

# **TOMADA DE DECISÕES**

**CESAR RÔMULO SILVEIRA NETO**

Engenheiro Pesquisador do Centro de Estudos em Telecomunicações da Universidade Católica do Rio de Janeiro.

## **1. Introdução**

Neste segundo artigo pretendemos continuar examinando alguns tópicos referentes aos métodos quantitativos no processo da tomada de decisões. Procuraremos ampliar um pouco mais as idéias referentes à Análise de Sistemas que foram introduzidas em nosso artigo anterior (Ref. 1). Daremos, à guisa de exemplo, alguns conceitos fundamentais de uma das ferramentas utilizadas na análise quantitativa que é a Teoria Estatística da Decisão.

## **2. Os Métodos Quantitativos**

Desde remota era o homem vem, consciente ou inconscientemente, fazendo uso de muitos elementos do método científico em suas tomadas de decisões, principalmente no que se referia à sua sobrevivência. Com o correr do tempo, quando os problemas da luta pela sobrevivência tinham minorado, passou a se preocupar também com os fenômenos da natureza exterior e, da necessidade de melhor compreendê-la, procurou criar modelos que traduzissem, de modo eficiente, os fenômenos observados.

Métodos analíticos desde então têm sido utilizados em pequena escala ou de modo a explicar parcialmente êsses fenômenos. Cumpre ressaltar que os fenômenos eram caracterizados por poucos fatores que nêles interviam e eram considerados como entidades completamente distintas. À medida que as técnicas matemáticas foram sendo desenvolvidas, o homem passou a considerar muitos outros fatores e pôde verificar que alguns modelos poderiam ser unificados, permitindo assim uma representação analítica única de fenômenos considerados anteriormente como completamente distintos. Isto possibilitou ao homem ter uma visão mais ampla dos fenômenos, isto é, uma visão global que permitiu observar os diversos fenômenos não como entidades distintas mas como pertencentes a um único sistema, embora complexo.

Devido ao sucesso obtido na utilização do método científico em explicar e prever os fenômenos da natureza, o homem foi aceitando naturalmente sua aplicação nos diversos campos de atividades, mas sempre resistindo em aplicá-lo nas ativi-

dades que envolviam a pessoa humana.

Também no campo da guerra o método científico foi sendo empregado em escala crescente, pois durante as crises nacionais a busca de métodos mais eficientes para auxiliarem a tomada de decisões é intensificada.

A título de ilustração, podemos citar que Tucídides ou (melhor) Thucydides pela antiga descreve exemplos do uso de técnicas analíticas pelos Atenienses nas guerras do Peloponeso.

Em 1916 foi publicado na Inglaterra um livro intitulado "Aviação em Assuntos de Guerra", que lançou as idéias de Frederick W. Lanchester, um pioneiro em aeronáutica, sobre a eficiência da análise quantitativa na estratégia militar. Lanchester procurou representar por meio de modelos matemáticos as complexas estratégias militares. Examinou, por exemplo, a estratégia usada pelo Almirante Nelson na Batalha de Trafalgar.

Durante a 1.ª Grande Guerra, Thomas Alva Edison, então presidente do Conselho Naval Consultivo dos Estados Unidos, usou um "tabuleiro de jogo tático" para mapear e analisar a eficiência do "zig-zag", dentre outras técnicas, para que os navios mercantes escapassem dos submarinos inimigos.

Entretanto, a primeira tentativa de se usar em larga escala os métodos quantitativos como auxiliar da tomada de decisões foi feita durante a 2.ª Guerra Mundial pelas equipes de Pesquisa Operacional<sup>(1)</sup> envolvidas na análise de operações militares. Os trabalhos de pesquisa operacional foram, durante a guerra, considerados assuntos altamente secretos.

Os aliados, que lutavam para ganhar o comando dos céus da Europa com o aumento do número de bombardeiros e missões, constataram que menos de 15% das bombas lançadas atingiam um círculo de 300 metros em torno do alvo. Após o término da guerra foi tornado público que, em 1942, vários analistas de operações do Oitavo Comando de Bombardeio da Inglaterra realizaram estudos para obter uma melhoria da precisão no bombardeio. Com a aplicação das recomendações resultantes desse estudo houve uma melhoria para mais de 60% em 1944 (Ref. 2).

Nos fins do século XIX, homens como Frederick W. Taylor, pioneiros em consultorias administrativas e engenharia industrial, provaram o valor das técnicas científicas nos campos da produção e do planejamento.

