

A logística na prática

- **Necessário dominar**
 - conceitos básicos
 - técnicas quantitativas elementares
- **e ainda...**
 - bom senso
 - abordagem metódica e sistemática
- **a logística exige**
 - a contribuição de múltiplos conhecimentos
 - a utilização integrada de diversas técnicas

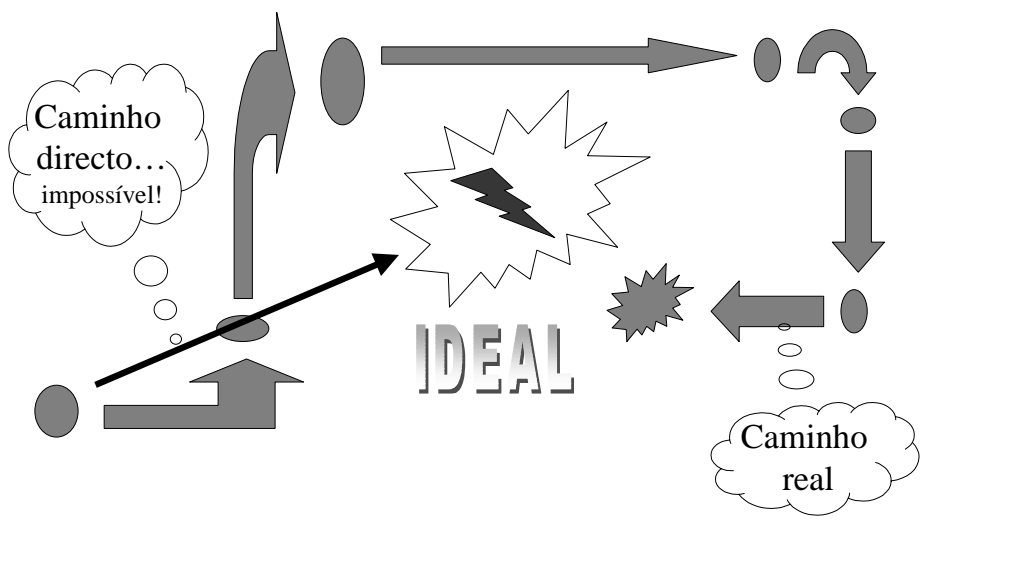
Conhecimentos básicos

- 1 o conceito de obtenção do óptimo
- 2 o conceito de custos
- 3 a análise ABC
- 4 elementos de estatística (descritiva)
- 5 método de obtenção de tomada de decisão
- 6 noções sobre elementos de distribuição
- 7 abordagem sistémica

Obtenção do óptimo

- Evolução para uma solução
 - de forma iterativa
 - através de tentativa e erro - avaliação
- “o caminho mais próximo entre dois pontos não é necessariamente uma recta”
- convergência para um óptimo (ideal não atingido mas aproximado)

Obtenção do óptimo (II)



Obtenção do óptimo (III)

- evolução natural de desenvolvimento
 - estagnação e rotina
 - fase de transição
 - novo avanço
- identificação do problema
 - aspectos relevantes,
 - objectivos (iniciais, meta) e
 - procura de eficiencia
- avanço contínuo mas cauteloso, incorporando a aprendizagem em futuros planeamentos

O conceito de custos

- custos directos e indirectos
- custos fixos e custos variáveis
- custo médio
- custo marginal
- custo e nível de serviço
 - avaliação monetária das actividades necessárias para realizar determinado serviço ou operação

custos directos e indirectos

- **Directos:** relacionados em primeiro grau com a actividade em causa (combustível para transporte; electricidade para armazém)
- **Indirectos:** relacionados com actividades de suporte que são realizadas para apoio da actividade em causa e de outras actividades (publicidade e contabilidade)
- os custos directos constituem a maior percentagem de custos de uma actividade (entre 80 a 85%)

custos fixos e variáveis

- Os custos relacionam-se com variáveis operacionais
 - o custo de transporte de cargas está relacionado com a **distância** percorrida e com o **tempo** de viagem (+ distância significa transporte + caro e + tempo significa transporte + caro)
- despesas com combustível relacionam-se com a distância
- despesas com salários do motorista relacionam-se com o tempo

