

# **A Utilização Estratégica da Gestão de Custos aliada aos Conceitos Matemáticos para a Tomada de Decisão**

**Rosangela Mourat da Rocha Ávila** (CEFET/RJ) - rmravila@gmail.com

**Carmelita Seno Carneira Alves** (CEFET/RJ) - carmel.a@ig.com.br

**Ursula Gomes Rosa Maruyama** (White Martins) - ursulamaryama@hotmail.com

## **Resumo:**

*Esse artigo apresenta um estudo de sistemas de custeio e avalia a criação de uma metodologia baseada num modelo matemático que forneça às pequenas empresas um indicador confiável para adoção do sistema mais adequado a cada caso, facilitando desse modo seus planejamentos e auxiliando no processo de tomadas de decisão. É também proposto a utilização de um modelo matemático formulado por Thomas L. Saaty (1982), baseado nas matrizes recíprocas e na Teoria da Hierarquização, como uma metodologia inovadora de auxílio e orientação para a tomada de decisão quanto ao método mais adequado à empresa na alocação dos custos indiretos. Neste modelo a experiência do gerente ou empresário, é fundamental para que sejam priorizados e avaliados corretamente os estágios que compõem o processo produtivo assim como as informações necessárias à aplicação do mesmo. Após implementação do modelo, concluímos que o empresário terá uma nova ferramenta no gerenciamento estratégico possibilitando-lhe a incorporação de novas tecnologias à empresa, além dos custos controlados e minimizados dentro da cadeia de valor, possibilitando a construção de vantagens competitivas sustentáveis.*

**Palavras-chave:** *Sistemas de Custeio. Modelo Matemático. Competitividade Sustentável*

**Área temática:** *Desenvolvimentos Teóricos em Custos*

## **A Utilização Estratégica da Gestão de Custos aliada aos Conceitos Matemáticos para a Tomada de Decisão**

### **Resumo**

Esse artigo apresenta um estudo de sistemas de custeio e avalia a criação de uma metodologia baseada num modelo matemático que forneça às pequenas empresas um indicador confiável para adoção do sistema mais adequado a cada caso, facilitando desse modo seus planejamentos e auxiliando no processo de tomadas de decisão. É também proposto a utilização de um modelo matemático formulado por Thomas L. Saaty (1982), baseado nas matrizes recíprocas e na Teoria da Hierarquização, como uma metodologia inovadora de auxílio e orientação-para a tomada de decisão quanto ao método mais adequado à empresa na alocação dos custos indiretos. Neste modelo a experiência do gerente ou empresário, é fundamental para que sejam priorizados e avaliados corretamente os estágios que compõem o processo produtivo assim como as informações necessárias à aplicação do mesmo. Após implementação do modelo, concluímos que o empresário terá uma nova ferramenta no gerenciamento estratégico possibilitando-lhe a incorporação de novas tecnologias à empresa, além dos custos controlados e minimizados dentro da cadeia de valor, possibilitando a construção de vantagens competitivas sustentáveis.

**Palavras s-chave:** Sistemas de Custeio. Modelo Matemático. Competitividade Sustentável.

**Área Temática:** Desenvolvimento teórico em custos.

### **1 Introdução**

Nos dias de hoje é necessário que as organizações tenham maior prontidão na obtenção de informações relacionadas ao custo do seu produto.

A disputa criada em função da globalização, faz com que os empresários precisem ter bom senso e perspicácia na hora de decidir que rumo dar aos negócios de sua empresa, pois a proatividade é palavra de ordem em qualquer organização.

Uma nova tecnologia modifica completamente as regras da concorrência dentro de um setor industrial. Muitas empresas líderes de mercado, se não responderem às mudanças tecnológicas, são facilmente ultrapassadas por outras empresas que aproveitam bem as oportunidades tecnológicas e lutam para dominar o ramo.

A vantagem de manter uma liderança tecnológica só cabe aos inovadores, aqueles que possuem uma visão de futuro ousada e apostam no sucesso de sua empresa. Essas empresas inovadoras têm o poder de ditar os preços dos seus produtos e certamente os seus lucros compensarão custos com novos investimentos e desenvolvimento de novas tecnologias.

No entanto, a adoção de novas tecnologias, depende de mudanças radicais de práticas e estratégias organizacionais.

Segundo Bateman (1998), “o ditado fazer as coisas no tempo certo é tudo”, é aplicado perfeitamente no mundo globalizado.

A resposta à demanda precisa ser rápida, pois senão perde-se o nicho de mercado e para que se possa responder, é imprescindível que se entenda e domine o método utilizado para distribuição dos custos indiretos de fabricação, pois essa distribuição traduzirá, no final do processo, o custo real do produto.

Nesse sentido é preciso entender determinados mecanismos que, se bem aplicados, permitem que o empresário visualize de dentro da empresa o mundo exterior a ela.