Em 1917 um matemático dinamarquês de nome Erlang publicou um trabalho intitulado "So-

---

(1) Pode-se dizer que Pesquisa Operacional é um método auxiliar que fornece ao executivo informações quantitativas necessárias ao processo da tomada de decisões.

lução de Alguns Problemas da Teoria de Probabilidades S'gnificativos em Chamadas de Telefones Automáticos" que antecipou de quase 50 anos os modernos conceitos de linha de espera.

Já na década de 30, Horace C. Levinson aplicava métodos quantitativos a problemas de comércio. Empregou modelos matemáticos no exame da eficiência da propaganda, da colocação de mercadorias, do hábito de compra dos fregueses e das novas técnicas mercantis<sup>(2)</sup>.

As técnicas utilizadas pelos cientistas e militares durante a 2.<sup>a</sup> Grande Guerra, provando ser de grande valia no processo de tomada de decisões, romperam os limites impostos pela segurança durante a emergência nacional e tomaram conta da indústria, das entidades governamentais e dos outros setores das Fôrças Armadas.

Podemos citar, para efeito de ilustração, que, com a nacionalização de algumas indústrias pelo governo inglês, os analistas puderam experimentar as técnicas de pesquisa operacional considerando as indústrias como um todo. A situação econômica inglesa acelerou sua aplicação no governo e nos planejamentos sociais e econômicos, vencendo assim aquela resistência que o homem fazia em utilizar os métodos quantitativos em problemas que envolviam a

pessoa humana. Foram realizados, por exemplo, pela "Superintendência Social do Governo" um "Levantamento das Doenças"; o Ministério da Alimentação realizou um estudo sobre o consumo e as despesas alimentares para prever os efeitos da política de alimentação no orçamento familiar.

Os grupos de pesquisa operacional das Fôrças Armadas Norte-Americanas continuaram reunidos em equipes que se tornaram conhecidas por "Weapons Systems Evaluation Group", que funciona no "Institute for Defense Analysis" para o "Joint Chiefs of Staff" do Departamento de Defesa; "Operations Evaluation Group" da Marinha; "Operations Research Office" do Exército; "Operations Analysis Group" e a "Rand Corporation"<sup>(3)</sup> da Fôrça Aérea, para citar apenas os grupos de maior importância dentro das Fôrças Armadas Americanas.

O crescente interesse por parte da comunidade industrial, principalmente pelo fato de que cientistas e analistas militares passaram a ocupar cargos de destaque nas organizações industriais fomentou a criação de sociedades e centros de pesquisas, cujos interesses são a pesquisa e a difusão da aplicação dos métodos quantitativos na tomada de decisões: "The Opera-

(2) É forçoso ressaltar que os exemplos apresentados são alguns poucos dentre muitos que poderão ser encontrados nas revistas especializadas citadas no fim desta seção.

(3) Vide obs. 2 da Ref. 1.

tions Research Society of America" publicando a revista "Management Science"; "Operational Research Society", inglesa, publicando a revista "Operational Research Quarterly"; "Société Française de Recherche Opérationnelle", publicando a revista "La Recherche Opérationnelle"; "Centro per la Ricerca Operativa", italiano, publicando uma revista com o mesmo nome.

Além das revistas acima citadas, podemos incluir a "Unternehmens forschung", austríaca, e os jornais "Naval Research Logistics Quarterly", "Journal of the Society for Industrial and Applied Mathematics", "Econometrica", "Harvard Business Review", "Journal of the American Statistical Association", "Fortune Magazine", "Review of Economics and Statistics" e o "Proceedings of the Institute of Radio Engineers", todos como prova da importância que os métodos quantitativos assumiram no processo da tomada de decisões, tanto nos setores governamentais e militares quanto nos industriais.

### 3. A Análise de Sistemas<sup>(4)</sup>

Apesar do sucesso obtido pelos métodos quantitativos utilizados na Pesquisa Operacional, eles eram usados de modo limitado: apenas em operações a serem executadas em um futuro próximo e, talvez por causa disso, considerando poucos fatores interdependentes. Os objetivos a

serem alcançados eram óbvios, como, por exemplo, a precisão dos bombardeios aéreos.