custos fixos e variáveis

- Existe uma variável que predomina
 - no custo de transporte de cargas a **distância** percorrida explica melhor os custos que o **tempo** de viagem (igualmente estão correlacionadas)
- selecciona-se uma variável básica de referência: distância, (em Km) esta explica melhor as variações de custo; permitindo a classificação das despesas directas em dois grupos:
 - custos **fixos**: não dependem da variável de referência
 - custos **variáveis**: variam directamente por alteração da variável de referência

custos fixos e variáveis

- no caso da distância e custo de transporte...
 - custos **fixos**: seguro e preço do veículo
 - custos **variáveis**: custo do combustível, pneus
- a variável de referência varia...
 - transporte terrestre: distância
 - transporte aéreo/marítimo: tempo
 - pelo que se toma os custos variáveis por hora de voo (transp. aéreo) e por dia de viagem (transp. marítimo)

custo médio

- entrega física de produtos
 - k - esforço médio de entregas (veículos-Km)
 - Cf - custo fixo mensal (\$ por Km)
 - Cv - custo variável (\$ por Km)
- custo **médio** (por Km): divisão do custo total pela distância percorrida

$$C = \frac{C_f + C_v \cdot K}{K} = \frac{C_f}{K} + C_v$$

Tomemos o Custo total como a soma do custo fixo com o custo variável:

$$(1) \quad c_T = c_f + c_v$$

Caso da expressão do custo médio for retirado o valor do custo fixo:

$$(2) \quad c = \frac{c_f}{k} + c_v \Leftrightarrow c_f = kc - kc_v = k(c - c_v)$$

Se agora se substituir em (1), o valor obtido para o custo fixo em (2); obtêm-se uma equação de cálculo do custo total baseada no custo médio e no custo variável:

$$(3) \quad c_T = c_f + c_v = k(c - c_v) + c_v = kc - c_v(1 - k)$$

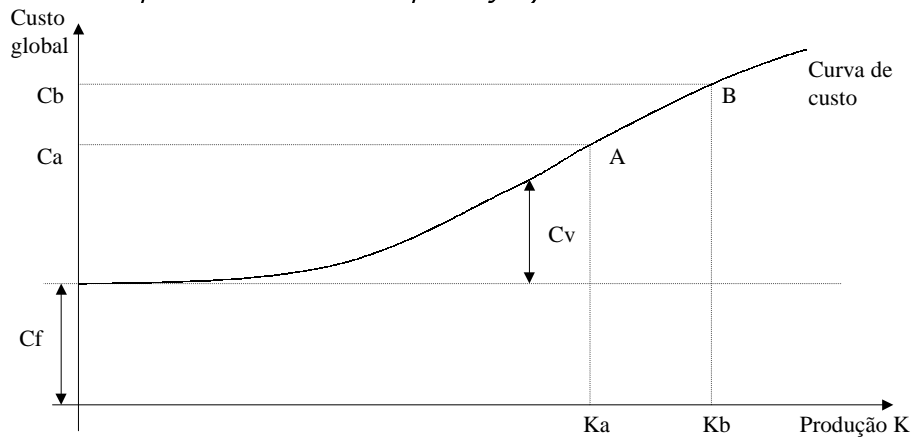
custo médio

■ Observações...

- k é um valor estimativo, baseado na maior parte dos casos em previsões
- após um período de tempo, o custo médio real pode ser maior que o calculado face à natureza de k (se k menor que o previsto)
- o desvio será de maior gravidade em função do peso dos custos fixos no custo total (ser maior)
- exige projecções realistas e sistema de custos ajustado e de grande sensibilidade

custo marginal

- com custo fixo - C_f -, custo variável - C_v - e a produção K , o custo mensal total será dado pela curva seguinte (*variação do custo de transporte com o nível de produção*)



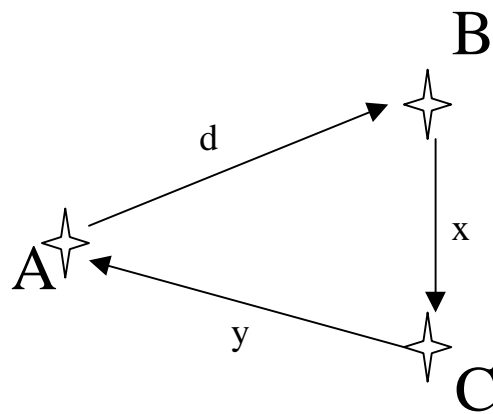
custo marginal

- dependendo das condições operacionais da empresa, a curva pode ser concava ou convexa
 - concava implica capacidade ociosa; pelo que produzindo mais, o custo adicional desse incremento é relativamente pequeno (**economia de escala** resultante da maior diluição dos custos fixos)
- custo **marginal** (Cm): relação entre a diferença de custo e a diferença de produção
 - a empresa opera no ponto A, com uma produção mensal K_a e um custo global C_a . Se incrementar a produção a um nível K_b , o custo passará do valor C_a para C_b