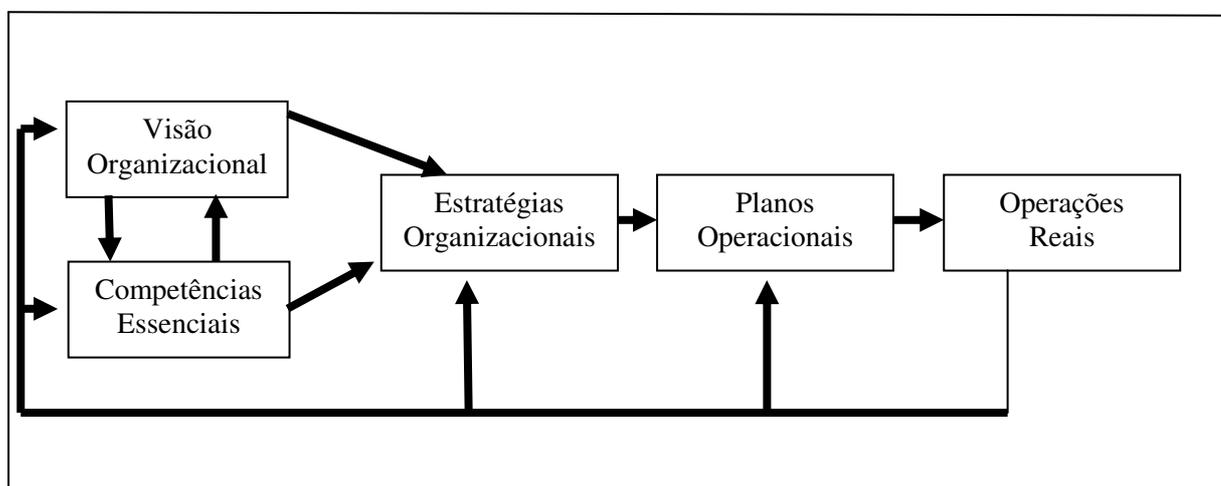
As informações de custos, segundo Eldenburg (2007), utilizadas pelos administradores os ajudam a tomar diferentes tipos de decisão, como a elaboração de estratégias empresariais,

a criação de planos operacionais e o monitoramento e a motivação do desempenho na empresa. Continuando, o mesmo autor afirma que a utilização de informações relevantes e a prática eficiente de tomadas de decisão permitem aos administradores obter decisões eficazes para a sua empresa. Entretanto, também é necessário que, ao tomar suas decisões, os administradores ajam com responsabilidade ética e social.

O aumento do lucro implica, intrinsecamente, em reduzir custos, sendo assim, o objetivo é alcançado com o comprometimento de toda a empresa, pois todos na pirâmide organizacional têm que estar envolvidos direta e indiretamente com o objetivo traçado.

Segundo Corrêa (1996), é necessário que a empresa simule cenários alternativos para que possa otimizar seu plano de ação, ou seja, uma empresa que aprende, cria situações para traçar linhas de ação bem elaboradas.

A evolução de técnicas e metodologias visando o menor custo e maior produtividade com qualidade faz surgir novos conceitos para a apropriação racional e coerente dos custos indiretos de qualquer processo produtivo.



Fonte: Leslie G. Eldenburg e Susan K. Wolcott (2007)

Figura 1 – Mensurar, Monitorar e Motivar

- Visão Organizacional – segundo Eldenburg (2007) corresponde ao propósito central e à ideologia da empresa, algo que guia sua direção geral e que orienta a empresa no seu trato com os diversos grupos de agentes que com ela interage.
- Competências Organizacionais Essenciais – são os pontos fortes da empresa em relação às suas concorrentes.
- Estratégias Organizacionais – são as táticas utilizadas pelos administradores para tirar vantagem das competências essenciais da empresa enquanto buscam atingir a visão organizacional.
- Planos Operacionais – envolvem as decisões específicas de curto prazo que moldam as atividades do dia-a-dia da empresa, como a retirada de dinheiro de uma linha de crédito bancária, a contratação de empregados ou pedido de materiais dos fornecedores.
- Operações Reais – são as diversas ações empreendidas e os resultados que se obtêm durante certo período de tempo, como por exemplo, os pedidos recebidos dos clientes, as receitas obtidas, os empregados contratados, os

custos incorridos, as quantidades de bens ou serviços produzidos, as entradas e saídas de caixa e assim por diante.

## 2 Que critérios adotar para alocação dos custos indiretos?

A distribuição por produto dos custos indiretos de fabricação (absorção) em uma empresa é o problema atual em organizações que almejam participar do mercado globalizado, pois a competitividade internacional cobra qualidade com baixos custos.

Custeio é o método de apropriação de custos e no Brasil existem alguns desses sistemas que são adotados, focalizaremos dois dos mais importantes:

- a) Custeio por Absorção – Departamentalização
- b) Custeio ABC – Custeio Baseado nas Atividades

Alguns empresários, desconhecendo qual a melhor metodologia a ser adotada para alocação dos custos indiretos de fabricação e por falta de pessoal qualificado para orientá-los na escolha, acabam optando por uma metodologia aparentemente mais simples, que não dependa de mão-de-obra especializada para sua implantação.

Tal prática pode levar a resultados enganosos na maioria das vezes e os dados obtidos apontariam produtos competitivos e lucrativos, enquanto que na verdade seria o oposto.

Como este trabalho é fazer um estudo de sistemas de custeio e avaliar a criação de uma metodologia baseada num modelo matemático que forneça às pequenas empresas um indicador confiável para adoção do sistema de custeio mais adequado a cada caso facilitando, desse modo, seus planejamentos e principalmente auxiliando no processo de tomada de decisão.

## 3 Identificando os Custos e Suas Funções

Os administradores ou empresários precisam saber agir em situações adversas, pois suas decisões alteram rapidamente todo o ambiente.

O primeiro passo é identificar os custos relevantes para a decisão a ser tomada. Para tanto é necessário, segundo Eldenburg (2007):

- **Saber** – selecionar e implementar cortes razoáveis de custos
- **Identificar** – a identificação das questões, custos e informações relevantes.
- **Explorar** – a análise pós e dos contras das alternativas é sempre uma tarefa difícil.
  - a) evitar tendenciosidades ao investigar os custos;
  - b) prever como reagiriam os diversos agentes relacionados à empresa diante de qualquer plano de controle de custos;
  - c) compreender a qualidade do ponto de vista do cliente;
  - d) considerar em suas análises os pontos fortes e fracos de suas principais empresas concorrentes;
  - e) avaliar a qualidade das informações que tinham sobre fatores importantes, como a situação do setor, a qualidade dos serviços e os custos da empresa.
- **Priorizar** – ao terminarem o exame das alternativas, os empresários colocam-se na posição mais favorável para melhor optar. Esse passo requer as seguintes atividades:
  - a) selecionar estratégias e planos de operação compatíveis com a visão e as competências essenciais da empresa;
  - b) tomar ações rápidas e decisivas, sabendo que os fluxos de caixa da empresa pioravam a cada dia de adiamento da decisão.
- **Vislumbrar** – são importantes as seguintes ações:
  - a) considerar o futuro enquanto tomam decisões de curto prazo sobre cortes de custos;
  - b) continuar os esforços da empresa por um aumento da qualidade;

c) manter a flexibilidade para responder a futuras e imprevistas alterações do setor empresarial.

