


**INSTITUTO SUPERIOR MUTASA**

**DELEGAÇÃO DE CHIMOIO**

**DISCIPLINA DE METÓDOS QUANTITATIVOS APLICADOS A GESTÃO**

**LICENCIATURA EM ADMINISTRAÇÃO E GESTÃO DE EMPRESAS**

# MÉTODOS CIENÍFICOS DE MODELAÇÃO QUANTITATIVA SISTEMÁTICA

**Docente:** Marcelo Chapepa

**Estudantes:** Áuria Sebastião David

Guiban da Katia Arrone

Chimoio, Agosto de 2026

**Índice**

1. CONTEXTUALIZAÇÃO ..... 3
1.1. Objectivos ..... 3
1.1.1. Objectivo geral ..... 3
1.1.2. Objectivos específicos ..... 3
1.2. Justificativa ..... 4
2. REVISÃO DE LITERATURA ..... 5
2.1. Conceito de método científico e a sua relação com a gestão ..... 5
2.2. A modelação quantitativa como instrumento de apoio à decisão ..... 6
2.3. Etapas da construção de um modelo quantitativo ..... 7
2.4. Principais métodos quantitativos sistemáticos utilizados na gestão ..... 8
2.4.1. Programação linear ..... 8
2.4.2. Teoria das filas ..... 9
2.4.3. Simulação ..... 10
2.4.4. Árvores de decisão ..... 12
2.4.5. PERT e CPM ..... 13
2.4.6. Métodos estatísticos e análise multivariada ..... 14
2.5. A ética e a responsabilidade na utilização de dados quantitativos ..... 15
2.6. Tendências actuais: *big data* e *business analytics* ..... 16
2.7. Vantagens e limitações da aplicação dos métodos quantitativos ..... 17
2.8. Métodos quantitativos versus métodos qualitativos ..... 18
2.9. Aplicações práticas dos métodos quantitativos na administração de empresas ..... 19
2.10. Instrumentos e programas informáticos de apoio à modelação quantitativa ..... 20
2.11. O papel do administrador na interpretação dos resultados quantitativos ..... 21
3. CONCLUSÃO ..... 22
Exercícios Propostos ..... 22
Referências Bibliográficas ..... 24

# 1. CONTEXTUALIZAÇÃO

A gestão de uma organização implica, em praticamente todos os seus níveis, a tomada de decisões que envolvem incerteza, recursos limitados e múltiplas variáveis interligadas. Durante muito tempo, essas decisões basearam-se sobretudo na experiência, na intuição e no bom senso dos gestores. Contudo, a crescente complexidade dos mercados, a concorrência mais acirrada e a necessidade de justificar escolhas com base em dados concretos levaram a administração a aproximar-se cada vez mais das ciências exactas, procurando nelas instrumentos que permitissem decidir com maior segurança e rigor. É neste contexto que surgem os métodos científicos de modelação quantitativa sistemática, que consistem em representar situações reais da vida empresarial através de modelos matemáticos e estatísticos capazes de simular cenários, prever resultados e apoiar escolhas mais racionais.

Este trabalho debruça-se exactamente sobre este tema, procurando explicar o que são estes métodos, como se constroem e de que forma podem ser aplicados no dia a dia de uma empresa. Ao longo do trabalho, procura-se mostrar que a modelação quantitativa não substitui o julgamento humano, mas antes o complementa, oferecendo ao gestor uma base mais sólida para as suas decisões.

## 1.1. Objectivos

### 1.1.1. Objectivo geral

Compreender os métodos científicos de modelação quantitativa sistemática e a sua aplicação na tomada de decisão dentro das organizações.

### 1.1.2. Objectivos específicos

- Definir o conceito de método científico e relacioná-lo com a modelação quantitativa aplicada à gestão;
- Descrever as etapas fundamentais da construção de um modelo quantitativo;
- Identificar e explicar os principais métodos quantitativos sistemáticos utilizados na administração de empresas;
- Analisar as vantagens e as limitações da aplicação destes métodos no processo de decisão empresarial.

## 1.2. Justificativa

. O trabalho justifica-se, em primeiro lugar, pela relevância crescente que os métodos quantitativos têm assumido no processo de tomada de decisão nas organizações. Num contexto de mercados cada vez mais competitivos, marcados pela escassez de recursos e pela multiplicidade de variáveis que influenciam o desempenho empresarial, já não é suficiente que o gestor decida apenas com base na intuição ou na experiência acumulada; torna-se necessário recorrer a instrumentos científicos capazes de analisar dados, simular cenários e reduzir o grau de incerteza associado às escolhas administrativas.

Do ponto de vista académico, este trabalho justifica-se pela necessidade de aprofundar, enquanto estudante do curso de Administração e Gestão de Empresas, o domínio de ferramentas que constituem uma componente essencial da formação do gestor moderno, nomeadamente a programação linear, a teoria das filas, a simulação, as árvores de decisão, o PERT/CPM e os métodos estatísticos, permitindo relacionar a teoria estudada com a sua aplicação prática através de exercícios concretos.

Do ponto de vista prático e social, a pertinência do tema reside no facto de estes métodos apoiarem decisões que têm impacto directo na eficiência das organizações, na correcta afectação de recursos escassos e, consequentemente, na sua sustentabilidade e competitividade. Assim, compreender os métodos científicos de modelação quantitativa sistemática contribui não só para o enriquecimento académico do investigador, mas também para a formação de profissionais mais preparados para enfrentar os desafios de gestão que se colocam actualmente às empresas moçambicanas e internacionais.

# 2. REVISÃO DE LITERATURA

## 2.1.Conceito de método científico e a sua relação com a gestão

Antes de se falar em modelação quantitativa, importa perceber o que se entende por método científico. Lakatos e Marconi (2003) explicam que o método científico corresponde ao conjunto de procedimentos sistemáticos utilizados para se chegar ao conhecimento de determinado fenómeno, através da observação, da formulação de hipóteses e da verificação dessas hipóteses com base em dados. Trata-se, portanto, de uma forma organizada e racional de investigar a realidade, que se distingue do senso comum precisamente pela exigência de rigor, de comprovação e de possibilidade de repetição dos resultados.

Gil (2008) acrescenta que o método científico não é único, existindo diferentes caminhos que podem ser seguidos consoante a natureza do problema em estudo, mas todos partilham a mesma preocupação central, que é a de produzir conhecimento válido e fiável. Quando este raciocínio é transposto para o universo da gestão, percebe-se que o administrador, ao decidir, está de certa forma a agir como um investigador, pois precisa de observar a realidade da empresa, levantar hipóteses sobre o que pode acontecer caso opte por um determinado caminho e, sempre que possível, testar essas hipóteses antes de comprometer recursos importantes.