$$C_m = \frac{C_b - C_a}{K_b - K_a}$$

custo marginal

- Interesse operacional: dependendo da capacidade ociosa do sistema em causa, permite avaliar o valor do transporte a fixar, tendo como base o custo marginal e não o custo médio
 - exemplo: uma empresa de transportes faz uma viagem regular entre os pontos A e B, com os veículos vazios no percurso de B para A (A e B distam d). Existe um cliente para uma carga de retorno (para A) no ponto C, à distância x de B; (a distância de B a C com o valor y)
 - antes o veículo percorria a distância d duas vezes - $2 * d$
 - agora, percorre um percurso total igual a $d + x + y$
 - o acréscimo - a - será de: $(d+x+y)-2.d=\underline{x+y-d}$



custo marginal

■ Qual o custo marginal do exemplo?

- É composto pelo custo variável adicional e mais o custo extra para carregar e descarregar a carga de retorno. Assim, sendo C_v o custo variável (em $\$/Km$), o custo marginal é:

$$C_m = C_v * a + (C \text{ de carga em C}) + (C \text{ de descarga em A})$$

- l neste cálculo não se tem em conta o custo fixo e mesmo o custo variável só é calculado em relação à distância adicional.
- l existindo capacidade ociosa, o *custo marginal é bastante menor do que o custo médio normal*; neste caso, o frete deve cobrir o custo marginal e proporcionar uma margem de lucro L

Se o custo marginal é menor do que o custo médio, então vale a pena fazer o transporte. Qual será o custo de transporte para o cliente?

Esse custo é função do custo marginal e da margem de lucro pretendida - L (valor dado em percentagem), pelo que temos assim:

$$C_{transp_cliente} = c_m L + c_m = c_m (L + 1)$$

custo e nível de serviço

■ nível de serviço

- conjunto de variáveis que traduzem o desempenho do sistema logístico (prazo de entrega, percentagem de avarias, número e tipo de reclamações, etc.)
- melhorar o nível de serviços implica aumento de custos (existem exceções...)
- em sistemas ineficientes ou de baixa estruturação, é possível melhorar o nível de serviços e ao mesmo tempo diminuir custos de logística - abordagem sistémica

a análise ABC (lei de pareto)

- quando que se lida com grande número de pessoas ou referências de produtos, existe um comportamento típico no que se refere ao confronto entre valor e quantidade
 - exemplo contas bancárias: um pequeno número de contas possui montantes elevados. Um grande número de contas possui pequenos montantes. Existe ainda um grupo intermédio quer em número, quer em valor.
 - Desta forma existem clarramente três grupos
 - **A** - grandes contas que agregam poucos clientes que somam em conjunto o maior valor
 - **B** - grupo intermédio, que constitui um grupo numero de clientes com um valor ainda apreciável
 - **C** - grupo de muitos clientes, que mesmo em conjunto representam pouco valor

a análise ABC (lei de pareto)

- a análise ABC no controlo de stocks
 - perante os diferentes produtos em armazem a que correspondem diferentes valores unitários, é óbvio que não se podem tratar esse produtos da mesma forma (para reposição)
 - A análise ABC permite a escolha dos procedimentos mais adequados para cada produto

 - evita tratar todos os produtos uniformemente, o que teria um custo excessivo
 - evita controlar os stocks como todos os produtos tivessem apenas a importância de um simples prego, o que seria catastrófico

a análise ABC (lei de pareto)

■ a análise ABC na empresa

- numa empresa típica, é possível constatar que:
- poucos clientes participam muito na facturação, nas vendas dos produtos, um grupo grande de clientes contribui pouco para a facturação, vendas, etc.
- poucas cidades, municípios, regiões são os grandes contribuintes liquidados, muitas cidades, municípios, regiões contribuem pouco
- no caso de uma produção diversificada, poucos produtos são responsáveis pela maioria da facturação, enquanto muitos produtos contribuem pouco
- na aquisição de matérias primas, poucos produtos representam um custo de aquisição muito elevado e muitos produtos possuem um valor global pouco expressivo

a análise ABC (lei de pareto)