Segundo ainda a autora, uma maneira de identificar os custos relevantes é buscar no sistema contábil tipos de custos que podem ser afetados por uma decisão. Entretanto todos os custos relevantes aparecem no sistema contábil. Na identificação dos custos relevantes, é preciso cuidado ao se pensar e julgar, não obstante, nossa tarefa fica facilitada quando sabemos quais os custos diretos e quais são os indiretos.

Os custos diretos são os custos que podem ser diretamente apropriados aos produtos, enquanto que os custos indiretos são os custos que não oferecem condições de uma medida e sua alocação tem de ser feita de maneira arbitrária.

#### **4 Custeio por Absorção/Departmentalização**

Atualmente, a grande maioria das empresas brasileiras pequenas, médias e grandes, utiliza como sistema de custeio a Departmentalização, que é um tipo de sistema de custeio por absorção.

O Sistema de Custeio por Absorção aloca diretamente aos produtos os custos oriundos do processo produtivo, independentemente do seu comportamento diante do volume de atividade.

Outro sistema também bastante usado é o Custeamento Direto. Nesse sistema somente os custos variáveis de fabricação serão contabilizados nos custos dos produtos fabricados, enquanto que os custos variáveis de administração e de vendas serão debitados diretamente ao custo dos produtos acabados e que são vendidos.

O custeamento direto ou variável facilita também, a elaboração de orçamentos flexíveis, a análise do ponto de equilíbrio e a determinação de contribuição marginal que fornece diretrizes para a seleção dos clientes, dos territórios, dos produtos e dos outros segmentos da atividade mais lucrativos (Matz, Curry & Frank, 1967:714).

Dentro de cada empresa, por menor que seja, existem unidades administrativas mínimas compostas por homens e máquinas, ou, em tese, só de máquinas, realizando atividades homogêneas.

Essas unidades são chamadas de Departamento que por sua vez devem possuir um responsável por cada um deles.

Esses departamentos são divididos em dois grandes grupos: Departamentos de Produção e Departamentos de Serviços.

Os Departamentos de Produção são os que interferem de alguma forma no produto, participando do processo fabril diretamente.

Os Departamentos de Serviços, não agem diretamente no produto e sim dão suporte aos mesmos, servindo como apoio.

Os custos dos departamentos de serviços não são apropriados diretamente aos produtos e sim transferidos aos departamentos de produção que deles se utilizaram durante o processo de fabricação.

Um departamento é um Centro de Custos, ou seja, os custos indiretos ocorridos nesse departamento serão posteriormente alocados aos produtos.

Segundo Martins (1998), centro de custos é a unidade mínima de acumulação de Custos Indiretos de Fabricação.

A Departmentalização consiste na distribuição dos custos indiretos aos diversos departamentos, procurando, na maioria das vezes, investigarmos a ligação dos custos com um determinado departamento.

O rateio dos custos dos departamentos de serviços aos demais deve ser coerente, e normalmente, é feito pelo uso que cada um faz aos departamentos de serviços envolvidos.

O princípio da consistência na adoção de qualquer critério para apropriação dos custos indiretos é importantíssimo, pois se não for respeitado em períodos seguintes, distorcerá os resultados.

Em suma, os gerentes necessitam de informações precisas sobre os custos de sua produção para se posicionarem estrategicamente e aprimorarem o processo produtivo.

Os sistemas de custeio tradicionais emitem relatórios financeiros que pouco traduzem o processo produtivo, como as despesas de marketing, vendas e distribuição, pois esses gastos não entram no relatório financeiro no que diz respeito aos custos dos produtos.

Para esclarecer melhor a departamentalização, segue um exemplo para visualização desse sistema de custeio, que inclui a comparação dos resultados obtidos no custo total com departamentalização e sem a departamentalização.

A Empresa Gama produz 02 produtos e quer apropriar os custos indiretos de fabricação (CIF's) pelo método da Departamentalização, a saber:

Custos Diretos (CD):

Produto A – 325,00  
 Produto B – 420,00  
 Total - 745,00

Custos Indiretos (CI):

Energia elétrica -	375,00
Manutenção dos equipamentos	215,00
Depreciação dos equipamentos	320,00
Supervisão da fábrica -	480,00
Aluguel da fábrica -	680,00
Total	2.070,00

Os CIF's foram distribuídos aos produtos com base no tempo de horas-máquina, a saber:

Produto A – 570 horas-máquina  
 Produto B - 430 horas-máquina

Em seguida, observou-se que:

Produto A – passava pelo corte (270/h-máq) e montagem (300/h-máq)  
 Produto B – passava pela montagem (280/h-máq) e acabamento (150/h-maq)

Os gastos com os CIF's ficaram assim distribuídos após obtenção do consumo em cada departamento:

	Corte	Montagem	Acabamento	Total
Energia	130	105	140	375
Manutenção	55	95	65	215
Depreciação	65	90	165	320
Supervisão	120	260	100	480
Aluguel	310	180	190	680
Total	680	730	680	2070

Tabela 1

Fonte: Elaborado pelo autor

### Solução por Departamentalização

Apropriando-se estes custos diretamente aos produtos usando como critério de alocação as horas gastas por cada produto proporcionalmente em cada departamento, temos a seguinte distribuição mostrada na tabela abaixo:

