

The word cloud features a variety of terms related to operations research and optimization. The most prominent words, shown in larger fonts, include:

- operations research**
- optimization**
- algorithms**
- linear programming**
- combinatorics**
- network design**
- game theory**
- analysis**
- combinatorics**
- lower bounds**
- congestion games**
- relaxation**
- noisy networks**
- NP-complete**
- mixed-integer programming**
- bin packing**
- travelling salesman problem**
- hypergraph**
- deterministic**
- coordination mechanisms**
- mathematics**
- applications**
- max flow**
- competitive ratio**
- packing**
- planar graphs**
- maximization**
- routing**
- duality**
- vertex cover**
- heuristics**
- variable**
- recursion**
- networks**
- matchings**
- fast**
- probability**
- edges**
- computational complexity**
- Nash equilibrium**
- co-NP**
- parameterized complexity**
- knapsack**
- chromatic number**
- leader selection**
- preference**
- information**
- precedence constraints**
- hyperplane**
- markets**
- decision making**
- inapproximability**
- polymatroid**
- nonlinear programming**
- symmetry**
- computer science**
- 3-SAT**
- polyhedral combinatorics**
- efficiency**
- geometry**
- fairness**
- matrix**
- LP**
- TSP**
- network flows**
- LP relaxation**
- combinatorial optimization**
- objective function**
- economics**
- machine scheduling**
- algebraic combinatorics**
- shortest path**
- LP relaxation**
- computationally tractable**
- graph coloring**
- price of anarchy**
- flows**
- price of stability**
- theory**
- supermodularity**
- matroid**
- graph theory**
- local balancing**
- enumeration**
- assignment**
- cycle**
- PTAS**
- subgraph**
- convex hull**
- allocation**
- integer programming**
- connected component**
- strategy**
- optimality**
- facility location**
- randomization**
- local search**
- lattice**
- utility**
- pricing**
- approximation algorithms**
- discrete optimization**
- hypergraph**
- deterministic**
- coordination mechanisms**
- mathematics**
- applications**
- max flow**
- competitive ratio**
- packing**
- planar graphs**
- maximization**
- routing**
- duality**
- vertex cover**
- heuristics**
- variable**
- recursion**
- networks**
- matchings**
- fast**
- probability**
- edges**
- computational complexity**
- Nash equilibrium**
- co-NP**
- parameterized complexity**
- knapsack**
- chromatic number**
- leader selection**
- preference**
- information**
- precedence constraints**
- hyperplane**
- markets**
- decision making**
- inapproximability**
- polymatroid**
- nonlinear programming**
- symmetry**
- computer science**
- 3-SAT**
- polyhedral combinatorics**
- efficiency**
- geometry**
- fairness**
- matrix**
- LP**
- TSP**
- network flows**
- LP relaxation**
- combinatorial optimization**
- objective function**
- economics**
- machine scheduling**
- algebraic combinatorics**
- shortest path**
- LP relaxation**
- computationally tractable**
- graph coloring**
- price of anarchy**
- flows**
- price of stability**
- theory**
- supermodularity**
- matroid**
- graph theory**
- local balancing**
- enumeration**
- assignment**
- cycle**
- PTAS**
- subgraph**
- convex hull**
- allocation**
- integer programming**
- connected component**
- strategy**
- optimality**
- facility location**
- randomization**
- local search**
- lattice**
- utility**
- pricing**
- approximation algorithms**
- discrete optimization**
- hypergraph**
- deterministic**
- coordination mechanisms**
- mathematics**
- applications**
- max flow**
- competitive ratio**
- packing**
- planar graphs**
- maximization**
- routing**
- duality**
- vertex cover**
- heuristics**
- variable**
- recursion**
- networks**
- matchings**
- fast**
- probability**
- edges**
- computational complexity**
- Nash equilibrium**
- co-NP**
- parameterized complexity**
- knapsack**
- chromatic number**
- leader selection**
- preference**
- information**
- precedence constraints**
- hyperplane**
- markets**
- decision making**
- inapproximability**
- polymatroid**
- nonlinear programming**
- symmetry**
- computer science**
- 3-SAT**
- polyhedral combinatorics**
- efficiency**
- geometry**
- fairness**
- matrix**
- LP**
- TSP**
- network flows**
- LP relaxation**
- combinatorial optimization**
- objective function**
- economics**
- machine scheduling**
- algebraic combinatorics**
- shortest path**
- LP relaxation**
- computationally tractable**
- graph coloring**
- price of anarchy**
- flows**
- price of stability**
- theory**
- supermodularity**
- matroid**
- graph theory**
- local balancing**
- enumeration**
- assignment**
- cycle**
- PTAS**
- subgraph**
- convex hull**
- allocation**
- integer programming**
- connected component**
- strategy**
- optimality**
- facility location**
- randomization**
- local search**
- lattice**
- utility**
- pricing**
- approximation algorithms**
- discrete optimization**
- hypergraph**
- deterministic**
- coordination mechanisms**
- mathematics**
- applications**
- max flow**
- competitive ratio**
- packing**
- planar graphs**
- maximization**
- routing**
- duality**
- vertex cover**
- heuristics**
- variable**
- recursion**
- networks**
- matchings**
- fast**
- probability**
- edges**
- computational complexity**
- Nash equilibrium**
- co-NP**
- parameterized complexity**
- knapsack**
- chromatic number**
- leader selection**
- preference**
- information**
- precedence constraints**
- hyperplane**
- markets**
- decision making**
- inapproximability**
- polymatroid**
- nonlinear programming**
- symmetry**
- computer science**
- 3-SAT**
- polyhedral combinatorics**
- efficiency**
- geometry**
- fairness**
- matrix**
- LP**
- TSP**
- network flows**
- LP relaxation**
- combinatorial optimization**
- objective function**
- economics**
- machine scheduling**
- algebraic combinatorics**
- shortest path**
- LP relaxation**
- computationally tractable**
- graph coloring**
- price of anarchy**
- flows**
- price of stability**
- theory**
- supermodularity**
- matroid**
- graph theory**
- local balancing**