Durante a 2.<sup>a</sup> Grande Guerra os métodos quantitativos não foram utilizados no estudo da composição de forças e desenvolvimento do equipamento para um futuro mais distante. Conseqüentemente, com a evolução da tecnologia, a própria arte de guerra sofreu uma vigorosa reavaliação, não só na parte tecnológica, mas também na estratégia e na tática. Milhões de dólares foram destinados a esse tipo de análise e pesquisa.

Uma nova sistemática de trabalho foi introduzida no Departamento de Defesa dos Estados Unidos em 1961 por Robert McNamara. Essa nova sistemática consistia na análise do sistema de defesa como um todo e para que se fizesse a coordenação dessa análise foi criado um escritório para a Análise de Sistemas sob a orientação do Dr. Alain Enthoven (Ref. 1).

O termo Análise de Sistema, já de algum tempo utilizado pelos pesquisadores da RAND, ganhou notoriedade quando adotado pelo Pentágono. Cumpre lembrar que muitos dos homens que auxiliaram McNamara a implantar a administração científica no Pentágono ocupavam, anteriormente, posições de destaque na RAND.

A Análise de Sistemas está mais próxima da engenharia do que da ciência, pois seus objetivos são recomendar e, por que não

(4) Deve ser entendido em seu sentido mais amplo e não apenas como aplicado ao campo da computação eletrônica.

dizer, sugerir as diversas políticas de ação, aproveitando os resultados do campo científico de modo a fazer com que as decisões sejam corretas e a sua execução barata.

Uma das etapas mais importantes na Análise de Sistema é o estabelecimento dos objetivos. Uma etapa árdua que raramente é completada na primeira iteração (permitam-se adiantar esse termo) pois os fatos a serem estudados não são determinísticos e freqüentemente os objetivos são múltiplos, conflitantes e obscuros. Nesta etapa deve haver um contato estreito entre os analistas e o tomador de decisões.

Uma vez que a equipe de analistas está satisfeita quanto à aproximação dos objetivos, devem passar ao estabelecimento das alternativas, isto é, todos os modos possíveis de alcançar os objetivos propostos. É importante ressaltar que mesmo as alternativas ditas "estúpidas" devem ser consideradas: "A Terra é redonda e gira em torno de seu eixo".

Após o estabelecimento das alternativas, nessa 1.<sup>a</sup> iteração, há o trabalho da coleta de dados; dados que serão muito úteis nas etapas seguintes. Dentre esses dados devemos dar uma atenção tãda especial àquêles referentes aos custos.

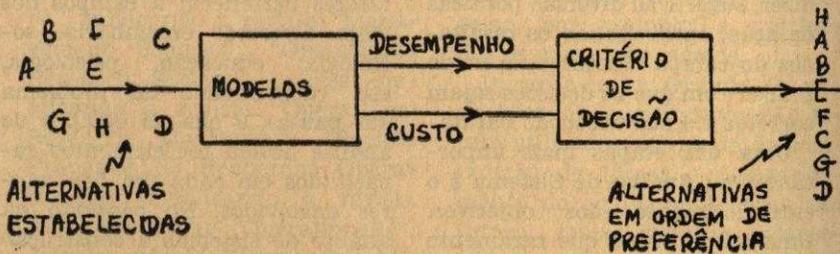
Em seguida, a construção de um modelo se faz necessária. O modelo é uma representação, passível de ser entendida e manuseada pelos analistas, que engloba, tantos quanto possível, os fatores que intervêm no "fenômeno" que está sendo analisado. Deve ser lembrado que esses

fatores pertencem a campos dos mais diversos: engenharia, sociologia, educação, psicologia, etc. (dependendo do problema em pauta) e que as equipes de análise devem ter elementos capacitados em cada um dos setores envolvidos. No contexto da análise de sistemas a construção do modelo é de vital importância, pois é nêle que os analistas trabalharão, examinando e estimando as conseqüências das escolhas alternativas.

As conseqüências das escolhas são normalmente examinadas através do relacionamento do custo x eficiência de cada uma das alternativas propostas. São alterados alguns parâmetros do modelo de modo a verificar como os resultados variam com êsses parâmetros; é a análise de sensibilidade.

Depois dêsse trabalho detalhado sôbre o modelo, os resultados são analisados de modo a questionar as hipóteses e os dados utilizados. A partir dessa análise os objetivos podem ser reexaminados, novas alternativas estabelecidas, coleta de outros dados, etc., e o estudo se processa iterativamente até que os analistas e o executivo estejam satisfeitos com os resultados obtidos. Nêsse instante, as alternativas analisadas na última iteração são, baseadas num critério de decisão, ordenadas e enviadas ao executivo para a tomada de decisão.