	CORTE	MONTAGEM	ACABAMENTO	TOTAL
A	270	300	-x-	570
B	-x-	280	150	430
TOTAL	270	580	150	1.000

Tabela 2

### Distribuição dos Custos aos Departamentos

	Corte	Montagem	Acabamento	Total
Energia	130	105	140	375
Manutenção	55	95	65	215
Depreciação	65	90	165	320
Supervisão	120	260	100	480
Aluguel	310	180	190	680
Total	680	730	660	2.070

Tabela 3

### Custo Médio por hora máquina de cada Departamento

Corte	Montagem	Acabamento
680:270	730:580	660:150
=2,52	=1,26	=4,40

### Custo de cada produto em cada departamento

	Corte	Montagem	Acabamento	Total
A	270x2,52=680,40	300x1,26=378,00		1.058,40
B		280x1,26=352,80	150x4,40=660,00	1.012,80
Totais	680,40	730,80	660,00	2.071,20

Tabela 4

Como podemos observar na distribuição das horas de trabalho que cada produto consumiu em cada departamento, verificamos que a distribuição dos custos indiretos se torna bastante arbitrária, porém esse critério é aceito e está correto na Contabilidade de Custos.

### CI apropriado por produto:

CD	CD	CI	Total
A	325,00	57% de 2.070,00=1.179,90	1.504,90
B	420,00	43% de 2.070,00=890,10	1.310,10
Total	745,00	2.070,00	2.815,00

Tabela 5

### Resumo Comparativo

	S/D	C/D	Diferença
A	1.504,90	1.383,40	121.50
B	1.310,10	1.432,80	(122,70)

Tabela 6

O resultado obtido após a utilização do critério de alocação dos custos indiretos por produtos sem a utilização da departamentalização, concluímos que o critério utilizado na distribuição dos custos indiretos mascara o custo total que cada produto teve ao término do processo de fabricação e, conseqüentemente, poderá influenciar negativamente no preço que o empresário lançará o produto no mercado, tornando possível até a perda da competitividade, pois como vemos no quando de resumo, a diferença apresentada é significativa, merecendo, portanto, maiores cuidados.

## 5 Custeio Baseado em Atividades – ABC e o Gerenciamento Baseado em Atividades – ABM

Nos anos 80 surgem os Sistemas de Custeio Baseados em Atividades-ABC, com o objetivo de suprir a gerência das informações precisas sobre o custo.

Esse sistema permite que os custos indiretos e de apoio sejam direcionados primeiro a atividades e processos e depois a produtos.

Com o surgimento de novas tecnologias e sistemas produtivos complexos, em muitas empresas ocorreram aumentos consideráveis nos Custos Indiretos. Essa situação vem se repetindo até os dias de hoje, como também a sensível diminuição dos custos com mão-de-obra direta, uma vez que a automação reduz esse custo direto.

O ABC, utilizado para avaliar estoques, também oferece subsídios que satisfaçam as leis vigentes, com mais coerência, na distribuição dos Custos Indiretos.

Como esse sistema cria um quadro mais claro da situação econômica das operações da empresa, houve também a necessidades de criação do gerenciamento baseado na atividade-ABM (Activity Based Management).

Este gerenciamento permite que a empresa atinja seus objetivos com um custo total menor, porém, segundo Kaplan e Cooper(1998), o ABM atinge seus objetivos por meio de duas aplicações complementares: o ABM Operacional e o ABM Estratégico.

Sendo assim, a implantação do ABC origina uma reengenharia de processos, ou seja, o sistema ABC é usado como um instrumento de mudanças.

Em suma, o sistema de custeio ABC tornou-se uma ferramenta indispensável ao gerente ou empresário, pois até que se crie outro sistema, este é o que mais se próxima de uma distribuição coerente e racional dos custos indiretos de fabricação.

## 6 O Modelo

Um modelo, de modo geral, é tudo que busca através de um meio qualquer (um protótipo, um mapa, uma equação matemática) o que ocorre na natureza.

Os modelos devem ser adaptados e ajustados à situação que se quer estudar ou para qual são construídos. Por exemplo, não é natural se tentar achar uma determinada estrada ou rodovia em um mapa de relevo. Esta informação deverá ser procurada (e encontrada) num mapa rodoviário da região em que estamos interessados. Portanto ao se construir qualquer modelo é importantíssimo saber com clareza o propósito a que se destina.

Um Modelo Matemático, por sua vez, é uma tentativa abstrata e simplificada de descrever-se a realidade ou uma parte dela, usando a linguagem matemática.

### Como se formula um Modelo Matemático

O procedimento científico adotado ao tentarmos matematizar um problema real qualquer envolve essencialmente três etapas interrelacionadas:

- (i) Formulação de hipóteses;
- (ii) Resolução do problema matemático;
- (iii) Interpretação crítica dos resultados obtidos.

A primeira etapa compreende a observação do fenômeno, a definição das variáveis envolvidas e de suas interrelações.

A definição das variáveis, por sua vez. Consiste na separação das várias partes do universo em:

- a) coisas cujos efeitos são desprezíveis: essas, o Modelo ignora – são chamadas hipóteses simplificadoras;
- b) Coisas que afetam o Modelo, mas cujo comportamento não é objeto de estudo – são as chamadas variáveis independentes, parâmetros ou variáveis de entrada;
- c) coisas cujo comportamento o Modelo tenta explicar – variáveis dependentes ou de saída.

Essas três categorias (variáveis desprezíveis, variáveis dependentes e independentes) são importantes no processo de modelagem. Se as variáveis erradas são desprezadas, o Modelo não será bom; se muitas variáveis forem levadas em consideração, o Modelo resultante será extremamente complexo e provavelmente requerirá uma incrível quantidade de dados.

Às vezes um matemático precisa negligenciar certos efeitos não porque os considera desprezíveis, mas simplesmente porque não sabe como manuseá-los e, esperar que essa simplificação não invalide os resultados finais.