E-mail: alexandruk@uni9.pro.br

© 2021 - Prof. Msc. Marcos Alexandruk

História e características da Pesquisa Operacional aula 01

Introdução

O termo "Pesquisa Operacional" aparentemente foi cunhado em 1938 para descrever o uso de cientistas na análise de situações militares.

Durante a Segunda Guerra Mundial (1939 a 1945) havia uma necessidade urgente de alocar recursos escassos às operações militares.

Várias seções de Pesquisa Operacional foram estabelecidas nas forças armadas britânicas e, a seguir, pelos Estados Unidos.

Muitos cientistas foram chamados para realizar pesquisas sobre atividades operacionais militares.

Daí surgiu os termos *Operational Research* (na Inglaterra) e *Operations Research* (nos Estados Unidos).

A tradução para o português seguiu o termo britânico.

Introdução

Diversas áreas do conhecimento foram reunidas para fundamentar e elaborar a Pesquisa Operacional, pois é um método científico de tomada de decisões, formulado por equipes interdisciplinares de cientistas (SILVA et al., 2010).

Após a guerra, as ideias propostas para operações militares foram adaptadas para melhorar a eficiência e a produtividade no setor civil (TAHA, 2008, p.1).

A pesquisa Operacional foi introduzida no âmbito empresarial e em instituições governamentais, tendo seu período de auge, situado desde 1945 a 1970 (MOREIRA, 2010).

Os ambientes, tanto o acadêmico quanto o empresarial, procuram utilizar as técnicas desenvolvidas em problemas de administração.

A Força Aérea dos Estados Unidos organizou um grupo de pesquisadores denominados SCOOP (Scientific Computation of Optimum Program), neste grupo participava George Dantzig, que desenvolveu o **método Simplex**, em 1947, para solucionar problemas por meio de Programação Linear. Até hoje o método Simplex é muito importante conforme verificaremos neste curso.

Introdução

Atualmente, a Pesquisa Operacional, além de ser uma disciplina acadêmica, lecionada nos cursos de graduação e de pós graduação, tem sido amplamente empregada como abordagem gerencial de resolução de problemas nos mais diversos setores da sociedade mundial (LONGARAY, 2013).