De acordo com Chiavenato (2014), a administração moderna já não pode assentar apenas na experiência acumulada dos gestores, sendo cada vez mais necessário recorrer a métodos racionais e sistemáticos que permitam analisar problemas complexos com maior objectividade. É exactamente aqui que a modelação quantitativa se insere, funcionando como uma ponte entre o rigor do método científico e as necessidades práticas de decisão dentro das organizações.

Vale ainda a pena referir que Gil (2008) distingue diferentes tipos de pesquisa científica consoante os seus objectivos, nomeadamente a pesquisa exploratória, a descritiva e a explicativa, cada uma delas com um propósito distinto dentro do processo de produção de conhecimento. Quando esta classificação é aplicada ao contexto empresarial, percebe-se que muitos dos problemas enfrentados pelos gestores exigem, primeiro, uma fase exploratória, em que se procura compreender melhor a natureza do problema, seguida de uma fase descritiva, em que se caracteriza a situação com mais detalhe, para só depois se avançar para uma fase explicativa, em que se procuram as causas e as relações entre as variáveis envolvidas. A modelação quantitativa surge, precisamente, como uma das ferramentas mais eficazes para esta

última fase, uma vez que permite testar de forma objectiva as relações que se pretendem compreender.

## 2.2.A modelação quantitativa como instrumento de apoio à decisão

Um modelo, em termos simples, é uma representação simplificada da realidade. Render, Stair e Hanna (2012) definem um modelo quantitativo como uma representação matemática de uma situação real, construída com o objectivo de facilitar a análise e a compreensão dessa situação, sem que seja necessário lidar directamente com toda a sua complexidade. Segundo estes autores, quando um gestor constrói um modelo, está essencialmente a traduzir um problema do mundo real para uma linguagem matemática, através de variáveis, parâmetros e relações entre eles.

Hillier e Lieberman (2010) reforçam esta ideia ao afirmarem que a modelação quantitativa, no âmbito da pesquisa operacional, procura representar os elementos essenciais de um problema de decisão de forma suficientemente simples para permitir o seu tratamento matemático, mas suficientemente próxima da realidade para que as conclusões obtidas continuem a ter validade prática. Um modelo, portanto, não pretende reproduzir a realidade em todos os seus pormenores, mas sim capturar aquilo que é verdadeiramente relevante para a decisão em causa.

Taha (2008) chama a atenção para o facto de que a construção de um modelo quantitativo obriga o gestor a pensar de forma estruturada sobre o problema, uma vez que é necessário identificar claramente quais são as variáveis controláveis, quais são as restrições existentes e qual é o objectivo que se pretende alcançar, seja ele a maximização do lucro, a minimização de custos ou a optimização de determinado recurso. Este exercício de organização do pensamento é, por si só, um dos grandes benefícios da modelação quantitativa, independentemente da complexidade matemática que o modelo venha a assumir.

Render, Stair e Hanna (2012) classificam ainda os modelos quantitativos em diferentes categorias, distinguindo, por exemplo, entre modelos determinísticos, nos quais todos os valores utilizados são conhecidos com certeza, e modelos probabilísticos, nos quais algumas das variáveis envolvem incerteza e são, por isso, tratadas através de distribuições de probabilidade. Um modelo de programação linear aplicado ao planeamento da produção, em que se conhece com exactidão o custo de cada matéria-prima, é um exemplo de modelo determinístico, ao passo que um modelo de previsão de vendas, que depende de factores

incertos como o comportamento futuro dos consumidores, constitui um exemplo de modelo probabilístico. Compreender esta distinção ajuda o gestor a escolher a técnica mais adequada a cada situação, evitando tratar como certo aquilo que, na realidade, envolve um grau importante de incerteza.

### 2.3.Etapas da construção de um modelo quantitativo

De acordo com Render et al. (2012), este processo ocorre em várias fases, que começam pela definição clara do problema. Segundo os autores, muitos modelos falham não porque a matemática esteja errada, mas porque o problema foi mal definido desde o início, o que compromete todo o trabalho seguinte.

Depois de definido o problema, segue-se a fase de formulação do modelo, na qual se estabelecem as variáveis de decisão, os parâmetros conhecidos e as relações matemáticas que ligam estes elementos ao objectivo pretendido. Taha (2008) explica que esta é a etapa mais criativa de todo o processo, pois exige que o analista traduza uma situação concreta, muitas vezes carregada de nuances e particularidades, numa estrutura matemática coerente.

Segue-se a colheita e organização dos dados necessários para alimentar o modelo, etapa que Hillier e Lieberman (2010) consideram crítica, uma vez que a qualidade das conclusões obtidas depende directamente da qualidade e da fiabilidade dos dados utilizados. Um modelo matematicamente correcto, mas alimentado com dados imprecisos, tende a produzir resultados enganadores, o que reforça a importância de se investir tempo suficiente nesta fase.

Depois de reunidos os dados, procede-se à resolução do modelo, que pode ser feita através de cálculos manuais, em problemas mais simples, ou com recurso a programas informáticos especializados, quando a complexidade do problema assim o exigir. Segue-se a fase de teste e validação, na qual se verifica se os resultados obtidos fazem sentido à luz da realidade conhecida, e só depois disso o modelo pode ser efectivamente implementado e utilizado como apoio à decisão. Render et al. (2012) sublinham ainda a importância de um acompanhamento contínuo do modelo depois da sua implementação, pois as condições que lhe deram origem podem mudar ao longo do tempo, exigindo ajustes periódicos.

Taha (2008) acrescenta que, embora estas etapas sejam normalmente apresentadas de forma sequencial, na prática o processo de modelação é muitas vezes iterativo, exigindo que o gestor regresse a etapas anteriores sempre que os resultados obtidos não correspondem ao esperado. Pode acontecer, por exemplo, que apenas depois de resolvido o modelo se perceba

que alguma restrição importante não foi incluída na sua formulação, obrigando a um ajuste e a uma nova resolução. Este carácter iterativo, longe de representar uma falha do método, é antes uma demonstração da sua flexibilidade, permitindo que o modelo seja progressivamente refinado até reflectir de forma satisfatória o problema real que se pretende resolver.

## 2.4.Principais métodos quantitativos sistemáticos utilizados na gestão

Existem diversos métodos quantitativos que podem ser aplicados consoante a natureza do problema de gestão em causa. Nos pontos seguintes apresentam-se alguns dos mais utilizados na prática administrativa, procurando-se explicá-los de forma simples e ilustrá-los com exemplos do quotidiano empresarial.