Assim, por exemplo, quando Galileo estudou o problema da queda dos corpos, desprezou a resistência do ar por ser este um efeito secundário comparado com a ação da gravidade. Esta é uma hipótese que simplifica enormemente o problema, pois, para considerarmos movimentos em meios onde a resistência seja não-desprezível, como por exemplo, na água, devemos primeiramente saber que tipo de resistência e de que elementos dependem, esta informação não nos é dada pela Matemática, mas pela Física.

Caso Galileo não tivesse desprezado este efeito ao estudar as leis da queda dos corpos, não teria chegado a nenhum resultado já que a Matemática necessária para tratar esses problemas, não estava suficientemente desenvolvida naquela época.

Ao montarmos um Modelo, devemos ter em mente também os fins que queremos atingir, pois é impossível minimizar ao mesmo tempo generalidades, realismo e precisão como em economia não se consegue um investimento que nos dê ao mesmo tempo segurança, liquidez e rentabilidade máximas.

A definição das variáveis e de suas interrelações constituem as hipóteses do Modelo que devem ser formuladas baseadas em experimentos e observações e tendo em mente o fim que queremos atingir.

Outra etapa inclui os cálculos necessários à resolução matemática do problema e conseqüentemente o estudo da Teoria Matemática necessária a esta resolução. Essa etapa inclui também o uso de computadores para obter soluções aproximadas onde soluções analíticas não são possíveis.

A última etapa consiste na comparação dos resultados teóricos obtidos com os resultados experimentais a fim de se comprovar a validade do Modelo e possivelmente na tentativa de aprimorá-lo. Se os resultados teóricos não coincidem com os experimentos então devemos voltar as etapas (i) e (ii) para tentar reformular e/ou aprimorar o Modelo.

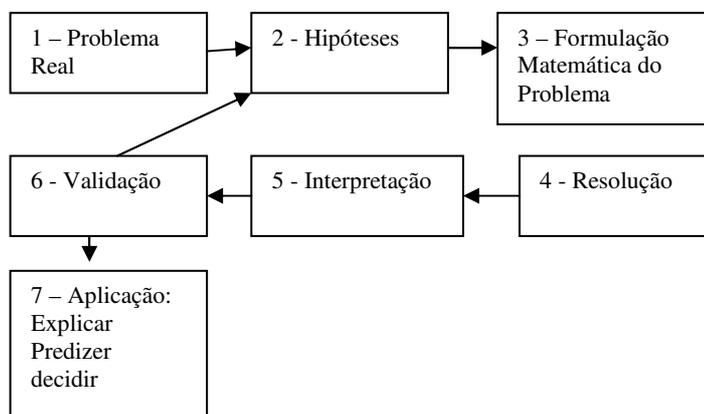
Esta fase é usada também para tirar conclusões e prever o futuro.

Este é um processo dedutivo; se as hipóteses são verdadeiras, as conclusões devem ser verdadeiras. Predições falsas implicam que o Modelo deve estar errado em algum aspecto.

Nesse caso como podemos julgar um Modelo?

Em primeiro lugar os resultados devem estar de acordo com os dados teóricos e o senso comum, embora não seja muito aconselhável basear-se exclusivamente no senso comum, pois ele pode estar errado. Deve-se começar com predições fáceis. Se elas são ruins então volta-se as etapas (i) e (ii) e reformula-se o Modelo (ou o aprimoramos). Se essas predições são boas isso nos dá o sentimento que o Modelo se aplica aos nossos propósitos. Se a precisão é mais baixa do que esperávamos é bom tentar compreender porque, pois isso pode estar encobrindo hipóteses falsas. Às vezes é impossível testar o Modelo, por exemplo, um Modelo para medir os efeitos de uma guerra nuclear. Isto também acontece mais freqüentemente, em campos de estudo onde as leis não são precisamente formuladas (Ciências Humanas). Aqui a experiência é essencial.

Neste ponto o Modelo está pronto para ser usado, mas com cuidado! É perigoso aplicá-lo cegamente a problemas que diferem grandemente daqueles para os quais eles foram testados. Toda aplicação deve ser entendida como um teste para o Modelo. Os Modelos Matemáticos não podem ser entendidos como oráculos, mas como indicadores de tendências cruciais a serem observadas.



Fonte: Elaborado pelo autor

Note ainda que no esquema acima os retângulos do lado esquerdo correspondem ao mundo real, os do lado direito ao “mundo matemático” e os intermediários, às interligações entre esses “dois mundos”.

Neste trabalho estamos interessados em obter um modelo matemático que ao ser aplicado ao problema de alocação de custos indiretos oriente o empresário sobre a oportunidade ou não de mudança de sistema de custeio empregado na sua empresa. Para isso, numa primeira etapa, precisamos calcular uma escala que reflita a importância relativa de uma propriedade (custos indiretos) compartilhada por  $n$  objetos (produtos). Além disso, precisamos de uma teoria que nos permita obter um modelo que produza resultados úteis, confiáveis e de fácil aplicação à Contabilidade de Custos.

O primeiro problema que se apresenta é o de como associar pesos (valores) a todas as manifestações de uma dada propriedade de qualquer um dos objetos, de tal maneira que estes pesos reflitam confiavelmente, a variação desta propriedade de objeto para objeto. Nesta comparação as taxas devem refletir a importância relativa não de uma, mas de várias propriedades consideradas em conjunto.

A ferramenta necessária para a concretização desta idéia é dada pela teoria da hierarquização, que permitirá a representação de sistemas complexos como hierarquias onde os itens definidos em cada nível influenciam diretamente os itens hierarquizados num nível imediatamente inferior.

A pergunta a ser respondida é como os itens de um nível são influenciados e/ou influenciam itens pertencentes a outro nível não adjacente a este dentro da hierarquia proposta?