Uma das explicações para o sucesso da Pesquisa Operacional no âmbito empresarial reside na objetividade das técnicas que conformam o arcabouço metodológico, instrumentalizadas na prática, por meio de modelos que apresentam a potencialidade de traduzir, de forma clara, objetiva e estruturada, as situações problemáticas do cotidiano organizacional.

Pesquisa Operacional



THE
OPERATIONAL
RESEARCH
SOCIETY

The Operational Reserch Society (UK)

<https://www.theorsociety.com/>



Sociedade Brasileira de Pesquisa Operacional (BR)

<https://sobrapo.org.br/>



Revista Bimestral de Pesquisa Operacional (US)

<https://www.informs.org/>

Características da Pesquisa Operacional

A Pesquisa Operacional é um método de tomada de decisão. Em linhas, gerais, consiste na descrição de um sistema organizado com o auxílio de um modelo e através da experimentação do modelo (SILVA et al., 2010).

A Pesquisa Operacional possui uma sistematização metodológica que permite ao tomador de decisão, individualmente ou em equipe, ter bases mais eficientes e justificadas que garantam maior **segurança e credibilidade** em suas estratégias de decisão.

Fases de um estudo de Pesquisa Operacional

1. Formulação do problema
2. Construção do modelo do sistema
3. Cálculo da solução através do modelo
4. Teste do modelo e da solução
5. Implantação e acompanhamento

Fonte: adaptado de Silva et al. (2010)

A Construção de Modelos de Pesquisa Operacional

A aplicação de técnicas é uma parte do processo de solução, mas não podemos esquecer que **o processo começa com a detecção do problema** (MOREIRA, 2010).

Para que o problema seja solucionado, **inicialmente é elaborado um modelo para a estruturação dos dados.**

Para a Pesquisa Operacional, **os modelos formulados são matemáticos, compostos por inequações e equações.**

Uma das equações do conjunto serve para medir a eficiência do sistema **modelado**, para cada solução elaborada para o problema. **É a função objetivo ou função de eficiência** (SILVA et al., 2010).

As outras equações do sistema modelado são elaboradas para descreverem as limitações ou restrições técnicas do sistema.

As variáveis que são elaboradas para a composição das equações são divididas em duas categorias: **variáveis controladas ou de decisão** e **variáveis não controladas.**

A Construção de Modelos de Pesquisa Operacional

Variáveis controladas	Variáveis não controladas
São variáveis cujo valor está sob o controle do administrador. Dentro desse contexto, a tomada de decisão, consistirá na atribuição de um determinado e específico valor a cada uma dessas variáveis. Exemplos: a programação da produção, a linha de montagem etc.	São variáveis cujos valores são controlados por sistemas fora do domínio do administrador. Exemplos: custos de produção, demanda de produtos, preços de mercado etc.

Fonte: adaptado de Silva et al. (2010)

Referências

- LACHTHERMARCHER, Gerson, Pesquisa operacional na tomada de decisões. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2009.
- LOESCH, Cláudio e HEIN, Nelson Pesquisa Operacional: fundamentos e modelos. São Paulo: Saraiva, 2009.
- LONGARAY, André Andrade, Introdução à Pesquisa Operacional. São Paulo: Saraiva, 2013.
- MARINS, Fernando Augusto Silva, Introdução à Pesquisa Operacional. São Paulo: Cultura Acadêmica: Universidade Estadual Paulista, 2011.
- MOREIRA, Daniel Augusto, Pesquisa Operacional: curso introdutório. 2a ed. São Paulo: Cengage Learning, 2010.
- PASSOS, Eduardo José Pedreira Franco dos, Programação Linear como instrumento da pesquisa operacional. São Paulo: Atlas, 2008.
- SILVA, E. M da et al. Pesquisa Operacional: Programação Linear, Simulação. 4a ed. São Paulo: Atlas, 2010.
- TAHA, Hamdy A., Pesquisa Operacional: uma visão geral, 8a ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2008.

Teoria da decisão estatística em face da certeza, do risco e da incerteza aula 02

Introdução

As pessoas quando deparam-se com o desafio de resolverem problemas, usualmente recorrem aos conhecimentos pessoais, à intuição ou aos conselhos de colegas.

Entretanto, quando se especifica, por exemplo, uma área do conhecimento ou um campo de atuação profissional, existem protocolos desenvolvidos para nortear a tomada de decisão.