- a análise ABC na empresa (continuação)
 - um camião carregado com produtos diversificados, poucos destes contribuem muito para a sua carga enquanto outros itens, em grande quantidade, representam menor peso
 - dentro de um armazem,ó mesmo fenómeno é notado: poucos produtos, clientes, utilizam muito tempo empilhadores, mão de obra, enquanto muitos produtos, clientes, utilizam pouco dos mesmos recursos
- existe uma regra prática que diz que **20% dos itens participam em 80% dos recursos** - lei de Pareto (economista Italiano do séc XIX)
 - não se recomenda aplicar esta regra sem análise caso a caso, pois é mais correcto definir os pontos de corte entre as classes A, B e C por meio da análise de dados reais

a análise ABC (lei de pareto)

■ a análise ABC na prática

- o conceito de classificação ABC é utilizado com muita frequência
- quando se faz um simples orçamento doméstico, começa-se pelos itens principais que merecem um tratamento específico e exigem maior atenção - classe A. Seguem-se as despesas importantes mas que podem ser estimadas a grosso modo - classe B. Finalmente aparece um conjunto de despesas que não merecem ser destacadas individualmente - classe C
- nas vendas, existe um grupo de produtos mais importantes, preferenciais, em função da clientela, facturação, etc. - classe A - aparece também a classe B e em baixo, em termos de importância os produtos de pouco interesse (classe C)
- a indústria realiza a análise ABC segundo a complexidade do processo de fabrico, uso de mão-de-obra, etc.

a análise ABC (lei de pareto)

- como realizar uma análise ABC (seis passos)
 - **ordenar** os itens a considerar por ordem decrescente do critério considerado (por exemplo facturação)
 - obter o **valor acumulado** do critério St e contar o **número de itens** considerado - N
 - cálculo da **percentagem de cada item** sobre o valor acumulado: Vc / St , com Vc representando o valor do critério para esse item
 - cálculo do valor **acumulado de percentagem** para os itens ordenados
 - cálculo da percentagem **de frequências acumulada** $(Vc*100)/n$, com n representando o número de ordem
 - determinar os **pontos de corte** entre as classes: 1º entre A e B e 2º entre B e C. Possibilidade de recorrer a um gráfico para determinar os pontos de transição entre classes)

a análise ABC (lei de pareto)

- como determinar os pontos de corte
 - analisando os valores acumulados
 - quando as diferenças entre valores absolutos são significativas
 - tomar aproximadamente os pontos de acumulação de 60% a 75% para o 1º ponto de corte e de 80% a 95% para o 2º ponto de corte
- gráfico de pontos de transição
 - em x, colocar a percentagem acumulada dos itens $(V_c \cdot 100)/n$
 - em y, colocar a percentagem acumulada do critério
 - analisar a curva obtida e obter as classes de acordo com esta
- como tratar os itens de cada classe
 - classe A: tratar individualmente
 - classe B: tratar como segundo grupo preferencial, efectuando agrupamentos segundo o contexto do critério
 - classe C: tratar como diversos (apenas como um grupo)

a análise ABC (lei de pareto)

■ estabelecer os critérios

- na indústria, no planeamento e controlo de produção obter com maior frequência e de forma mais controlada os itens classe A de matéria prima. Na distribuição, subcontratar o transporte com base na análise do produto da quantidade consumida pela distância à fábrica - momento de transporte. O critério deve salientar a variável que melhor explique, em cada caso, a ordem de importância dos diversos itens considerados
- um item da classe A possui um tratamento diferenciado, com esforço e recursos dispendidos de maior valor
- a produção de itens da classe C só se justifica por alguma razão estratégica (caso contrário os itens deveriam estar já fora de linha)

Estatística descritiva

- no tratamento e análise de dados operacionais ou custos é comum observar variações nos valores obtidos
 - exemplo: analisar a carga (em Kg) de um veículo de distribuição física ao sair de um armazem para cumprir uma rota de transporte local. Inicialmente é recolhido durante 10 dias a carga total do veículo obtendo os valores (ver quadro de valores nas notas)
 - o carregamento médio é obtido somando-se todos os dez valores (valor S do quadro) e dividindo-se o resultado pelo número de observações (no caso 10). Obtem-se assim um carregamento médio de 4234Kg por veículo