O modelo proposto por Thomas L. Saaty (1982) oferece uma maneira de determinar a influência indireta dos elementos pertencentes a qualquer nível de uma hierarquia, sobre aqueles outros que não estão relacionados diretamente ao primeiro.

## 7 A Escala

Em geral, não se pode esperar consistência numa matriz de comparação cujas entradas são determinadas a partir de julgamentos humanos: os sentimentos das pessoas não estão de acordo com uma fórmula exata e não são transitivos.

No entanto, para garantir um mínimo de consistência nestes julgamentos numéricos, toda vez que o valor  $a_{ij}$  for determinado como uma medida da importância da atividade  $i$  quando comparada com a atividade  $j$ , o seu valor recíproco  $1/a_{ij}$ , será atribuído a  $a_{ji}$ , isto é, à importância da atividade  $j$  quando comparada à atividade  $i$ . A grosso modo, se uma atividade é julgada ser  $\alpha$  vezes mais forte que uma outra, então esta outra, será  $1/\alpha$  mais forte ou mais fraca que a primeira.

Ratificando, os julgamentos humanos não são necessariamente consistentes, e nem transitivos, isto é, se a importância relativa de  $C1$  é maior que a de  $C2$  e a importância relativa de  $C2$  é maior do que a de  $C3$  então a importância relativa de  $C1$  não precisa ser necessariamente, maior que a de  $C3$ , . Isto é comum nos julgamentos humanos. Exemplos interessantes de inconsistência ou falta de transitividade ocorrem em disputas esportivas. Um time  $C1$  pode perder de outro  $C2$ , que tenha perdido para o terceiro time  $C3$ ; e, ainda assim  $C1$  pode ganhar de  $C3$ . Logo, o comportamento do time é inconsistente. Esta inconsistência do julgamento humano deve ser aceita e considerada na formulação do modelo, já que nada podemos fazer para mudar este fato.

A partir destas considerações o problema básico que se coloca, é o de determinar uma escala numérica apropriada para ser usada na matriz de comparação de pares. Escalas numéricas são usadas freqüentemente em física, economia e outras ciências. A escala proposta aqui é útil para valores de  $n$  (número de objetos a serem comparados) menores que 10.

A escolha da escala sugerida por Saaty (1982) baseia-se nas observações a seguir. Grosseiramente, uma escala deve satisfazer os seguintes requisitos:

- 1) Deve ser capaz de representar diferenças nos sentimentos das pessoas quando se faz comparações. Ela deve representar, tanto quanto possível, todas as nuances dos sentimentos que as pessoas têm.
- 2) Se denotarmos os valores da escala por  $x_1, x_2, \dots, x_p$ , então é desejável que  $x_{i+1} - x_i = 1$ ,  $i = 1, \dots, p - 1$ .

Como experimentos psicológicos mostram que um indivíduo não pode simultaneamente comparar mais que 7 objetos (mais ou menos 2) sem que fique confuso e uma vez que desejamos que o sujeito tenha que estar ciente de todas as graduações ao mesmo tempo, somos levados a escolher  $p = 7 + 2$ . Usando a diferença unitária entre sucessivos valores da escala fazendo  $x_1 = 1$ , temos que os valores da escala empregada deverão variar de 1 a 9.

Um passo preliminar para a construção de uma escala que indique a intensividade de importância para atividades, esta variação é separada em grupos.

Ao usar esta escala, presumimos que o indivíduo que faz o julgamento, tem conhecimento sobre os valores relativos dos elementos que estão sendo comparados cujos valores na escala são maiores ou iguais a 1, isto é presumimos que o indivíduo conheça o elemento cuja importância relativa é maior do que a do outro quando comparados dois a dois.

Os recíprocos de todos os valores da escala que são maiores ou iguais a 1 determinam os valores das posições transpostas. Isto é, não é necessário julgamento para a determinação destes valores.

Além disso, devemos estar cientes que os valores atribuídos a cada atividade são aproximações inteiras, de tal modo que o maior deles corresponda a nove.

Consideraremos também que um elemento com peso zero é eliminado da comparação. (Isto claro, não necessariamente implica que zero não possa ser usado nas comparações de pares apenas que, neste modelo, não são levados em contra).

Uma questão típica a ser respondida no sentido de preencher as entradas em, uma matriz de comparações é: “Considere duas propriedades:  $i$  no lado esquerdo da matriz e outra  $j$  no topo da matriz; qual das duas tem mais fortemente a propriedade sob discussão e quanto mais? (No momento de responder a esta pergunta quantitativa é que usamos a escala de valores de 1 a 9). Isto nos dá  $a_{ij}$ . O valor recíproco é então automaticamente inserido para  $a_{ji}$ ”.

## 8 HIERARQUIAS - Considerações Gerais

Embora muitas pessoas tenham uma idéia do que é uma hierarquia, poucas usam este conceito como um modelo para situações complexas do dia-a-dia. Muito poucos percebem o quão importante e poderosa é uma hierarquia quando entendida como um modelo de um sistema complexo, cujos componentes interagem entre si.

Nesta seção, procuramos dar uma visão geral da idéia de uma hierarquia, sua aplicação em sistemas reais e processos mentais, e sua utilidade como modelo geral. Os interessados na teoria matemática formal para a análise de hierarquias devem consultar o artigo de Saaty.

Qualquer sistema pode ser representado por uma grande matriz de interação onde linhas e colunas são os componentes do sistema. Quando o componente  $i$  e o componente  $j$  interagem fortemente a  $i, j$ -ésima entrada é perto de  $\pm 1$ . Quando eles não interagem, a entrada é perto de zero. Num grande sistema, muitas entradas são próximas de zero. O arranjo dos elementos de um sistema em um tipo de matriz pode ser usado para identificar os níveis de uma hierarquia. No mais simples tipo de hierarquia o nível mais acima domina os níveis vizinhos mais abaixo.