Serão apresentadas em seguida algumas conceituações sobre a **Teoria da Decisão**.

O que é a Teoria da Decisão?

A terminologia que atualmente se conhece como a Teoria da Decisão pode ser estabelecida como uma composição de singulares técnicas, as quais objetivam apoiar um tomador de decisão, para a identificação de detalhes e de especificidades do seu problema, o qual foi previamente detectado e, desta maneira, obtenha condições de desenvolver uma **estruturação sistemática para a resolução do seu problema**.

*"O problema de decisão envolve uma tomada de decisão hoje (ou seja, no momento presente ou próximo), mas **as consequências dessa decisão serão mantidas ao longo do tempo**" (MOREIRA, 2010, p. 207).*

O que é a Teoria da Decisão?

A Teoria da Decisão foi desenvolvida para que sejam encontradas soluções para um problema previamente observado, mediante determinados critérios preestabelecidos.

A expressão "**tomador de decisão**" possui uma amplitude conceitual de compor a análise de **uma pessoa**, de **um grupo** de pessoas ou de **uma organização** empresarial ou institucional.

O ponto de início para a Teoria da Decisão situa-se no **reconhecimento de elementos similares que ocorrem nos problemas de decisão**, desta forma, **é possível conceituar a palavra decisão como a etapa final de um processo**, primeiramente instaurado pela constatação de uma situação adversa e conseqüentemente, pela elaboração e realização de etapas adequadamente estruturadas para a resolução desse mesmo problema.

O que é a Teoria da Decisão?

A Teoria da Decisão foi desenvolvida para que sejam encontradas soluções para um problema previamente observado, mediante determinados critérios preestabelecidos.

A expressão "**tomador de decisão**" possui uma amplitude conceitual de compor a análise de **uma pessoa**, de **um grupo** de pessoas ou de **uma organização** empresarial ou institucional.

O ponto de início para a Teoria da Decisão situa-se no **reconhecimento de elementos similares que ocorrem nos problemas de decisão**, desta forma, **é possível conceituar a palavra decisão como a etapa final de um processo**, primeiramente instaurado pela constatação de uma situação adversa e conseqüentemente, pela elaboração e realização de etapas adequadamente estruturadas para a resolução desse mesmo problema.

Segundo Goldbarg e Luna (2005, p.12) **o objetivo primordial da tomada de decisão é maximização do lucro ou a minimização do custo.**

O que é a Teoria da Decisão?

Conforme Goldbarg e Luna (2005), uma tomada de decisão pode ocorrer mediante as seguintes condições:

Situação de certeza:

Nestas situações o tomador de decisão possui as informações completas, conhecendo antecipadamente, o resultado associado a cada ação.

Situação de risco ou incerteza:

Nestas situações o tomador de decisão possui as informações parciais, sabendo que a cada ação podem resultar duas ou mais consequências, cada uma associada a um estado de natureza (*) cuja probabilidade seja conhecida.

Situação de conflito:

Nestas situações o tomador de decisão encontra o estado de natureza (*) substituído por um oponente que visa, ao mesmo tempo, maximizar a sua utilidade e a minimizar a utilidade do adversário.

(*) **Estados da natureza:** São as **ocorrências futuras que podem influir sobre as alternativas**, fazendo com que elas possam apresentar mais de um resultado.

O que é a Teoria da Decisão?

Conforme Moreira (2010), uma tomada de decisão pode ocorrer mediante as seguintes condições:

Decisão tomada sob certeza (DTSC):

Acontece quando o tomador de decisão conhece o estado de natureza que vai ocorrer, ou de alguma forma, conhece com certeza todos os dados do problema.

Decisão tomada sob risco (DTSR):

Acontece quando o tomador de decisão não conhece exatamente o estado de natureza que ocorrerá no seu problema, podendo somente associar a cada estado de natureza uma probabilidade de sua ocorrência.

Decisão tomada sob incerteza (DTSI):

Acontece quando o tomador de decisão não conhece exatamente quando o estado de natureza ocorrerá e não é possível associar quaisquer probabilidades de ocorrência aos estados de natureza.

(*) **Estados da natureza:** São as **ocorrências futuras que podem influir sobre as alternativas**, fazendo com que elas possam apresentar mais de um resultado.

