projetos de investimento, incluindo a probabilidade de insucesso financeiro e a estimativa de perdas em cenários desfavoráveis, é outro aspecto crucial que os estudantes puderam explorar e entender mais profundamente por meio dessa abordagem. Isso os prepara para lidar com a incerteza inerente ao ambiente empresarial, desenvolvendo uma visão crítica e analítica das decisões de investimento.

Ademais, a avaliação crítica dos resultados obtidos, considerando tanto os aspectos quantitativos quanto os qualitativos, é essencial para embasar decisões fundamentadas no contexto empresarial. Essa reflexão crítica permite aos acadêmicos desenvolverem habilidades analíticas e de tomada de decisão, preparando-os para os desafios do mercado de trabalho e fornecendo-lhes uma vantagem competitiva no mundo corporativo.

Em se tratando da implementação dessa estratégia didática, há que se considerar a relevância de o professor estar familiarizado com o conceito de SP e do processo de elaboração das mesmas, conforme ressaltado por Lima e Silva (2016). Essa compreensão prévia permite uma melhor adaptação dos cenários apresentados à realidade dos alunos, potencializando o aprendizado.

Portanto, os resultados alcançados não apenas confirmam a eficácia da estratégia de ensino baseada em SPs, mas também apontam para a sua capacidade de promover uma aprendizagem significativa e aplicável, capacitando os alunos a enfrentar os desafios da EE no âmbito do curso de graduação e além, no contexto corporativo real.

Referências Bibliográficas

ARAÚJO, W. J. de; LOPES, R. P.; FILHO, D. O. F.; BARROS, P. M. M. de; OLIVEIRA, R. A. de. Aprendizagem por problemas no ensino de engenharia. **Docência Ens. Sup.**, v. 6, n. 1, p. 57-90, abr. 2016.

DRANKA, G. G.; CUNHA, J.; LIMA, J. D. de; FERREIRA, P. Economic evaluation methodologies for renewable energy projects. **AIMS Energy**, v. 8, p. 339-363, 2020. Disponível em: <<http://www.aimspress.com/article/10.3934/energy.2020.2.339>>. Acesso em abr. 2024

LIMA, J. D. de; BENNEMANN, M.; SOUTHER, L. F. P.; BATISTUS, D. R.; OLIVEIRA, G. A. \$AVEPI – Web System to Support the Teaching and Learning Process in Engineering Economics. **Brazilian Journal of Operations and Production Management**, v. 14, n. 4, p. 469-485, 2017b. Disponível em: <<https://bjopm.emnuvens.com.br/bjopm/article/view/383>>. Acesso em: 02 abr 2024.

LIMA, J. D. de; COLOMBO, J. A. A.; PETRI, J. M.; OLIVEIRA, G. A. **Desenvolvimento de artigos científicos como estratégia de ensino-aprendizagem-avaliação em Engenharia Econômica**. In RELATOS DE EXPERIÊNCIA EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO 2023a. 1ed.São José dos Campos - SP: ABEPRO, 2023, v. 1, p. 43-56. Disponível em: <https://portal.abepro.org.br/encep/2023/wp-content/uploads/2023/05/Capitulo-3_Livro-Relatos-Experiencias-2023.pdf>. Acesso em: 02 abr 2024.

LIMA, J. D. de; COLOMBO, J. A.; DRANKA, G. G.; OLIVEIRA, G. A. **Ferramenta computacional \$AVEPI como suporte para o processo de ensino e aprendizagem de Engenharia Econômica**. In RELATOS DE EXPERIÊNCIAS EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO 2021. 1 ed. Rio de Janeiro/RJ: Associação Brasileira de Engenharia de Produção - ABEPRO, 2021, v. I, p. 85-104. Disponível em: <<https://portal.abepro.org.br/encep/2024/wp-content/uploads/2021/05/CAP%C3%8DTULO-VI-FERRAMENTA-COMPUTACIONAL-AVEPI-COMO-SUPORTE-PARA-O-PROCESSO-DE-ENSINO-E-APRENDIZAGEM-DE-ENGENHARIA-ECON%C3%94MICA.pdf>>. Acesso em: 02 abr 2024.