### 2.4.1. Programação linear

A programação linear é, segundo Hillier e Lieberman (2010), um dos métodos quantitativos mais utilizados na administração, sendo aplicada em situações nas quais se pretende maximizar ou minimizar determinado objectivo, respeitando um conjunto de restrições que também podem ser expressas de forma linear. Um exemplo simples, é o de uma fábrica que produz dois ou mais produtos e que precisa de decidir quanto produzir de cada um, tendo em conta a disponibilidade limitada de matéria-prima, de mão de obra e de horas de máquina, de forma a maximizar o lucro total. Este tipo de problema pode ser resolvido através de métodos gráficos, quando existem apenas duas variáveis, ou através do método simplex, quando o problema envolve um número maior de variáveis e restrições.

Segundo Render et al. (2012), a programação linear tem aplicação em áreas muito diversas, para além do planeamento da produção, sendo também utilizada na definição de dietas alimentares com custo mínimo, na alocação de publicidade entre diferentes meios de comunicação e na distribuição de mercadorias entre armazéns e pontos de venda. Em todos estes casos, o princípio subjacente mantém-se o mesmo, existindo sempre um objectivo a optimizar e um conjunto de restrições que limitam as escolhas possíveis, cabendo ao modelo encontrar, entre todas as combinações viáveis, aquela que melhor serve os interesses da organização.

**Exercício Prático 1**

**Enunciado:** Uma fábrica produz dois produtos, A e B. O lucro unitário é de 40 MT por unidade de A e 30 MT por unidade de B. A produção está sujeita a duas restrições: a disponibilidade de matéria-prima permite, no máximo, $2A + 1B \leq 100$ kg, e a disponibilidade

de mão de obra permite, no máximo, $1A + 2B \leq 80$ horas. Determine as quantidades de A e de B que a fábrica deve produzir para maximizar o lucro total, e calcule o lucro máximo.

**Resolução:** O problema formula-se como: Maximizar $Z = 40x + 30y$, sujeito a $2x + y \leq 100$; $x + 2y \leq 80$; $x \geq 0$; $y \geq 0$, em que x representa as unidades de A e y as unidades de B.

Pelo método gráfico, a região viável é delimitada pelos vértices (0,0), (50,0), (0,40) e pelo ponto de intersecção das duas restrições.

Para encontrar o ponto de intersecção, resolve-se o sistema: $2x + y = 100$ e $x + 2y = 80$. Da primeira equação, $y = 100 - 2x$. Substituindo na segunda: $x + 2(100 - 2x) = 80 \rightarrow x + 200 - 4x = 80 \rightarrow -3x = -120 \rightarrow x = 40$, pelo que $y = 100 - 2(40) = 20$. O vértice de intersecção é, portanto, (40, 20).

Calculando o valor da função objectivo em cada vértice da região viável:

- (0, 0): $Z = 40(0) + 30(0) = 0$ MT
- (50, 0): $Z = 40(50) + 30(0) = 2\,000$ MT
- (0, 40): $Z = 40(0) + 30(40) = 1\,200$ MT
- (40, 20): $Z = 40(40) + 30(20) = 1\,600 + 600 = 2\,200$ MT

**Resposta:** O lucro máximo é atingido no vértice (40, 20), pelo que a fábrica deve produzir 40 unidades de A e 20 unidades de B, obtendo um lucro total de 2 200 MT, sem ultrapassar nenhuma das restrições de matéria-prima ou de mão de obra disponíveis.

### 2.4.2. Teoria das filas

A teoria das filas ocupa-se do estudo de situações em que existe espera por um serviço, procurando compreender o comportamento das filas e ajudar a organização a decidir, por exemplo, quantos guichés ou caixas deve manter abertos em determinado momento. Hillier e Lieberman (2010) explicam que este método é particularmente útil em bancos, supermercados, *call centers* e hospitais, locais onde a gestão do tempo de espera do cliente tem impacto directo na sua satisfação. Ao aplicar a teoria das filas, o gestor consegue equilibrar dois custos que normalmente estão em conflito, sendo eles o custo de manter mais pontos de atendimento disponíveis e o custo associado à insatisfação dos clientes que esperam demasiado tempo.

Conforme Taha (2008), os modelos de filas assentam geralmente em pressupostos sobre a forma como os clientes chegam ao sistema e sobre o tempo que cada atendimento demora, sendo comum recorrer-se a distribuições estatísticas, como a distribuição de *Poisson*, para

descrever estes fenómenos. Ainda que estes pressupostos nem sempre correspondam de forma perfeita à realidade, o autor defende que os resultados obtidos continuam a ser suficientemente úteis para orientar decisões práticas, como a definição do número ideal de funcionários a colocar ao serviço em diferentes horas do dia, permitindo à empresa equilibrar a qualidade do atendimento com a eficiência na utilização dos recursos humanos disponíveis.

**Exercício prático 2**

**Enunciado:** Um balcão de atendimento de um banco funciona segundo um modelo de fila M/M/1 (um único servidor, chegadas de Poisson e atendimento exponencial). Os clientes chegam a uma taxa média de $\lambda = 12$ clientes por hora e o funcionário consegue atender, em média, $\mu = 15$ clientes por hora. Calcule: a) a taxa de utilização do sistema; b) o número médio de clientes no sistema; c) o número médio de clientes na fila; d) o tempo médio de espera na fila.

**Resolução:** Num modelo M/M/1 utilizam-se as seguintes fórmulas: $\rho = \lambda/\mu$ (utilização); $L = \rho/(1-\rho)$ (nº médio no sistema); $Lq = \rho^2/(1-\rho)$ (nº médio na fila); $W = 1/(\mu-\lambda)$ (tempo médio no sistema); e $Wq = \rho/(\mu-\lambda)$ (tempo médio de espera na fila).

a) $\rho = \lambda/\mu = 12/15 = 0{,}80$ (o sistema está ocupado 80% do tempo).
b) $L = \rho/(1-\rho) = 0{,}80/0{,}20 = 4$ clientes, em média, no sistema.
c) $Lq = \rho^2/(1-\rho) = 0{,}64/0{,}20 = 3{,}2$ clientes, em média, à espera na fila.
d) $Wq = \rho/(\mu-\lambda) = 0{,}80/(15-12) = 0{,}80/3 \approx 0{,}267$ horas, ou seja, aproximadamente 16 minutos de espera até serem atendidos.

**Resposta:** O servidor está ocupado 80% do tempo, existem em média 4 clientes no sistema (3,2 na fila e cerca de 0,8 a ser atendido) e cada cliente espera, em média, cerca de 16 minutos até iniciar o atendimento.