Estadística descriptiva

- a **média** permite obter um valor central que caracteriza o conjunto de valores obtidos; substituindo esse conjunto de valores por um único valor que os representa
- o **desvio padrão** permite medir a dispersão dos valores observados em torno da média
 - o cálculo do padrão (para uma distribuição normal) pode ser realizado (modo prático aproximado) com base nos quadrados dos desvios em relação à média. Após o cálculo da média, determinam-se os desvios dos valores observados em relação a esta. Estes desvios são colocados na coluna c (ver notas da página 26). O 1º desvio é 4817 (col b) - 4234 (S) = 583 . A operação é repetida para cada linha do quadro (repare que alguns dos valores obtidos são negativos)

a	b	c	d
Observação	Valor (Kg)	Desvio	V. abs. desvio
1	4817	583	583
2	5023	789	789
3	3776	-458	458
4	5196	962	962
5	2992	-1242	1242
6	4331	97	97
7	3535	-699	699
8	4253	19	19
9	4750	516	516
10	3664	-570	570
	S=42337		-S'=5935

M=média = $S / n = 42337 / 10 = 4234$ Kg

DM=desvio médio = $S' / n = 5935 / 10 = 593,5$ Kg

s = desvio padrão = $1,253 \times DM = 744$ Kg

Estadística descriptiva

- o **desvio padrão** permite medir a dispersão dos valores observados em torno da média - (cont.)
 - na coluna d são colocados os valores dos desvios considerando-se sempre o sinal positivo, isto é, os valores absolutos
 - são somados todos os valores da coluna d , obtendo-se o total de $S' = 5935$. O desvio médio DM é calculado, dividindo-se a soma S' pelo número de observações - $n=10$. Obtem-se um desvio médio de 593,5 Kg
 - o desvio padrão é calculado, multiplicando-se o valor do desvio médio por 1,25 (constante utilizada na prática):
 $s = 1,25 * DM = 1,25 * 593,5 = 742 \text{ Kg}$
 - o desvio padrão obtido desta forma apresenta um erro em relação ao método clássico de: $1-742/725=2,3\%$. O valor de 725 Kg corresponde ao valor real obtido para o DP.

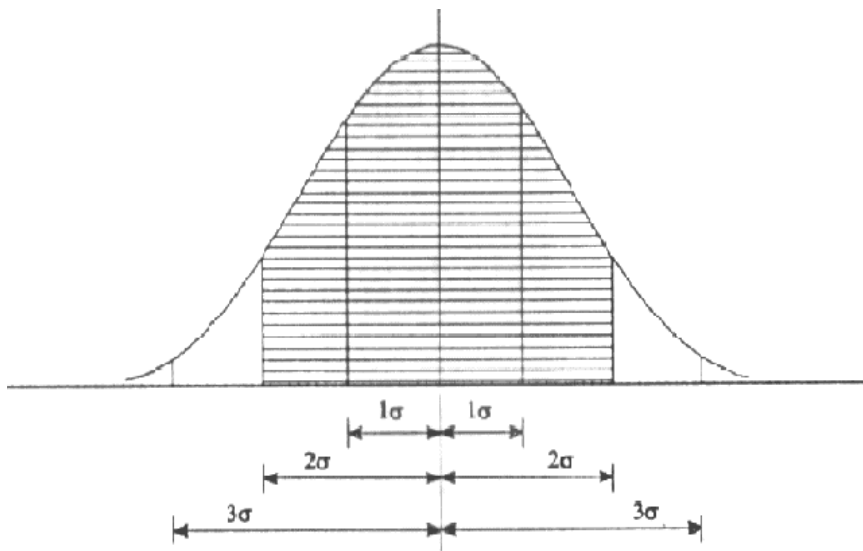
Estadística descriptiva

■ Uso práctico da média e do desvio padrão

- o desvio padrão é muito útil para se estimar faixas de variação prováveis da variável, no caso das distribuições normais ou aproximadamente normais. O DM é calculado, dividindo-se a soma S' pelo número de observações - $n=10$. Obtem-se um desvio médio de 593,5 Kg
- considere-se a área da distribuição normal. Se se limitar por um desvio padrão de cada lado do valor médio, obtem-se uma cobertura de 68,3% da área total. Com um intervalo de dois desvios padrão de cada lado da média, a cobertura é de 89,5% (aproximadamente 90% dos casos). Com três desvios padrão são cobertos 99,7%, a quase totalidade dos casos.