A título de melhor ilustração do processo adotado na análise de um sistema, vide o diagrama em blocos abaixo (Ref. 3.)



#### 4. Teoria Estatística da Decisão (Ref. 4)

A teoria estatística de decisão é essencialmente uma generalização e unificação da teoria estatística clássica, pois é capaz de preencher uma grande lacuna existente entre a elaboração teórica e a utilização prática.

Essa teoria possibilita a representação de estruturas de sistemas ótimos, permite a avaliação do desempenho desses sistemas e, o que é importante, permite uma comparação quantitativa entre os sistemas reais e o sistema ótimo teórico.

É interessante ressaltar que o problema da decisão é apenas uma parte das operações que o sistema, como um todo, tem que executar. Após a tomada de decisões, ações são executadas e as conseqüências dessas ações serão função da decisão tomada. A cada combinação das situações físicas que levaram um sistema a tomar uma determinada decisão e da própria decisão pode-se estabelecer uma espécie de "custo" que possibilitará uma avaliação do desempenho do sistema.

Um problema de decisão pode ser classificado quanto:

- à natureza da decisão desejada;
- à natureza dos dados observados;
- à duração do intervalo de observação.

Quanto à natureza da decisão desejada os problemas de decisão devem ser:

- a escolha, dentre um número finito, de uma alternativa baseada apenas em dados incertos;
- a avaliação de um determinado valor, que pode assumir valores num determinado intervalo, baseada apenas em dados incertos;
- a execução de ambas as decisões.

Esses problemas são estudados por cientistas e engenheiros de comunicações já há algum tempo, pois são encontrados nos sistemas de radar, infravermelho, óticos, telemetria e transmissão de dados.

Quanto à natureza dos dados observados, sendo eles amostras, podem ser colhidos em intervalos:

- contínuos;
- discretos.

E quanto à duração dos intervalos de observação, podemos dizer que eles podem:

— ser predeterminados nos problemas de decisão a intervalos fixos; e

variando de acordo com os resultados das observações nos problemas de decisões seqüenciais.

Como o problema desses sistemas é, baseado nos dados observados, produzir a melhor decisão, devemos, por meio de regras de decisão, representá-lo matematicamente de modo a possibilitar sua avaliação e otimização e, somente à guisa de ilustração, os problemas matemáticos envolvidos na aplicação da teoria estatística da decisão na avaliação e otimização dos sistemas podem ser enunciados:

#### Na Avaliação de Sistemas:

"A partir da função densidade de probabilidade condicional dos dados observados, da função densidade de probabilidade a priori do sinal e da regra de decisão, determinar a esperança matemática de uma dada função perda".

#### Na Otimização de Sistemas:

"A partir da função densidade de probabilidade condicional dos dados observados e da função

densidade de probabilidade a priori do sinal, determine a regra de decisão que minimize a esperança matemática de uma dada função perda".

#### 5. Uma Idéia

É incontestável que nos tempos modernos os atos dos governantes passaram a ter maior influência nos destinos de toda a comunidade. Sendo obrigação de todo homem público pautar seus atos de modo a melhor satisfazer as necessidades da comunidade a que servem, devem ter à sua disposição as melhores "ferramentas" para os auxiliarem no processo da tomada de decisões. Como muitas dessas "ferramentas" são de uso comum nas universidades e centros de pesquisas, devem os homens públicos aproveitar a experiência dos cientistas e professores universitários na resolução dos problemas que lhes são afetos.

Este seria, creio, um excelente modo de prestigiar e desenvolver os atuais centros de pesquisa, além, é claro, da natural melhoria das decisões, pois outros dados seriam incluídos no processo da tomada de decisões.

### REFERÊNCIAS

1. SILVEIRA NETO, C. R., "Análise Quantitativa na Tomada de Decisões", Defesa Nacional, março, 1969;
2. SAATY, "Mathematical Methods of Operations Research". McGraw HILL, 1959;
3. QUADE, E.S. e Boucher, W.I. "Systems Analysis and Policy Planning — Application in Defense", American Elsevier Publishing Company, Inc., 1968;
4. COOPER, G.R. "Decision Theory" em Machol, R.E. (Ed.) "Systems Engineering Handbook", McGraw Hill Book Company, 1965.