

Investigação Operacional

Origem, Metodologias e Aplicações

"My business card says Data Mining, Performance Measures, and Decision Support. Those are my attempts to translate operations research into English."

– Um consultor de IO independente

A origem da Investigação Operacional

A Investigação Operacional (IO) é uma disciplina recente que utiliza modelos matemáticos e estatísticos para resolver problemas complexos na procura de uma solução ótima que possibilite a melhor tomada de decisão. De vasto campo aplicação, a IO abrange atualmente diversos saberes e técnicas, tais como a Programação Linear e Não-Linear, a Programação Dinâmica, a Simulação, a Teoria de Jogos, a Previsão, a Gestão de Projeto, etc. Identificar e tomar a melhor decisão que conduzisse à vitória foi sempre uma preocupação constante de quem fazia a guerra. Para o conseguirem, os militares recorreram frequentemente aos detentores do conhecimento em cada momento histórico.

É por isso que muitos especialistas consideram que a IO data do século III A.C., quando, durante a Segunda Guerra Púnica, Siracusa, sitiada pelos romanos, se defendeu recorrendo à solução proposta por Arquimedes, com um sistema de espelhos que orientava a luz solar, assim conseguindo incendiar os navios inimigos.

Em 1503, Leonardo da Vinci participou como engenheiro na guerra que opôs Pisa a Florença, pondo ao serviço desta cidade os seus conhecimentos de construção de navios e outros veículos, canhões, catapultas e outras máquinas de guerra.

A IO sempre se apoiou na matemática, tendo tido enorme impacto os trabalhos que, nos séculos XVII e XVIII, Newton, Leibniz, Bernoulli e Lagrange desenvolveram trabalhos ligados à obtenção de máximos e mínimos condicionados a determinadas funções.

Ainda na mesma altura, o Fourier delineou os métodos da atual Programação Linear e, nos últimos anos do século XVIII, Monge estabeleceu os precedentes do Método Gráfico a partir dos seus estudos de geometria descritiva.

No final do século XIX, Taylor, considerado um dos pioneiros da moderna gestão, realizou um estudo que permitiu maximizar o rendimento dos mineiros ao determinar que a variável realmente significativa era o peso combinado entre pá e a sua carga. Deste modo, foram concebidas pás de acordo com os diferentes materiais usados.

No entanto, o início da IO é normalmente considerado como tendo ocorrido durante a II Guerra Mundial, quando os Aliados se viram confrontados com problemas (de natureza estratégia, tática e logística) de grande dimensão e complexidade. Para apoiar os comandos militares na resolução desses problemas, foram criados grupos multidisciplinares de cientistas em que se incluíam matemáticos, físicos e engenheiros.

Como exemplos mais relevantes do trabalho desenvolvido por estes grupos de cientistas, são de referir, no Reino Unido, em 1939, o aumento da eficácia dos radares e o desempenho ótimo do sistema de defesa aérea britânico, fundamentais para a vitória na Batalha de Inglaterra, bem como, nos Estados Unidos da América, em 1942, a utilização de modelos matemáticos na movimentação de navios mercantes para romper o bloqueio que a marinha alemã impunha ao Reino Unido, tendo em conta restrições e condições reais tais como a carga a transportar, a velocidade máxima e o combustível necessário.

No fim da guerra, incentivado pelo sucesso da IO a nível militar, o mundo empresarial, nomeadamente o sector industrial, começou gradualmente a interessar-se por esta disciplina.

As equipas de IO tinham mostrado, no decurso do conflito anterior que eram capazes de resolver problemas complexos, envolvendo muitas variáveis, recorrendo a métodos que tinham permitido obter maior eficiência na utilização do armamento e valiosa economia em vidas humanas e material, sendo suscetíveis de aplicação no âmbito civil.

Os problemas eram basicamente os mesmos que tinham sido tratados pelos militares, mas agora em diferentes contextos. Assim, embora a IO militar não tenha parado de se desenvolver, assistiu-se no período pós-guerra ao rápido crescimento da IO civil, na indústria, nos serviços e no Estado, com o intuito de estabelecer métodos de gestão mais racionais, quer no sector público quer no privado.