### 2.4.3. Simulação

Render et al. (2012) descrevem a simulação como a construção de um modelo que reproduz o comportamento de um sistema real ao longo do tempo, permitindo testar diferentes cenários sem que seja necessário interferir directamente na realidade. Um exemplo prático seria uma empresa de logística que pretende testar o impacto de diferentes rotas de distribuição antes de as implementar efectivamente, evitando assim custos e riscos desnecessários. A simulação de Monte Carlo, em particular, é referida por estes autores como uma das técnicas mais

utilizadas para lidar com situações em que existe incerteza sobre determinadas variáveis, como a procura de um produto ou o tempo de entrega de um fornecedor.

De acordo com Stevenson (2018), a simulação revela-se especialmente valiosa em situações nas quais experimentar directamente na realidade seria demasiado arriscado ou dispendioso, como acontece na análise do impacto de uma alteração no processo produtivo de uma fábrica ou na avaliação de diferentes políticas de gestão de stocks. Ao permitir repetir o modelo inúmeras vezes, alterando os valores das variáveis incertas, a simulação oferece ao gestor uma visão mais completa da gama de resultados possíveis, incluindo os cenários mais optimistas e os mais pessimistas, o que contribui para uma avaliação de risco mais informada do que aquela que resultaria de uma única estimativa pontual.

**Exercício prático 3**

**Enunciado:** A procura diária de um determinado produto segue a distribuição de probabilidade apresentada a seguir. Utilizando a técnica de simulação de Monte Carlo e a sequência de números aleatórios 27, 55, 92, 61 e 08, simule a procura para 5 dias e calcule a procura média simulada.

Distribuição de probabilidades e intervalos de números aleatórios (00–99):
Procura = 0 unid. → P = 0,10 → acumulada 0,10 → nºs 00–09
Procura = 1 unid. → P = 0,20 → acumulada 0,30 → nºs 10–29
Procura = 2 unid. → P = 0,40 → acumulada 0,70 → nºs 30–69
Procura = 3 unid. → P = 0,20 → acumulada 0,90 → nºs 70–89
Procura = 4 unid. → P = 0,10 → acumulada 1,00 → nºs 90–99

**Resolução:** Associa-se cada número aleatório ao intervalo correspondente:
27 → intervalo 10–29 → procura simulada do dia 1 = 1 unidade
55 → intervalo 30–69 → procura simulada do dia 2 = 2 unidades
92 → intervalo 90–99 → procura simulada do dia 3 = 4 unidades
61 → intervalo 30–69 → procura simulada do dia 4 = 2 unidades
08 → intervalo 00–09 → procura simulada do dia 5 = 0 unidades

Procura média simulada = (1 + 2 + 4 + 2 + 0) / 5 = 9/5 = 1,8 unidades por dia.
Para comparação, o valor esperado teórico da distribuição é: E(D) = 0(0,10) + 1(0,20) + 2(0,40) + 3(0,20) + 4(0,10) = 0 + 0,2 + 0,8 + 0,6 + 0,4 = 2,0 unidades por dia.

**Resposta:** A simulação de 5 dias produziu uma procura média de 1,8 unidades/dia, próxima do valor esperado teórico de 2,0 unidades/dia. A diferença ilustra que, com poucas repetições, a simulação ainda está sujeita a variação amostral, devendo o número de simulações ser aumentado para que a média simulada se aproxime mais do valor esperado.

### 2.4.4. Árvores de decisão

As árvores de decisão são um método bastante intuitivo para representar situações em que o gestor precisa de tomar uma decisão em condições de incerteza, existindo diferentes alternativas e diferentes resultados possíveis para cada uma delas. Segundo Render et al. (2012), este método permite visualizar de forma gráfica as várias opções disponíveis, as probabilidades associadas a cada resultado e os respectivos valores esperados, ajudando o gestor a escolher a alternativa que, em média, tende a gerar o melhor resultado. Um exemplo comum é o de uma empresa que precisa de decidir se lança um novo produto no mercado, considerando a possibilidade de sucesso, de sucesso moderado ou de fracasso, cada uma delas associada a uma determinada probabilidade e a um determinado retorno financeiro.

A grande vantagem das árvores de decisão está na sua capacidade de tornar visível todo o raciocínio por detrás de uma escolha, o que facilita a discussão e a justificação da decisão perante outros elementos da organização, como accionistas ou membros de um conselho de administração (Taha, 2008). Ainda assim, o autor recorda que a qualidade da árvore de decisão depende inteiramente da qualidade das probabilidades e dos valores estimados para cada resultado, pelo que estas estimativas devem ser feitas com o máximo de cuidado possível, recorrendo sempre que possível a dados históricos ou a estudos de mercado que sustentem os valores utilizados.

**Exercício prático 4**

**Enunciado:** Uma empresa está a avaliar o lançamento de um novo produto. Estima-se que a probabilidade de sucesso seja de 60%, gerando um lucro de 500 000 MT, e a probabilidade de fracasso seja de 40%, gerando um prejuízo de 200 000 MT. Em alternativa, a empresa pode optar por não lançar o produto, mantendo um lucro garantido de 50 000 MT proveniente da actividade actual. Utilizando o valor monetário esperado (VME), indique qual a melhor decisão.

**Resolução:** O valor monetário esperado de cada alternativa calcula-se multiplicando cada resultado possível pela sua probabilidade e somando os produtos.

Alternativa 1 – Lançar o produto: VME = (0,60 × 500 000) + (0,40 × (−200 000)) = 300 000 − 80 000 = 220 000 MT.
Alternativa 2 – Não lançar o produto: VME = 50 000 MT (valor certo, sem incerteza).

**Resposta:** Como o VME de lançar o produto (220 000 MT) é superior ao VME de não lançar (50 000 MT), a árvore de decisão recomenda que a empresa lance o novo produto, uma vez que esta alternativa apresenta o maior valor monetário esperado.

### 2.4.5. PERT e CPM

Na gestão de projectos, dois métodos quantitativos amplamente utilizados são o PERT, conhecido pela sigla em inglês para técnica de avaliação e revisão de programas, e o CPM, ou método do caminho crítico. Segundo Stevenson (2018), ambos os métodos permitem planear, organizar e controlar as diferentes actividades que compõem um projecto, identificando quais são as tarefas críticas, ou seja, aquelas que, caso sofram atraso, atrasam necessariamente o projecto como um todo. Através destas técnicas, o gestor consegue estimar a duração total de um projecto, identificar onde deve concentrar maior atenção e avaliar o impacto de eventuais atrasos em tarefas específicas, o que se revela particularmente útil em obras de construção, lançamento de produtos ou implementação de novos sistemas informáticos.