Estadística descriptiva

- Uso prático da média e do desvio padrão (cont.)
 - para o exemplo dado, o carregamento médio do veículo é de 4234 Kg. O desvio padrão foi estimado em 742 Kg
 - considerando um intervalo de 1 DP obtem-se como valor superior do intervalo $4234 + 742 = 5066$ Kg e como valor inferior do intervalo $4234 - 742 = 3582$ Kg; pelo que se pode esperar que a carga diária do veículo esteja contida entre 3582 e 5066 Kgg em 68% dos casos
 - da mesma forma 90% dos casos estão no intervalo limitado por 2840 e 5808 Kg (dois DPs)
 - por último, 99,7% estão dentro do intervalo 2098 e 6550 Kg (três DPs)



Estatística descritiva

- **Uso prático da média e do desvio padrão (cont.)**
 - alguns dos casos práticos envolvem apenas um limite da variável, na maior parte dos casos o limite superior. Por exemplo se a capacidade útil do veículo de distribuição é de 6000 Kg; pode-se colocar a questão da probabilidade de o peso da carga exceder esse valor
 - considerando de novo os intervalos de um, dois e três desvios padrão, agora somente acima da média, obtem-se uma cobertura de 84%, 97,7% e 99,9% respectivamente

Estadística

■ Distribuição normal composta

- permite analisar a dispersão de uma variável que, por sua vez, é a soma de outras variáveis normais ou aproximadamente normais
- tomemos o exemplo de um veículo que siga a seguinte rota:
 - a) percurso do armazem à zona de distribuição (até à primeira entrega) com tempo médio de 25 minutos e desvio padrão de 7 minutos;
 - b) paragem para descarga e entrega da mercadoria, num total de 26 pontos, com tempo médio de 7 minutos e DP de 5 minutos por paragem;
 - c) deslocação entre paragens, na zona de distribuição, com tempo médio de 8 minutos entre paragens sucessivas e DP de 3 minutos;
 - d) percurso de retorno ao armazem, com tempo médio de 27 minutos e desvio padrão de 8 minutos
- pretende-se analisar o tempo total da rota do veículo

Estadística

■ Distribuição normal composta (cont.)

- o tempo total da rota do veículo é calculado somando os tempos médios de cada segmento do percurso:
- $TR = 25 + 26 * 7 + (26-1) * 8 + 27 = 434 \text{ min} = 7:14 \text{ h}$
- note-se que o número de deslocações entre pontos de paragem é igual ao número total de pontos menos um
- é agora necessário calcular o desvio padrão do tempo do ciclo; através da soma das variâncias de cada componente, isto é, o quadrado dos desvios padrão
- $\text{var}(TR) = 7^2 + 26 * 5^2 + (26-1) * 3^2 + 8^2 = 988$
- o DP de TR é igual à raiz quadrada da variância $s=31,4 \text{ min}$;
- adicionando-se dois DPs à média ($434 + 2 * 31,4 = 497 \text{ min}$) é possível dizer que o tempo médio de rota do veículo não ultrapassará os 497 min ou 8:17 h em 98% dos casos

Método Delphi

■ decisões complexas exigem consensos

- definir um prazo de entrega para determinado produto (nível de serviço) acarreta efeitos directos e indirectos na operação dos transportes, dos níveis de stock, nos custos e mesmo nos investimentos em veículos, armazens, etc.
- torna-se importante decidir face a várias alternativas, discutindo com os sectores de marketing, finanças, produção, etc.
- existem variáveis quantitativas (custos, investimentos, prazos de entrega) e variáveis qualitativas (satisfação do cliente, imagem da empresa)

Método Delphi

- desenvolvido na década de 50 pela Rand Corporation
- tem por objectivo atingir soluções de consenso para problemas de avaliação individual difícil
 - (em que as componentes/variáveis tanto quantitativas como qualitativas possam ser convertidas num único valor, segundo critérios aceites)
- consiste na obtenção de avaliações individuais por diversos especialistas e reciclar o processo várias vezes até que se consiga uma convergência aceitável
 - permite traduzir avaliações intuitivas e individuais de diversos especialistas num resultado único, que incorpore o conhecimento global de forma sistemática
 - baseado no pressuposto que num grupo, todos tendem a errar menos que cada um separadamente