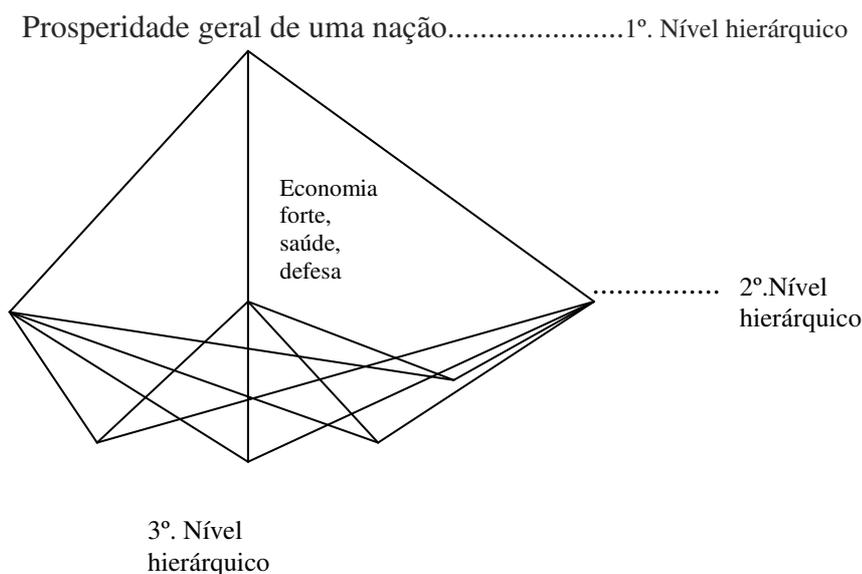
Diferentes níveis de uma hierarquia são geralmente caracterizados por diferenças tanto em estrutura, quanto em função. O apropriado funcionamento de um nível mais alto depende do apropriado funcionamento dos níveis mais baixos. O problema básico de uma hierarquia é procurar entender a interação existente entre os diversos níveis e isto é mais importante do que entender a interação existente entre os elementos localizados em um mesmo nível.

Hierarquias são determinadas estruturalmente por partições de um conjunto em subconjuntos. As partições determinam os níveis da hierarquia. A complexidade do arranjo dos elementos de cada nível pode ser o mesmo ou pode aumentar de um nível para outro. Uma hierarquia pode emergir gradualmente de uma origem (ex.: o desenvolvimento da raça humana a partir do 1º ancestral) ou pode descender em posto a partir de um gerente ou diretor dentro de uma empresa. Pode aumentar adicionando-se partes como uma bola de neve, ou pode ser um arranjo simples e gradual de níveis de acordo com um modelo. A estrutura de cada nível, em geral, toma a forma de uma rede que representa as conexões apropriadas entre seus elementos.

Um exemplo simples para se compreender uma hierarquia começa com o universo todo entendido como o primeiro nível, grupos de galáxias como o próximo, e assim sucessivamente de galáxias, para constelações, sistemas solares, planetas, blocos de matéria, cristais, cadeias moleculares, moléculas, átomos, núcleos, prótons e elétrons. Outro exemplo de uma hierarquia é aquela que representa a estrutura de um organismo vivo, e um terceiro exemplo poderia ser aquela que representa as funções dentro de uma organização empresarial.

Hierarquias podem ser usadas para representar tanto as relações estruturais quanto as funcionais de um sistema. Cada elemento de uma dada hierarquia pode pertencer funcionalmente a outras tantas diferentes hierarquias. Uma colher pode ser classificada com outras colheres de diferentes tamanhos em uma hierarquia ou com facas e garfos numa segunda hierarquia.

Como hierarquias são estruturadas como uma espécie de árvore que se ramifica de um nível para o outro, é importante também limitar o tamanho de uma hierarquia a seus componentes essenciais de tal maneira a ainda obter uma efetiva representação de um sistema, como é mostrado no exemplo abaixo de árvores de priorização que ilustra o tipo de hierarquia usada neste artigo.



Esta estrutura em forma de rede é de considerável interesse no modelo proposto neste trabalho. A partir de interações de elementos num mesmo nível determinadas pela matriz de comparação de pares levando-se em conta os critérios definidos no item anterior, é possível obter um método para avaliar o impacto do primeiro nível sobre qualquer outro da hierarquia dada.

Neste exemplo, o primeiro nível hierárquico tem um único objetivo usado como um critério para o imediatamente abaixo. Seu valor prioritário é considerado igual a 1. O segundo nível hierárquico é o nível dos objetivos. Seus pesos prioritários são determinados a partir da matriz de comparação do seu impacto em relação ao objetivo dado no primeiro nível. Os objetivos do terceiro nível hierárquico têm seus valores prioritários calculados em relação a cada objetivo definido no segundo nível a partir de matrizes de comparações. Os autovetores de cada uma dessas matrizes formarão a matriz que determina o impacto dos objetivos do 2º nível sobre aqueles do terceiro. Para obter a prioridade de cada objetivo do terceiro nível em relação ao objetivo geral (primeiro nível) considera-se uma soma ponderada usando-se as prioridades do segundo nível como pesos. Isto é feito multiplicando-se a matriz obtida no terceiro nível pelo autovetor (pesos) da matriz do 2º nível.

### 9 Considerações finais

A partir dos exemplos apresentados algumas conclusões a respeito das estruturas hierarquizadas serão tiradas.