De acordo com Render et al., (2012), ao identificar o chamado caminho crítico, isto é, a sequência de actividades que determina a duração mínima do projecto, o gestor consegue perceber onde deve concentrar os seus esforços de supervisão e onde existe alguma margem de manobra sem que o prazo final seja comprometido. Esta informação é particularmente valiosa na negociação de prazos com clientes e fornecedores, bem como na afectação de recursos adicionais a tarefas específicas, sempre que se pretenda acelerar a conclusão de um projecto sem comprometer a qualidade do trabalho realizado.

**Exercício prático 5**

**Enunciado:** Um projecto é composto pelas actividades A, B, C, D, E e F, com as seguintes durações e dependências: A (sem antecessoras, 3 dias); B (depende de A, 4 dias); C (depende de A, 2 dias); D (depende de B, 5 dias); E (depende de C, 6 dias); F (depende de D e de E, 2 dias). Determine o caminho crítico e a duração total do projecto.

**Resolução:** Identificam-se todos os caminhos possíveis entre o início e o fim do projecto, somando a duração das actividades que os compõem:

Caminho 1: A → B → D → F = 3 + 4 + 5 + 2 = 14 dias.
Caminho 2: A → C → E → F = 3 + 2 + 6 + 2 = 13 dias.

O caminho crítico é aquele de maior duração, pois define o tempo mínimo necessário para concluir o projecto. Neste caso, o caminho A → B → D → F, com 14 dias, é o caminho crítico, uma vez que qualquer atraso numa das suas actividades atrasa directamente o projecto como um todo. O caminho A → C → E → F possui uma folga (margem) de 14 − 13 = 1 dia, podendo sofrer um atraso de até 1 dia sem comprometer o prazo final.

**Resposta:** A duração total do projecto é de 14 dias e o caminho crítico é A → B → D → F, devendo o gestor concentrar o seu acompanhamento nestas actividades para garantir o cumprimento do prazo.

### 2.4.6. Métodos estatísticos e análise multivariada

Além dos métodos já referidos, a estatística ocupa um lugar central na modelação quantitativa aplicada à gestão. Anderson, Sweeney e Williams (2011) destacam que técnicas como a análise de regressão, a análise de correlação e os testes de hipóteses permitem ao gestor compreender relações entre variáveis, prever tendências e tomar decisões baseadas em evidências, e não apenas em suposições. Maroco (2011) acrescenta que, quando o problema envolve várias variáveis em simultâneo, torna-se necessário recorrer a técnicas de análise multivariada, como a análise factorial ou a análise de clusters, que permitem identificar padrões e agrupamentos dentro de grandes conjuntos de dados.

De acordo com Corrar et al. (2007), estas técnicas têm ganho cada vez mais espaço na área da gestão, sobretudo devido ao aumento da quantidade de dados disponíveis nas organizações e à necessidade de os transformar em informação útil para a tomada de decisão. Field (2009), por sua vez, alerta para a importância de se compreender bem os pressupostos estatísticos por detrás de cada técnica, evitando que estas sejam aplicadas de forma mecânica e sem o devido cuidado interpretativo, o que poderia conduzir a conclusões incorrectas.

Anderson et al. (2011) ilustram esta ideia com o exemplo da análise de regressão aplicada à gestão comercial, na qual uma empresa pode procurar compreender de que forma o investimento em publicidade influencia o volume de vendas mensal. Ao recolher dados históricos sobre estas duas variáveis e ao ajustar um modelo de regressão simples, o gestor consegue estimar, em termos quantitativos, qual o impacto esperado de um determinado aumento no orçamento de publicidade sobre as vendas futuras, permitindo decisões mais

fundamentadas sobre a afectação de recursos entre diferentes actividades de marketing. Os mesmos autores recordam, contudo, que uma relação estatística entre duas variáveis não implica automaticamente uma relação de causa e efeito entre elas, devendo o gestor ter sempre o cuidado de interpretar os resultados à luz do bom senso e do conhecimento que possui sobre o funcionamento real do seu negócio.

**Exercício prático 6**

**Enunciado:** Uma empresa registou, ao longo de 5 meses, o investimento mensal em publicidade (X, em milhares de MT) e as respectivas vendas mensais (Y, em milhares de MT): (2; 20), (4; 28), (6; 34), (8; 44) e (10; 50). Determine a equação de regressão linear simples que relaciona as vendas com o investimento em publicidade e preveja as vendas para um investimento de 12 mil MT.

**Resolução:** A recta de regressão tem a forma $Y = b0 + b1X$, em que $b1 = \Sigma(x - \bar{x})(y - \bar{y}) / \Sigma(x - \bar{x})^2$ e $b0 = \bar{y} - b1\bar{x}$.

Médias: $\bar{x} = (2+4+6+8+10)/5 = 6$; $\bar{y} = (20+28+34+44+50)/5 = 176/5 = 35{,}2$.
Desvios de x: −4; −2; 0; 2; 4. Desvios de y: −15,2; −7,2; −1,2; 8,8; 14,8.
Produtos $(x-\bar{x})(y-\bar{y})$: (−4)(−15,2)=60,8; (−2)(−7,2)=14,4; (0)(−1,2)=0; (2)(8,8)=17,6; (4)(14,8)=59,2. Soma = 152.

Quadrados dos desvios de x: 16 + 4 + 0 + 4 + 16 = 40.
$b1 = 152 / 40 = 3{,}8$;  $b0 = 35{,}2 - (3{,}8 \times 6) = 35{,}2 - 22{,}8 = 12{,}4$.
A equação de regressão obtida é: $Y = 12{,}4 + 3{,}8X$.
Previsão para X = 12: $Y = 12{,}4 + 3{,}8(12) = 12{,}4 + 45{,}6 = 58$ mil MT.

**Resposta:** A equação de regressão é $Y = 12{,}4 + 3{,}8X$, o que significa que, em média, cada mil MT adicional investido em publicidade está associado a um aumento de 3,8 mil MT nas vendas. Para um investimento de 12 mil MT, prevê-se um volume de vendas de 58 mil MT.

### 2.5.A ética e a responsabilidade na utilização de dados quantitativos

Um tema que tem vindo a ganhar cada vez mais espaço na discussão sobre métodos quantitativos é a questão da ética na recolha, no tratamento e na utilização dos dados. Vergara (2016) chama a atenção para o facto de que, por detrás de cada número apresentado num relatório de gestão, existem pessoas, decisões e impactos reais, pelo que o administrador tem a

responsabilidade de garantir que os dados são recolhidos de forma transparente e utilizados de maneira honesta, sem manipulações que sirvam apenas para justificar conclusões previamente definidas.