LIMA, J. D. de; DRANKA, G. G.; LIZOT, M.; SOUTHER, L. F. P.; TRENTIN, P. H. de V. **Comparação de metodologias de análise de investimentos em ativos reais com suporte da ferramenta computacional \$AVEPI**. In: Encontro Nacional de Engenharia de Produção – ENEGEP, Fortaleza/CE. ABEPRO, 2023b. v. 1. Disponível em: <https://abepro.org.br/biblioteca/TN_ST_405_1995_45904.pdf>. Acesso em: 02 abr 2024.

LIMA, J. D. de; SILVA, R. da R. da; DRANKA, G. G.; RIBEIRO, M. H. D. M.; SOUTHER, L. F. **Introducing Conditional Expected Loss: A Novel Metric for Risk Investment Analysis. The Engineering Economist** (artigos em revisão, atendendo as solicitações dos *referees*).

LIMA, J. D. de; SOUTHER, L. F. P. **Guia prático para usuários do \$AVEPI®**. Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR – *Campus* Pato Branco). Departamento Acadêmico de Matemática (DAMAT) e Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção e Sistemas (PPGEPS). 2024. Disponível em: <<http://pb.utfpr.edu.br/savepi>>. Acesso em: 08 abr. 2024.

LIMA, J. D. de; TRENTIN, M. G.; OLIVEIRA, G. A.; BATISTUS, D. R.; SETTI, D. A systematic approach for the analysis of the economic viability of investment projects. **Int. J. Engineering Management and Economics**. v. 5, n. 1/2. 2015. p. 19-34. Disponível em: Disponível em: <<http://www.inderscience.com/offer.php?id=69887>>. Acesso em: 02 abr 2024.

LIMA, J. D. de; TRENTIN, M. G.; OLIVEIRA, G. A.; BATISTUS, D. R.; SETTI, D. **Systematic Analysis of Economic Viability with Stochastic Approach: A Proposal for Investment**. In: Engineering Systems and Networks: The Way Ahead for Industrial Engineering and Operations Management. Amorim, M.; Ferreira, C.; Vieira Junior, M.; Prado, C. (Org.). v.10, Serie 11786: Lecture Notes in Management and Industrial Engineering. 1ed. Switzerland: Springer International Publishing, 2017a, v. 10, p. 317-325. Disponível em: <<http://www.springer.com/gp/book/9783319457468>>. Acesso em: 09 abr 2024.

LIMA, M. V. de S.; SILVA, S. A. da. Situações-problema: uma estratégia didática para o ensino de ciências no nível fundamental. **Revista Dynamis**. FURB, Blumenau, v. 22, n. 1, p. 59-73, 2016. Disponível em: <<https://bu.furb.br/ojs/index.php/dynamis/article/download/5816/3531>>. Acesso em: 02 abr 2024.

MERIEU, P. **Aprender... sim, mas como?** 7. ed. Porto Alegre: Artmed, 1998.

SOUZA, A.; CLEMENTE, A. **Metodologia multi-índice: um novo olhar sobre a avaliação de planos de negócios**. 1. ed. Lisbon Internacional Press, 2022. 200p. Disponível em: <<https://www.livrariaatlantico.com.br/pd-93eced-metodologia-multi-indice-alceu-souza-e-ademir-clemente.html?ct=2d1498&p=1&s=1>>. Acesso em: 02 abr 2024.

UĞURLU, k. A new coherent multivariate average-value-at-risk. **Optimization**, 72:2, 493-519, 2023. Disponível em: <<https://doi.org/10.1080/02331934.2021.1970755>>. Acesso em: 08 abr 2024.