- 1) Hierarquias são eficientes e aparecem em sistemas naturais em número muito maior do que sistemas não hierárquicos.
- 2) Hierarquias geralmente, consistem de poucos tipos de sub-sistemas em várias combinações e arranjos - Uma multidão de proteínas resultam em pelo menos 20 aminoácidos; uma grande variedade de moléculas de cerca de 100 elementos.
- 3) Usam agregação de elementos na forma de níveis com objetivos e tarefas bem definidos.
- 4) São facilmente decompostas, isto é, conexões entre níveis são de longe mais simples de obter do que conexões entre elementos num nível. Logo, apenas as propriedades agregadas de um nível determinam as interações entre níveis e não as propriedades de elementos individuais.
- 5) Fornecem as interações significativas de um sistema. A função de uma hierarquia é apontar como mudanças complicadas em sistemas complexos podem influenciar um único componente; que é o contrário do que geralmente se espera
- 6) Fornecem maiores detalhes no sentido descendente dos níveis hierárquicos e, conseqüentemente, maior profundidade na compreensão dos propósitos e objetivos nos níveis superiores.
- 7) Possuem confiabilidade e flexibilidade. Perturbações locais não perturbam a hierarquia como um todo. O objetivo geral de uma hierarquia é dividido entre os níveis onde cada um soluciona um problema parcial e todos contribuem para a consecução do objetivo final. Os elementos ou unidades de um nível não estão preocupados com o propósito geral e sim com os objetivos específicos daquele nível. Explicações do funcionamento de um sistema hierarquizado podem ser obtidas não em termos do objetivo geral, mas em termos dos objetivos específicos de cada nível.
- 8) Permitem que se construa um modelo para a determinação da prioridade de cada elemento dentro de um nível hierárquico, em relação ao objetivo geral. A prioridade de um elemento em um nível é a soma de suas prioridades em cada um dos subconjuntos de comparações as quais ele pertence; cada uma dessas prioridades é ponderada pela fração de elementos de um nível ao qual pertence aquele subconjunto e pela prioridade de cada subconjunto. O conjunto de prioridades dos elementos em um nível é normalizado dividindo-se cada resultado pela soma das prioridades.

## **10 Aplicação do Modelo**

Propomos neste artigo, a utilização do modelo desenvolvido por Saaty (1982) como uma ferramenta de orientação aos empresários.

Este modelo é adequado a este fim, pois para a montagem das matrizes de priorização basta utilizar, como vimos estimativas nas comparações de pares baseadas no julgamento do empresário. A precisão deste julgamento é diretamente proporcional ao conhecimento que o empresário possui de sua empresa.

## **11 Conclusão**

Após estudo de sistemas de custeio e a utilização de um modelo matemático formulado por Thomas L. Saaty (1982) como metodologia para o auxílio e orientação do empresário para a tomada de decisão quanto ao método de custeio mais adequado a sua empresa, concluímos que esse modelo aliado à experiência do gerente ou empresário é capaz de fornecer respostas que sustentam a decisão na escolha do sistema de custeio mais apropriado.

Observamos, também, que a eficiência e a aplicabilidade do modelo elaborado são incontestáveis, acirrando a competitividade do mercado globalizado.

Com a corrida tecnológica imposta pelo mercado, é imprescindível que seja revisto e reestruturado todo o processo produtivo, incorporando cada vez mais novas tecnologias e investindo em inovações.

A resposta à demanda precisa ser rápida, caso contrário perderemos o nicho de mercado. Para que se tenha capacidade de responder, é imperativo que se entenda e domine o método utilizado para distribuição dos custos indiretos de fabricação, pois essa distribuição traduzirá, no final do processo, o custo real do nosso produto.

A chave para o sucesso gerencial de uma empresa recai sobre um bom planejamento de ações. Empresas que desejam entrar no mercado globalizado ou permanecer nele, devem adotar uma estratégia agressiva não só nas suas vendas mas, principalmente, na metodologia aplicada para medir custos.

Concluimos, portanto, que o empresário obterá mais uma ferramenta para auxiliá-lo no gerenciamento, pois a utilização do modelo elaborado, dará condições para que a tecnologia seja realmente incorporada à empresa e os seus custos controlados e minimizados, dentro da cadeia de valor a que a empresa pertença, examinando desta forma as possibilidades de construção das vantagens competitivas sustentáveis.

### **Bibliografia**

- BATEMAN, Thomas S., SNELL, Scott A. **Administração Management: construindo vantagem competitiva**. São Paulo: Atlas, 1998
- BOLDRINI, José Luiz, COSTA, Sueli I. Rodrigues, RIBEIRO, Vera Lúcia F.F. e WETZLER, Henry G. **Álgebra Linear**. São Paulo. Editora Harper & Row do Brasil Ltda, 1978.
- CORRÊA, Carlos José. **Simulação de Cenários Alternativos: a sexta disciplina**. Tese de Doutorado do Curso de Engenharia de Produção, COPPE/UFRJ, 1996
- ELDENBURG, Leslie e WOLCOTT, Susan K. **Gestão de Custos**. Rio de Janeiro: LTC, 2007.
- KAPLAN, Robert S. e COPPER, Robin. **Custo e Desempenho: administre seus custos para ser mais competitivo**; tradução de O P. Traduções - São Paulo: Futura, 1998
- LEONE, George Guerra. **Custos: Um enfoque Administrativo**. Fundação Getúlio Vargas Editora, 12ª edição, Rio de Janeiro, 1998
- MARTINS, Eliseu. **Contabilidade de Custos**. Editora Atlas, 6ª edição, São Paulo, 1998.
- SAATY, Thomas L. **Discrete and System Models**. Ed. William F. Lucas, Fred S. Robert and Robert M. Thrall. Coleção Moduls in Applied Mathematics. Volume 3, 1982, Editora Springer - Verlag, New York - Heidelberg Berlim
- SANTOS, Angela Rocha dos, KUBRUSLY, Ricardo Silva, GIRALDO, Victor Augusto e BIANCHINI, Waldecir. **Introdução às Funções Reais - Um Enfoque Computacional**. Departamento de Métodos Matemáticos - Instituto de Matemática - UFRJ, 1998.
- SHANK, John K. E GOVINDARAJAN, Vijay. **A Revolução dos Custos**. 2º. Ed. Rio de Janeiro:Campus, 1997.