Chiavenato (2014) reforça esta preocupação ao afirmar que a credibilidade de qualquer análise quantitativa depende directamente da integridade de quem a realiza, sendo inaceitável que dados sejam seleccionados ou apresentados de forma enviesada apenas para favorecer determinado ponto de vista dentro da organização. Esta questão torna-se ainda mais relevante num contexto em que as empresas recolhem cada vez mais informação pessoal sobre os seus clientes e colaboradores, exigindo-se do gestor um cuidado redobrado na protecção da privacidade e na utilização responsável desses dados, em conformidade com os princípios éticos que devem orientar toda a actividade administrativa.

## 2.6.Tendências actuais: *big data* e *business analytics*

Nos últimos anos, o volume de dados gerado pelas organizações tem crescido de forma extraordinária, dando origem ao que hoje se designa por big data. De acordo com Malhotra (2012), este fenómeno resulta do facto de praticamente todas as interacções entre empresas e clientes, desde uma simples compra até a uma visita a um sítio de internet, gerarem dados que podem ser recolhidos e analisados. Perante este cenário, os métodos quantitativos tradicionais têm vindo a ser complementados por abordagens mais recentes, agrupadas sob o termo *business analytics*, que combinam estatística avançada, programação e capacidade computacional para extrair conhecimento útil a partir de grandes volumes de informação.

De acordo com Anderson et al. (2011), esta evolução não torna obsoletos os métodos quantitativos clássicos, como a programação linear ou a análise de regressão, mas antes reforça a sua importância, uma vez que estes continuam a constituir a base conceptual sobre a qual assentam as técnicas mais modernas de análise de dados. Segundo estes autores, compreender bem os fundamentos da modelação quantitativa sistemática é, por isso, um requisito indispensável para qualquer administrador que pretenda acompanhar, no futuro, a evolução tecnológica que se tem verificado nesta área.

O autor Stevenson (2018) partilha desta visão, defendendo que as empresas que melhor souberem combinar o rigor dos métodos quantitativos tradicionais com as novas capacidades analíticas disponíveis estarão mais bem posicionadas para enfrentar os desafios de um mercado cada vez mais competitivo e orientado por dados.

Importa, ainda assim, notar que a adopção destas novas ferramentas não deve ser vista como um fim em si mesma, mas sim como um meio para melhorar a qualidade da tomada de decisão. Malhotra (2012) alerta para o risco de as organizações investirem grandes somas em tecnologia de análise de dados sem que exista, internamente, a capacidade humana necessária para interpretar correctamente os resultados produzidos, o que pode conduzir a um desperdício de recursos e a uma falsa sensação de segurança na tomada de decisão. Assim, tão importante quanto acompanhar as tendências tecnológicas é garantir que os gestores e restantes colaboradores da organização recebem formação adequada em métodos quantitativos, de forma a poderem tirar o máximo proveito das ferramentas colocadas à sua disposição.

## 2.7.Vantagens e limitações da aplicação dos métodos quantitativos

A aplicação de métodos quantitativos na gestão traz um conjunto significativo de vantagens. De acordo com Chiavenato (2014), estes métodos permitem uma análise mais objectiva dos problemas, reduzindo a influência de factores subjectivos e emocionais que, por vezes, condicionam as decisões tomadas apenas com base na experiência ou na intuição do gestor.

A utilização de dados e de modelos matemáticos permite ainda comparar diferentes alternativas de forma mais rigorosa, tornando o processo de decisão mais transparente e mais fácil de justificar perante outros membros da organização (Malhotra, 2012).

Apesar destas vantagens, os métodos quantitativos apresentam também limitações que não devem ser ignoradas. Vergara (2016) chama a atenção para o facto de que todo o modelo, por mais sofisticado que seja, constitui sempre uma simplificação da realidade, o que significa que existe sempre um risco de se perderem elementos importantes durante o processo de modelação.

Continuando na mesmas perspectiva, Freitas e Rodrigues (2005) acrescentam que a qualidade dos resultados obtidos depende fortemente da qualidade dos dados utilizados, sendo que dados incompletos, desactualizados ou mal recolhidos podem comprometer seriamente a validade das conclusões.

Uma outra limitação apontada por diversos autores, entre eles Taha (2008), relaciona-se com o facto de que a construção e a aplicação de modelos quantitativos mais complexos exigem conhecimentos técnicos que nem sempre estão disponíveis dentro das organizações, sobretudo em pequenas e médias empresas, o que pode limitar o seu uso na prática. Por esta

razão, defende-se que os métodos quantitativos devem ser encarados como um instrumento de apoio à decisão, e não como um substituto do julgamento e da experiência do gestor.

Malhotra (2012) acrescenta ainda que existe por vezes o risco de uma confiança excessiva nos números, fenómeno que alguns autores designam por ilusão de precisão, em que se atribui uma exactidão exagerada a resultados que, na realidade, dependem de estimativas e de pressupostos passíveis de erro. O gestor experiente sabe que um modelo quantitativo produz aproximações úteis para orientar a decisão, e não verdades absolutas e infalíveis, devendo por isso manter sempre um espírito crítico perante os resultados obtidos, comparando-os com o seu próprio conhecimento da realidade da organização antes de os aceitar de forma automática.

Hillier e Lieberman (2010) acrescentam um último ponto de reflexão, ao lembrarem que a resistência à mudança, por parte de colaboradores habituados a decidir apenas com base na experiência, pode também constituir um obstáculo à implementação bem sucedida de modelos quantitativos, mesmo quando estes são tecnicamente sólidos. Por esta razão, os autores recomendam que a introdução destes métodos numa organização seja acompanhada de um esforço de formação e de sensibilização, de modo que todos os envolvidos compreendam não apenas os resultados produzidos, mas também a lógica e o valor que está por detrás da sua utilização.

Este cuidado com a componente humana da mudança é reforçado por Chiavenato (2014), que recorda que qualquer inovação de gestão, incluindo a introdução de métodos quantitativos mais sofisticados, tende a ser mais bem recebida quando os colaboradores compreendem os benefícios que dela podem retirar no seu trabalho diário, e não apenas os benefícios que a organização espera alcançar. Um operário que perceba, por exemplo, que um novo modelo de programação da produção reduz o tempo de espera entre tarefas e melhora as suas condições de trabalho tende a apoiar a mudança com muito mais entusiasmo do que aquele a quem apenas é comunicada uma nova forma de trabalhar sem qualquer explicação sobre a sua razão de ser.

## 2.8.Métodos quantitativos versus métodos qualitativos

É importante esclarecer que os métodos quantitativos não se opõem necessariamente aos métodos qualitativos, existindo antes uma relação de complementaridade entre eles. Gil (2008) explica que, enquanto os métodos quantitativos procuram medir, quantificar e testar relações entre variáveis, os métodos qualitativos preocupam-se sobretudo em compreender

significados, percepções e comportamentos que nem sempre são facilmente traduzíveis em números.

