

1. Introdução

Muitas vezes deparamo-nos com decisões difíceis de serem tomadas, em que as consequências são importantes e os resultados, incertos. Frequentemente, sentimo-nos mal ao tomar decisões dessa natureza e, após tomá-las, passamos a aguardar angustiosamente seus resultados.

Situações como essa ocorrem ocasionalmente em nossa vida particular e em profusão no mundo profissional. Homens de negócio, executivos, engenheiros, médicos e juízes, para citar apenas algumas categorias profissionais, enfrentam problemas de decisão dessa natureza como parte de suas responsabilidades. É a problemas como os descritos acima e aos profissionais a quem cabe resolvê-los que a Análise de Decisão se endereça.

A Análise de Decisão não é uma teoria **descritiva** ou **explicativa**, uma vez que não faz parte de seus objetivos descrever ou explicitar como e por que as pessoas (ou instituições) agem de determinada forma ou tomam certas decisões. Pelo contrário, trata-se de uma teoria **prescritiva** ou **normativa** no sentido de pretender ajudar as pessoas a tomarem decisões melhores face a suas preferências básicas. Ela parte do pressuposto de que os indivíduos são capazes de expressar suas preferências básicas quando enfrentam situações de decisão simples. Com base nisso, a metodologia desenvolvida pela Análise de Decisão permitirá a resolução de problemas de decisão mais complexos nos quais seu agente (que passaremos a chamar simplesmente de decisor) mantém suas preferências básicas mas é incapaz de manipular intuitivamente a complexidade da situação.

Esses casos, em geral, ocorrem em problemas não-repetitivos, ou seja, quando se deverá enfrentar uma decisão básica uma única vez, embora as ideias contidas nos procedimentos que iremos estudar possam ser utilizadas em situações bastante gerais.

Para que um problema de decisão possa ser formulado no contexto da metodologia aqui exposta, torna-se necessária uma descrição completa do problema, que compreende as seguintes informações:

- a) A relação de todas as opções possíveis, seja com referência aos possíveis cursos de ação, seja a respeito da coleta ou aquisição de novas informações.
- b) A lista de todos os eventos que podem ocorrer como resultado das possíveis decisões.

- c) A cronologia em que as informações chegam ao conhecimento do decisor e em que as decisões devem ser tomadas.
- d) A quantificação das preferências do decisor em relação às consequências que podem resultar dos possíveis cursos de ação.
- e) Um julgamento probabilístico a respeito da ocorrência dos possíveis eventos.

A maior parte das informações necessárias à formulação do problema é de natureza objetiva, mas algumas, tais como a estrutura básica de preferências do decisor e seus julgamentos probabilísticos, são essencialmente subjetivas. A especificação da estrutura de preferências do decisor pode ser efetuada em duas etapas. Primeiramente, as eventuais consequências não monetárias são expressas em termos de numerário corrente. Pelo fato de estarmos profundamente habituados a exprimir nossas preferências por valores monetários, essa equivalência é, em geral, bastante fácil. Em segundo lugar, os equivalentes monetários das várias consequências do problema de decisão devem ser expressos em unidades de **utilidade**, que é um conceito que se relaciona de perto com as preferências do indivíduo em relação ao risco. Notar que, de passagem, as preferências em relação ao risco se assemelham às preferências em relação ao tempo, sendo perfeitamente possível dar-lhes tratamento conjunto.

Por outro lado, os julgamentos do decisor em relação aos eventos incertos são equacionados como **probabilidades subjetivas**. Os conceitos de probabilidade e de utilidade desempenham um papel central na Análise de Decisão.

De posse da estrutura do problema de decisão, das probabilidades dos eventos incertos (ou seja, das variáveis de estado) e das utilidades das consequências possíveis, efetuaremos alguns cálculos e determinaremos as decisões que maximizam as preferências básicas do decisor.

Poder-se-á, também, calcular um valor monetário que chamaremos de **equivalente certo** tal que o decisor fique indeciso entre receber este valor na certeza, ou manter o problema de decisão que tem em suas mãos com as incertezas que lhe são características.

Possivelmente, conseguiremos aumentar consideravelmente o equivalente certo do problema de decisão se obtivermos informações adicionais a respeito dos eventos incertos. Ao incremento sobre o equivalente certo original, resultante da resolução completa da incerteza, chamaremos de **valor da clarividência**. Dificilmente chegaremos ao ponto de remover inteiramente a incerteza em relação a determinado evento; entretanto, o conceito de valor da clarividência é muito útil por representar o limite superior do valor de qualquer informação tendente a eliminar essa incerteza.