Podem identificar-se, pelo menos dois fatores, que tiveram um papel essencial no rápido crescimento da IO durante este período:

- Substantial progresso das técnicas matemáticas disponíveis na IO.

Depois da guerra, os cientistas sentiam-se motivados para uma investigação profunda nesta nova disciplina, daqui resultando avanços muito importantes como o Método de Simplex para resolver problemas de programação linear, desenvolvido por George Dantzig em 1947.

- Evolução/revolução informática.

Normalmente é exigida uma grande quantidade de cálculos para tratar, mais eficientemente, os típicos problemas que caracterizam a IO. Contudo, o desenvolvimento da informática, materializado nos computadores, com capacidade para realizar cálculos aritméticos mil vezes, ou mesmo milhões de vezes, mais rapidamente que o Homem, bem como para processar enormes volumes de dados sobre as atividades das empresas, criou condições para que esses problemas de enorme complexidade pudessem ser eficaz e eficientemente resolvidos, assim evidenciando os benefícios decorrentes da utilização da IO.

Metodologia da Investigação Operacional - Ideias básicas

A abordagem da IO aplicada aos modelos matemáticos é própria do método científico, o qual é composto pelas seguintes fases:

- Observar
 - Definir o problema e recolher dados
- Fazer modelos matemáticos
 - Se possível reduzir o problema a um modelo bem conhecido (é importante ter um “catálogo” de problemas bem conhecidos)
- Obter soluções a partir do modelo
 - Otimizar resultados, baseados nesses modelos
- Testar o modelo
 - Verificar se os resultados fazem sentido
 - Confirmar/rejeitar hipóteses

-
- Preparação e implementação prática
 - Acompanhamento e verificação de resultados práticos

Na prática, as diferentes fases do método científico raramente se sucedem na ordem indicada. Muitas podem ser simultâneas e, em vários estudos, por exemplo, a fase que consiste em formular o problema só fica completa quando a investigação está virtualmente terminada. O processo de investigação é normalmente cíclico. Por exemplo, se ao testar-se o modelo se conclui que ele é deficiente, a formulação do problema e a construção do modelo podem ser revistas e modificadas. Ou seja, as diferentes fases influenciam-se mutuamente durante o trabalho de investigação.

Aplicações da Investigação Operacional

Como dissemos acima, os domínios de aplicação da Investigação Operacional são vastos, podendo citar-se fundamentalmente os seguintes:

- Economia e especialmente Economia de Empresa, onde se situam as aplicações mais férteis e os estímulos mais fortes para os desenvolvimentos teóricos da Programação Linear;
- Matemática, onde a Programação Linear tem impulsionado a obtenção de importantes resultados teóricos e o aperfeiçoamento das técnicas de análise numérica;
- Militar, onde as aplicações são numerosas mas normalmente pouco divulgadas por razões de segurança.

Como exemplos destas áreas de aplicação podemos referir mais explicitamente:

- Gestão de empresas (determinação das quantidades a produzir dos diferentes produtos da empresa de acordo com os recursos disponíveis, as condições tecnológicas existentes e a situação do mercado.);
- Problemas de Transportes (conhecido o custo de transporte de uma unidade de produto de cada origem para cada destino, procede-se à determinação do plano de distribuição que torna mínimo o custo total de transporte.);
- «Trim-Loss» (determinação do número de unidades a cortar com determinadas dimensões de modo a minimizar os desperdícios envolvidos face às dimensões da produção. Exemplos: indústria do papel e do cartão, siderúrgica, têxtil, confeções, vidreira, ...);
- Estrutura financeira dos bancos (o banco pretende estabelecer a estrutura do ativo que maximiza o seu lucro global, sabendo que devem ser respeitados os condicionalismos legais e de gestão que asseguram o equilíbrio financeiro.);
- Problemas de Mistura (pretende-se obter, com custo mínimo ou lucro máximo, um ou vários produtos, a satisfazer certos requisitos técnicos, através de vários ingredientes possuidores em grau diferente dessas características técnicas. Exemplo: rações para animais, adubos, produtos alimentares e farmacêuticos, ligas metálicas, tintas, gasolinas.);
- Planeamento Agrícola (o problema consiste em afectar recursos escassos, tais como superfície arável, mão-de-obra, água, etc..., à produção de diversos bens de modo a maximizar o resultado de exploração.).