O que é a Teoria da Decisão?

Conceitos básicos, conforme Moreira (2010, p.210):

ESTRATÉGIAS:

As estratégias são as possíveis soluções para o problema.

RESULTADOS:

Cada alternativa de solução leva a um ou mais resultados, que são as consequências das alternativas.

ESTADOS DA NATUREZA:

São as ocorrências futuras que podem influir sobre as alternativas, fazendo com que elas possam apresentar mais de um resultado.

VALOR ESPERADO DA ALTERNATIVA (VEA):

É a soma dos produtos dos resultados da alternativa pelas respectivas probabilidades dos estados da natureza a eles associados.

VALOR ESPERADO DA INFORMAÇÃO PERFEITA (VEIP):

É o ganho excedente sobre a decisão tomada com o mero conhecimento das probabilidades de ocorrência dos estados da natureza futuros.

A Matriz de Decisão

"A matriz de decisão é uma ferramenta auxiliar, que permite visualizar os elementos apresentados: as estratégias alternativas, os estados de natureza e os resultados associados" (MOREIRA, 2010, p.209).

Estado da Natureza Alternativas				
	EN_1	EN_2	...	EN_K
A_1	R_{11}	R_{12}	...	R_{1k}
A_2	R_{21}	R_{21}	...	R_{2k}
...			...	
A_p	R_{p1}	R_{p2}	...	R_{pk}

Decisão Tomada Sob Risco (DTSR)

Conforme apresentado a DTSR acontece quando o tomador de decisão não conhece exatamente o estado de natureza que ocorrerá no seu problema, podendo somente **associar a cada estado da natureza uma probabilidade** de sua ocorrência.

A solução de um problema de DTSR depende do conceito de **Valor Esperado da Alternativa (VEA)**.

Para escolher a melhor alternativa, ou seja, para solucionar o problema, devemos seguir estes procedimentos:

1. Calcular, para cada alternativa o Valor Esperado da Alternativa (VEA)
2. Escolher o melhor dos valores calculados (*)

Essa metodologia é também conhecida como **Regra de Decisão de Bayes**.

(*) Caso a matriz seja apresentada em termos de **lucro ou receita**, o **melhor** valor corresponde ao **maior** valor. Caso a matriz seja apresentada em termos de **custo ou despesa**, o **melhor** valor corresponde ao **menor** valor.

Decisão Tomada Sob Risco (DTSR)

Uma organização almeja a divulgação de um novo modelo de um determinado dispositivo. A partir desta iniciativa é possível desenvolver uma escolha entre as alternativas: produzir um novo modelo ou manter o modelo atual. Qual opção trará melhores retornos financeiros? Mediante as duas alternativas apresentadas, a empresa precisa também admitir três estados futuros da demanda: baixa, média e alta. Para tanto, inicia-se a análise de tomada de decisão pela elaboração da Matriz de Decisão, na qual se apresentam os estados da natureza e as probabilidades.

Estado da Natureza Alternativas	Demanda baixa P = 0,2	Demanda média P = 0,3	Demanda alta P = 0,5
Desenvolver novo produto	-100	100	200
Manter o produto atual	-300	0	400

Alternativa desenvolver novo produto: $VEA = -100 (0,2) + 100 (0,3) + 200 (0,5) = 110$

Alternativa manter o produto atual: $VEA = -300 (0,2) + 0 (0,3) + 400 (0,5) = 140$

Resposta: A alternativa **manter o produto atual** conduz a um **lucro maior**, portanto é a opção escolhida.

Decisão Tomada Sob Risco (DTSR)

Um fabricante de brinquedos está diante da decisão de comprar de terceiros ou manufaturar um componente comum a vários de seus produtos. A probabilidade de baixa demanda é de 40%, de média demanda é de 35% e de alta demanda é de 25%. O lucro para cada alternativa é apresentado na Matriz de Decisão abaixo. Calcular o Valor Esperado da Alternativa (VEA) para cada caso: comprar de terceiros ou manufaturar (MOREIRA, 2010, p. 211).