Mais provavelmente, ser-nos-á possível reduzir a incerteza sobre determinada realidade por um procedimento de experimentação ou amostragem. A regra fornecida pelo Teorema de Bayes, enfatizado na revisão de probabilidade do capítulo 2, nos permitirá atualizar as probabilidades associadas a essa realidade dado o resultado da amostragem e, dessa forma, poderemos determinar o **valor do experimento**, ou seja, o valor-limite que nos conviria pagar para obter a informação decorrente.

Isso nos leva diretamente ao campo da Inferência Estatística, ou Estatística Indutiva, que se enquadra dentro do contexto deste livro, uma vez que seu objetivo é **decidir** que valor deve ser adotado como estimativa de algum parâmetro desconhecido ou qual atitude devemos adotar face à aceitação ou rejeição de determinadas hipóteses estatísticas existentes.

No presente texto, a Inferência Estatística é abordada pela ótica da ideia contida no Teorema de Bayes, de atualização probabilística acerca das possibilidades associadas aos possíveis estados de uma natureza incerta na qual se desenvolve o fenômeno em estudo, configurando uma forma moderna de se utilizar procedimentos estatísticos conhecida por Estatística Bayesiana. Embora o Teorema de Bayes remonte ao século XVIII, tendo sido introduzido no Cálculo de Probabilidades pelo matemático e reverendo inglês Thomas Bayes (1702-1761), somente por volta de meados do século XX sua importância como ferramenta estatística em certos tipos de problemas passou a ser dessa forma reconhecida. A Estatística Bayesiana costuma ser contraposta à chamada Estatística Clássica, muito mais frequente nos tratados sobre o assunto, que se desenvolveu a partir do século XIX graças ao trabalho de diversos notáveis matemáticos e estatísticos como Sir Ronald Fisher (1890-1962), William Gosset, que usava o pseudônimo Student (1876-1937), Karl Pearson (1857-1936) e Jerzy Neyman (1894-1981). Uma visão dos principais conceitos e técnicas da Estatística Clássica pode ser encontrada, entre muitas outras obras, em Costa Neto (2002).

O processo de inferência se inicia pela atribuição de uma distribuição de probabilidades subjetivas sobre o parâmetro a ser estimado. Essa distribuição deve espelhar da melhor forma possível nosso conhecimento prévio a respeito do parâmetro em questão. Procedida a amostragem, obteremos uma distribuição posterior (ao experimento) aplicando a regra de Bayes à distribuição prévia.

O método de atualização de probabilidades acima descrito é habitualmente denominado Inferência Bayesiana, para diferenciá-lo de outros métodos mais tradicionais que tentam excluir da análise qualquer conhecimento prévio a respeito do parâmetro.

Como o procedimento da Inferência Bayesiana pode ser, às vezes, excessivamente trabalhoso, mostraremos que, para cada processo probabilístico, existe uma família de distribuições dita **conjugada**, tal que, pertencendo a distribuição prévia a essa família, o mesmo acontecerá à distribuição posterior. As famílias de distribuições conjugadas apresentam notável utilidade por simplificar sobremaneira o processo de inferência.

O produto do procedimento bayesiano de inferência é, assim, uma distribuição de probabilidades. Definindo-se uma **função de perda** (ou penalidade) sobre os desvios de uma estimativa hipotética em relação ao verdadeiro valor do parâmetro (desconhecido), obteremos a estimativa ótima do referido parâmetro face ao resultado da amostragem e à função de perda adotada. No contexto, mostraremos que

as estimativas de máxima verossimilhança, profusamente utilizadas na Estatística Clássica, se enquadram na teoria bayesiana como casos particulares.

No presente trabalho, foi nossa intenção apresentar um arcabouço razoavelmente completo, sem ser exaustivo, da metodologia atualmente empregada pela Análise da Decisão. Temos consciência de sua importância, pois sua aplicabilidade é quase universal e sua utilização tem sido sempre crescente em passado recente.

Sabemos que ainda existem muitos tópicos relacionados com o assunto que permanecem em aberto, sendo passíveis de investigação ulterior, e que não são abordados em maior profundidade neste texto. Assim, por exemplo, acreditamos que existe muito ainda por se pesquisar nos campos experimentais referentes ao levantamento das probabilidades subjetivas e das funções de utilidade reais dos indivíduos e das entidades.

Também não apresentamos neste trabalho vários resultados aplicados, tais como os testes de hipóteses bayesianos e outros. Afinal, não se pode pretender esgotar um assunto tão vasto e atual em um texto com a finalidade do presente.

Acreditamos, entretanto, que dentro do escopo básico a que nos propusemos, poderemos oferecer ao leitor a oportunidade de compreender em seus aspectos fundamentais e utilizar em seu respectivo campo de atuação os conceitos e a metodologia da Análise Estatística da Decisão, para casos nos quais a incerteza prevalece quanto às premissas necessárias a essa tomada de decisão.