Vergara (2016) defende que a escolha entre uma abordagem quantitativa e uma abordagem qualitativa, ou mesmo a combinação de ambas, depende da natureza do problema em estudo e dos objectivos que se pretendem alcançar. Malhotra (2012) acrescenta que, no contexto da gestão empresarial, é cada vez mais comum a utilização de abordagens mistas, nas quais os dados quantitativos permitem identificar tendências gerais e os dados qualitativos ajudam a compreender as razões e os significados por detrás dessas tendências, oferecendo uma visão mais completa da realidade organizacional.

Gil (2008) recorda ainda que, independentemente da abordagem escolhida, todo o processo de investigação, seja ele quantitativo ou qualitativo, deve obedecer aos princípios básicos do método científico já discutidos anteriormente neste trabalho, nomeadamente a clareza na definição do problema, o rigor na recolha de dados e a honestidade na apresentação dos resultados. É esta base comum que garante que, independentemente da técnica utilizada, o conhecimento produzido possa ser considerado válido e útil para a organização.

## 2.9.Aplicações práticas dos métodos quantitativos na administração de empresas

Na prática empresarial, os métodos quantitativos encontram aplicação nas mais diversas áreas de gestão. No planeamento da produção, por exemplo, Stevenson (2018) refere que a programação linear e outras técnicas de pesquisa operacional são frequentemente utilizadas para definir quanto produzir de cada produto, tendo em conta a capacidade instalada e a procura esperada, de forma a evitar tanto o excesso como a falta de stock.

Na área de marketing, Malhotra (2012) explica que técnicas estatísticas como a análise de regressão e a segmentação de mercado permitem compreender melhor o comportamento dos consumidores, identificar quais os factores que mais influenciam as suas decisões de compra e direccionar de forma mais eficaz os esforços de comunicação e publicidade da empresa. Já na área financeira, Anderson et al. (2011) destacam a utilização de modelos quantitativos na avaliação de risco, na análise de investimentos e na previsão de fluxos de caixa, permitindo à empresa antecipar cenários futuros e preparar-se adequadamente para eles.

Na gestão de projectos, como já foi referido anteriormente, o PERT e o CPM continuam a ser amplamente utilizados para planear e controlar prazos, enquanto na gestão de operações a

teoria das filas e a simulação ajudam a melhorar a eficiência dos processos e a qualidade do atendimento ao cliente.

## 2.10. Instrumentos e programas informáticos de apoio à modelação quantitativa

A construção e a resolução de modelos quantitativos, sobretudo quando envolvem um grande número de variáveis, seria praticamente impossível sem o apoio de ferramentas informáticas adequadas. Maroco (2011) destaca que programas estatísticos como o SPSS permitem ao gestor tratar grandes volumes de dados, aplicar testes estatísticos complexos e obter resultados fiáveis num espaço de tempo muito reduzido, algo que seria impensável se todo o processo tivesse de ser feito manualmente.

O pesquisador Field (2009) partilha desta opinião, acrescentando que estes programas, apesar de facilitarem enormemente o trabalho, exigem do utilizador um conhecimento mínimo sobre os pressupostos estatísticos envolvidos, sob pena de se produzirem análises tecnicamente correctas mas conceptualmente mal interpretadas.

Além dos programas estatísticos especializados, Anderson et al., (2011) referem que folhas de cálculo, como o Excel, continuam a ser amplamente utilizadas nas empresas para a construção de modelos quantitativos mais simples, nomeadamente em problemas de programação linear, análise de cenários e elaboração de orçamentos. A vantagem destas ferramentas está na sua acessibilidade e facilidade de utilização, o que as torna particularmente adequadas para pequenas e médias empresas que não dispõem de recursos para adquirir software mais sofisticado. Já para problemas de maior complexidade, Hillier e Lieberman (2010) recomendam a utilização de programas especializados em pesquisa operacional, capazes de resolver, em poucos segundos, problemas que envolveriam centenas de variáveis e restrições.

Importa referir que a ferramenta informática, por mais avançada que seja, não substitui a necessidade de o gestor compreender a lógica subjacente ao modelo que está a utilizar. Taha (2008) alerta precisamente para o perigo de se tratar o computador como uma espécie de caixa negra, introduzindo dados sem qualquer sentido crítico e aceitando os resultados obtidos sem os questionar. O papel do administrador, mesmo quando apoiado por tecnologia sofisticada, continua a ser o de compreender, interpretar e validar aquilo que o modelo produz.

## 2.11. O papel do administrador na interpretação dos resultados quantitativos

Um aspecto muitas vezes esquecido quando se fala em métodos quantitativos é que a construção do modelo representa apenas uma parte do processo, sendo a interpretação dos resultados igualmente importante. De acordo com Chiavenato (2014), de nada serve um modelo matematicamente perfeito se o gestor não for capaz de compreender o que os resultados significam e de os traduzir em acções concretas dentro da organização. Por esta razão, defende o autor, a formação do administrador não se deve limitar às técnicas quantitativas em si, devendo incluir também o desenvolvimento da capacidade de comunicar estes resultados de forma clara a outras pessoas dentro da empresa, que nem sempre têm formação técnica na área.

De acordo com Vergara (2016), a interpretação dos resultados quantitativos deve ser sempre feita à luz do contexto em que o problema se insere, uma vez que um mesmo resultado numérico pode ter significados diferentes consoante as circunstâncias específicas da organização. Um crescimento de vendas de cinco por cento, por exemplo, pode ser considerado positivo numa empresa que opera num mercado estagnado, mas insuficiente numa empresa que actua num sector em forte expansão. Esta capacidade de contextualizar os números, segundo a autora, é aquilo que verdadeiramente distingue um bom gestor de um simples operador de ferramentas quantitativas.

Render et al. (2012) recordam ainda que a implementação prática das conclusões de um modelo quantitativo depende, em larga medida, da forma como estas são apresentadas às pessoas responsáveis por as colocar em prática. Um relatório carregado de fórmulas e de terminologia técnica dificilmente conseguirá convencer uma equipa a mudar a forma como trabalha, ao passo que uma explicação simples, apoiada em gráficos claros e em exemplos concretos, tende a ser muito mais eficaz. Por esta razão, os autores defendem que a capacidade de simplificar e de comunicar resultados técnicos constitui uma competência tão importante para o administrador quanto o domínio das próprias técnicas quantitativas.