Método Delphi

- a aplicação do método Delphi prevê:
 - a) um grupo razoável de especialistas
 - b) a elaboração criteriosa de um questionário por parte de um coordenador
 - c) aplicação individual do questionário, sem comunicação entre os participantes
 - d) cálculo estatístico dos resultados
 - e) repetição do processo, até que se obtenha um nível de convergência satisfatório

Método Delphi

- o grupo de logística de uma indústria precisa de definir as variáveis e respectivos pesos que melhor espelhem a opinião dos clientes sobre a empresa
 - os clientes são as lojas que comercializam os produtos da empresa
 - o objectivo da aplicação do método é o de decidir entre duas alternativas - A e B
 - para aplicação do método foram convocados seis elementos, de finanças, do marketing, da distribuição, das vendas, da produção e o coordenador da logística. Este último preparou um questionário em que solicitava que cada participante colocasse por ordem de preferência quatro factores que influenciam a opinião da empresa pelo cliente e que fossem atribuídos pesos (de 0 a 5) a cada um dos factores escolhidos

Método Delphi

- os questionários são distribuídos separadamente a cada participante e após um prazo para preenchimento são devolvidos
- os resultados obtidos consistem numa listagem de factores com os respectivos pesos atribuídos
- o coordenador procurou extrair uma lista única de factores, agregando factores correlacionados (factores homogêneos mais gerais); a lista obtida possui para cada factor geral, o peso respectivo da soma dos pesos que lhe deram origem
- desta forma é obtida uma hierarquização de factores com os pesos que devem ser ponderados com base num dado critério, de forma a atenuar diferenças de juízo de cada um dos participantes

Método Delphi

- o coordenador prepara uma descrição sucinta das alternativas A e B, apresentando as características relevantes de cada uma destas
- juntamente com esse texto, é também enviada aos participantes a lista dos factores ordenados, sem os respectivos pesos, mas contendo duas colunas em branco para colocar a pontuação, considerando as alternativas A e B (nota de 0 a 5)
- as notas são atribuídas segundo o impacto positivo verificado: 0 - nulo, 1 - quase nulo, 2 - pequeno, 3 - moderado, 4 - forte, 5 - muito forte
- para cada factor, ordenam-se as notas (sequência) atribuídas pelos participantes (tomando isoladamente cada alternativa), identificando a mediana (valor situado no meio de cada sequência) e a faixa interquartil (cobre 25% das ocorrências de cada lado da mediana)

Método Delphi

- I depois de efetuado o cálculo das medianas das notas para cada factor e as respectivas faixas interquartil, o coordenador envia novamente o questionário para cada participante com indicação destes cálculos para que reavaliem as suas pontuações
- I o coordenador não deve permitir que os participantes conheçam as avaliações dos restantes elementos nem que comuniquem entre si
- I desta forma cada participante pode reconsiderar a sua nota em face da tendência geral, podendo no entanto repetir a nota que já anteriormente tinha dado (o tamanho ideal do grupo de participantes situa-se entre os dez e os vinte membros)
- I após a repetição do processo anterior o número de vezes necessário, é realizado um quadro final onde se colocam os factores com os pesos atribuídos inicialmente pelo coordenador, a multiplicar pelas respectivas notas obtidas (medianas), obtem-se assim uma pontuação que no acumulado decide (maior valor) a alternativa a tomar

Elementos de distribuição

■ transporte

- modos de transporte (aéreo, terrestre, marítimo)
- tipos de transporte (longo curso e local)
- logística de transporte (cargas/descargas, rotas)
- custos de transporte (plano de custos/frota)

■ armazéns

- funções de armazém (estruturação)
- sistema de informação (procedimentos, stocks)
- manipulação de cargas (layouts, equipamentos)
- localização (locais, tipo)

A abordagem sistémica

- nas empresas é possível atribuir a culpa de um mau planeamento e deficiente operação dos serviços ao excessivo isolamento de cada uma das suas áreas funcionais
- o sistema não funciona porque uma das suas partes não colabora ou porque o seu interface é deficiente; mais importante que a melhoria individual de cada subsistema, é pensar no sistema como um todo
- na logística a abordagem sistémica é crucial. Os sectores dentro da empresa, perante um problema logístico, interpenetram-se e proporcionam visões conflituosas do marketing, da produção, do transporte, das vendas, das finanças, etc.
- sistema: conjunto de partes coordenadas para realizar um conjunto de objectivos. A teoria de sistemas procura definir os princípios e propriedades que sejam comuns a qualquer tipo de sistema
- na abordagem sistémica é importante identificar claramente as relações de causa e efeito entre os elementos que formam o sistema