Estado da Natureza Alternativas	Estado da Natureza		
	Demanda baixa P = 0,4	Demanda média P = 0,35	Demanda alta P = 0,25
Comprar o componente	10	40	100
Manufaturar o componente	-30	20	150

Alternativa comprar o componente: $VEA = 10 (0,4) + 40 (0,35) + 100 (0,25) = 43$

Alternativa manufaturar o componente: $VEA = -30 (0,4) + 20 (0,35) + 150 (0,25) = 32,5$

Resposta: A alternativa **comprar o componente** conduz a um **lucro maior**, portanto é a opção escolhida.

Valor Esperado da Informação Perfeita (VEIP)

VEIP é o excedente obtido (sobre o melhor VEA) quando temos de antemão a informação perfeita, ou seja qual o estado da natureza que ocorrerá em seguida (MOREIRA, 2010, p. 213).

Calcular com base no exemplo anterior o valor máximo que poderia ser pago por uma informação melhor, aliás o valor máximo para a melhor das informações.

Estado da Natureza Alternativas	Demanda baixa P = 0,4	Demanda média P = 0,35	Demanda alta P = 0,25
Comprar o componente	10	40	100
Manufaturar o componente	-30	20	150

Alternativa comprar o componente: $VEA = 10 (0,4) + 40 (0,35) + 100 (0,25) = 43$

Alternativa melhores valores para cada Estado da Natureza: $VEA = 10 (0,4) + 40 (0,35) + 150 (0,25) = 55,5$

Valor Esperado da Informação Perfeita (VEIP): $55,5 - 43 = 12,5$

Valor Esperado da Informação Perfeita (VEIP)

Tabela alternativa para calcular o VEIP:

Estado da Natureza	Melhor Alternativa	Valor	Probabilidade	Ponderação
Baixa demanda	Comprar o componente	10	0,4	$10 (0,4) = 4$
Média demanda	Comprar o componente	40	0,35	$40 (0,35) = 14$
Alta demanda	Manufaturar o componente	150	0,25	$150 (0,25) = 37,5$
SOMA				55,5

Alternativa melhores valores para cada Estado da Natureza: $VEA = 10 (0,4) + 40 (0,35) + 150 (0,25) = 55,5$

Valor Esperado da Informação Perfeita (VEIP): $55,5 - 43 = 12,5$

Solução alternativa (Matriz de Arrependimento)

Uma solução alternativa para o problema de decisão é aplicar a Regra de Decisão de Bayes aos arrependimentos em vez de aplicá-la à matriz original, escolhendo a alternativa que conduzir ao mínimo arrependimento médio. Os arrependimentos são calculados da seguinte forma (MOREIRA, 2010, p. 214):

1. Para cada Estado da Natureza, faz-se a diferença entre o resultado associado à melhor alternativa (sob esse estado) e o resultado das demais alternativas
2. Escolhe-se a alternativa que leva ao mínimo arrependimento.

Estado da Natureza Alternativas	Estado da Natureza		
	Demanda baixa P = 0,4	Demanda média P = 0,35	Demanda alta P = 0,25
Comprar o componente	0	0	50 → (150-100)
Manufaturar o componente	40 → (10 - (-30))	20 → (40-20)	0

Alternativa comprar o componente: $VEA = 0 (0,4) + 0 (0,35) + 50 (0,25) = 12,5$

Alternativa manufaturar o componente: $VEA = 40 (0,4) + 20 (0,35) + 0 (0,25) = 23$

Resposta: O mínimo arrependimento corresponde a opção **comprar o componente**.

Exercício

Um fabricante está considerando duas possibilidades para a distribuição de seus produtos em certa região. A primeira possibilidade é a que está sendo adotada atualmente: entregar os produtos diretamente aos revendedores locais. A segunda alternativa consiste em abrir um armazém próprio de distribuição. Dependendo de como se comporte a demanda futura para a região, as alternativas trarão receitas diferenciadas segundo a matriz de decisão apresentada a seguir. Calcular, portanto, os Valores Esperados das Alternativas (VEA), o Valor Esperado da Informação Perfeita (VEIP), criar a Matriz de Arrependimento e escolher a alternativa que leva ao mínimo arrependimento.

Estado da Natureza Alternativas	Demanda baixa $P = 0,4$	Demanda média $P = 0,35$	Demanda alta $P = 0,25$
Usar revendedores locais	200	150	100
Construir armazém próprio	-50	50	200