## 3. CONCLUSÃO

Os métodos científicos de modelação quantitativa sistemática constituem, hoje em dia, uma das bases mais sólidas sobre as quais assenta a gestão moderna. Partindo do conceito de método científico, entendido como uma forma organizada e rigorosa de produzir conhecimento, chega-se ao entendimento de que a modelação quantitativa representa, no fundo, a aplicação prática deste rigor ao universo das decisões empresariais. Através da construção de modelos matemáticos e estatísticos, o gestor consegue traduzir problemas complexos numa linguagem que pode ser analisada, testada e compreendida com maior clareza, o que reduz consideravelmente o peso da incerteza no momento de decidir.

Existe uma grande diversidade de métodos quantitativos ao dispor do administrador, desde a programação linear até à simulação, passando pela teoria das filas, pelas árvores de decisão, pelo PERT e CPM e pelos diversos métodos estatísticos e de análise multivariada. Cada um destes métodos tem características próprias e aplica-se de forma mais adequada a determinados tipos de problema, cabendo ao gestor conhecer as suas particularidades para escolher, em cada situação concreta, a ferramenta mais apropriada. Ficou igualmente claro que a construção de um bom modelo depende de um processo cuidadoso, que passa pela correcta definição do problema, pela formulação adequada das variáveis e restrições, pela recolha de dados fiáveis e pela validação constante dos resultados obtidos.

Os métodos quantitativos, apesar de todo o seu valor, não devem ser vistos como uma solução mágica capaz de eliminar por completo a incerteza ou de substituir o julgamento humano. Todo o modelo é uma simplificação da realidade e, como tal, carrega sempre algumas limitações, seja pela qualidade dos dados utilizados, seja pela dificuldade em capturar todos os factores relevantes de um problema. Por esta razão, defende-se que a modelação quantitativa deve ser encarada como um complemento à experiência e à sensibilidade do gestor, e não como um substituto destas qualidades, sendo a combinação entre rigor técnico e bom senso administrativo aquilo que verdadeiramente conduz a decisões mais acertadas.

### Exercícios Propostos

1. Programação linear: uma marcenaria produz cadeiras e mesas. Cada cadeira dá um lucro de 25 MT e cada mesa dá um lucro de 50 MT. A produção está limitada pela disponibilidade de madeira (3 cadeiras + 5 mesas ≤ 150 unidades de madeira) e pela mão

de obra (2 cadeiras + 4 mesas ≤ 100 horas). Determine, pelo método gráfico, as quantidades de cadeiras e de mesas que maximizam o lucro, e calcule esse lucro máximo.

2. Teoria das filas: um posto de atendimento funciona segundo um modelo M/M/1, com uma taxa de chegada de clientes de $\lambda = 10$ clientes/hora e uma taxa de atendimento de $\mu = 12$ clientes/hora. Calcule a taxa de utilização do sistema ($\rho$), o número médio de clientes no sistema (L), o número médio de clientes na fila (Lq) e o tempo médio de espera na fila (Wq).

3. Simulação: a procura diária de um produto segue a distribuição: 0 unidades (P = 0,05); 1 unidade (P = 0,15); 2 unidades (P = 0,35); 3 unidades (P = 0,30); 4 unidades (P = 0,15). Construa os intervalos de números aleatórios correspondentes e, utilizando a sequência 45, 08, 77, 63 e 91, simule a procura para 5 dias, calculando a procura média simulada e comparando-a com o valor esperado teórico.

4. Árvores de decisão: uma empresa pondera expandir para um novo mercado. Estima-se uma probabilidade de sucesso de 55%, com um lucro de 800 000 MT, e uma probabilidade de insucesso de 45%, com um prejuízo de 300 000 MT. Em alternativa, a empresa pode manter-se no mercado actual, com um lucro garantido de 150 000 MT. Calcule o valor monetário esperado (VME) de cada alternativa e indique qual deve ser a decisão da empresa.

5. PERT/CPM: um projecto é composto pelas seguintes actividades: A, sem antecessoras, com 4 dias de duração; B, depende de A, 3 dias; C, depende de A, 5 dias; D, depende de B, 6 dias; E, depende de C, 4 dias; F, depende de D e de E, 3 dias. Determine todos os caminhos possíveis, identifique o caminho crítico e calcule a duração total do projecto.

6. Métodos estatísticos: uma empresa registou, ao longo de 5 meses, o investimento em marketing (X, em milhares de MT) e as vendas mensais (Y, em milhares de MT): (3; 18), (5; 25), (7; 29), (9; 38) e (11; 45). Determine a equação de regressão linear simples entre as duas variáveis e utilize-a para prever as vendas correspondentes a um investimento de 15 mil MT.

**Referências Bibliográficas**


Anderson, D. R., Sweeney, D. J., & Williams, T. A. (2011). *Estatística Aplicada à Administração e Economia* (3ª ed.). São Paulo: Cengage Learning.

Chiavenato, I. (2014). *Administração: Teoria, Processo e Prática* (5ª ed.). Barueri: Manole.

Corrar, L. J., Paulo, E., & Dias Filho, J. M. (2007). *Análise Multivariada: Para os Cursos de Administração, Ciências Contábeis e Economia*. São Paulo: Atlas.

Field, A. (2009). *Descobrindo a Estatística Usando o SPSS* (2ª ed.). Porto Alegre: Artmed.

Freitas, A. L. P., & Rodrigues, S. G. (2005). *A avaliação da confiabilidade de questionários: uma análise utilizando o coeficiente alfa de Cronbach*. In Anais do XII SIMPEP. Bauru: UNESP.

Gil, A. C. (2008). *Métodos e Técnicas de Pesquisa Social* (6ª ed.). São Paulo: Atlas.

Hillier, F. S., & Lieberman, G. J. (2010). *Introdução à Pesquisa Operacional* (8ª ed.). Porto Alegre: AMGH Editora.

Lakatos, E. M., & Marconi, M. A. (2003). *Fundamentos de Metodologia Científica* (5ª ed.). São Paulo: Atlas.

Malhotra, N. K. (2012). *Pesquisa de Marketing: Uma Orientação Aplicada* (6ª ed.). Porto Alegre: Bookman.

Maroco, J. (2011). *Análise Estatística com o SPSS Statistics* (5ª ed.). Pero Pinheiro: ReportNumber.

Render, B., Stair, R. M., & Hanna, M. E. (2012). *Métodos Quantitativos para Administração* (10ª ed.). Porto Alegre: Bookman.

Stevenson, W. J. (2018). *Operations Management* (13th ed.). New York: McGraw-Hill Education.

Taha, H. A. (2008). *Pesquisa Operacional: Uma Visão Geral* (8ª ed.). São Paulo: Pearson Prentice Hall.

Vergara, S. C. (2016). *Projetos e Relatórios de Pesquisa em Administração* (16ª ed.). São Paulo: Atlas.