A abordagem sistémica

- o sistema é formado por componentes que interagem
 - | subconjuntos interagindo entre si e com o meio ambiente. Quanto mais complexo for o sistema, maior é a interacção entre os componentes
- quando o sistema está optimizado, os seus componentes também estão
 - | o óptimo do conjunto (sistema) não coincide necessariamente com o óptimo dos componentes (subsistemas). A optimização dos subsistemas não é feita de forma autónoma, mas considerando as inter-relações existentes entre si
- todo o sistema possui, pelo menos, um objectivo
 - | os sistemas tem um ou mais objectivos bem definidos. Num sistema projectado é necessário definir claramente o que se pretende com a sua criação

A abordagem sistémica

- I a avaliação do desempenho do sistema exige medidas de comparação
 - I são necessários critérios de valoração, o processo de medida e os padrões para, a um dado instante, avaliar o grau de satisfação do(s) objectivo(s) do sistema
 - I exige o estabelecimento de parâmetros (rendimento, eficiência, eficácia, qualidade, etc.)
 - I necessidade de qualificação ou quantificação das variáveis, de forma consistente e coerente, mas garantindo que qualquer variável se torne mensurável

A abordagem sistémica

I sistemas criados pelo homem requerem planeamento

- I para obter resultados é preciso método, cumprindo um conjunto de etapas - de a) a j):
- I a) identificar os componentes (subsistemas) e a sua estrutura; b) tomar cada componente também como um sistema; c) estabelecer o objectivo pretendido; d) estabelecer os critérios de valoração e as variáveis que os medem; e) criar alternativas viáveis (procesos/tecnologias); f) analisar as implicações de cada alternativa em cada componente; g) otimizar os componentes de forma integrada; h) calcular rendimento e custo de cada componente; I) integrar os subsistemas de forma a gerar soluções consistentes para o sistema; j) avaliar as alternativas por meio da relação custo/benefício ou outra metodologia de avaliação económica

A abordagem sistémica

- I a manutenção do nível de desempenho requer controlo permanente
 - I exigência de estabelecimento de controlos para a realização de ajustamentos - feedback - que mantenham o desempenho do sistema
 - I controlo de qualidade, controlo de custos, controlo de prazos de entrega, controlo jurídico, etc.
- I interação do sistema com o ambiente
 - I o ambiente externo corresponde à envolvente do sistema em que o responsável pelo sistema não pode intervir
 - I o ambiente limita o desenvolvimento livre de um sistema por meio de restrições, premissas, normas, directrizes, regulamentações, etc.
 - I existem restrições reais e fictícias

Há restrições reais e fictícias. Estas últimas são mais perigosas pois muitas vezes impedem ou dificultam a evolução do sistema.

Deve-se considerar sempre as restrições externas como fictícias, enquanto estiverem apenas no papel, na cabeça ou na boca dos outros: *não pode fazer isso por que o mercado não está preparado ou porque há uma regulamentação que impede, etc.* Esse tipo de frase é ouvido periodicamente, vindo dos mais diversos locais.

Essa postura de supor fictícia qualquer restrição externa até prova em contrário é vantajosa. As pressões contrárias que se sucedem, objecto de discussão e reflexão, vão permitir perceber com segurança as fronteiras do possível, encontrando os verdadeiros limites das restrições.

Um exemplo foi o envio do homem à Lua: uma restrição externa importante era o efeito gravitacional: o foguete precisaria de levar tanto combustível para retornar à Terra que o peso resultante inviabilizava o projecto. Estava, assim, definido um impasse. Esta restrição era no entanto fictícia e foi contornada através da construção do sistema em estágios, que vão sendo abandonados no espaço à medida que são usados. Na volta o peso resultante é muito menor, exigindo menos combustível para propulsão e aliviando, assim, o peso do conjunto. Essa solução seria impensável, talvez, vinte anos antes da missão, e foi alcançada por meio da abordagem sistémica, suplantando, entre outras coisas, as restrições fictícias.