

## MÉTODO OTIMIZADO PARA ANÁLISE CUSTO vs. BENEFÍCIO - PARTE II

*"Je ne partage pas tes opinions, mais je suis prêt à donner ma vie  
pour que tu puisses les exprimer et tenter de les appliquer"*

VOLTAIRE - *Traité de la Tolérance.*

### RESUMO

*Este artigo é a continuação (PARTE II de uma série de três Partes) da metodologia iniciada na publicação anterior desta Revista Tecnologia – Número 17/ 1996. Nesta Parte II, desenvolvemos os conceitos da Análise C vs. B com Base no Valor (ou como alguém pode ponderar, Análise C vs. B com “peso/score ajustável”, i.e. **adjustable weight**). O método introduz o conceito de “análise otimizada” nas técnicas convencionais de Custo vs. Benefício, e serve de instrumento aos gerentes-de-decisão para de forma efetiva comparar planos alternativos propostos e assim possam maximizar o valor de seus produtos e serviços para seus clientes (...). Veremos a seguir:*

*COMO identificar e CALCULAR as prioridades? e, COMO determinar que a derivação/conseqüência destas prioridades é válida? até chegarmos ao Quadro 8 que ilustra o peso/score ajustado para os oito projetos propostos no nosso estudo-de-caso (refer. Companhia de Distribuição de Energia Elétrica em Toronto, Canadá).*

*Em seguida abordaremos a questão da “Quantificação de Benefícios Intangíveis” que são métodos que podem ser incorporados à análise C vs. B otimizada com Base no Valor.*

A. D'Olembert  
(Andrade)

### ABSTRACT

*Part II: Value Based Cost vs. Benefit Analysis - a new approach*

*Following to the first Article published in Revista Tecnologia – Number 17/ 1996 (pages 18 –27), we develop in this Part II, the concepts of Optimal Valued Based Cost-Benefit Analysis. The methology introduces*

---

Professional Engineer (P.  
Eng.), Canadá  
Professor de Engenharia  
Elétrica e Pesquisador do  
N.P.T. - UNIFOR.

*the idea of "optimal analysis" in the traditional procedures related to C vs. B, and provides managers and decision makers with an effective tool to compare plans/programs and proposals aiming at maximization of values of products and services to their clients (...).*

*In the Sections 3.0 to 3.5 we will learn:*

*HOW to identify and CALCULATE the priorities based on the Company's objectives, and HOW to determine that the derivation of these priorities are valid;*

*On Table 8 we present the **adjustable weight** for the eight proposed projects of our case Study – (verified in a Public Utility Commission in Greater Toronto, Canada).*

*Then we will approach the question of << Quantification of Intangible Benefits >> which are methods fairly recently being incorporated in the Optimal C vs. B Analyses.*

### **3.0 ANÁLISE (Nova) DE CUSTO vs. BENEFÍCIO COM BASE NO VALOR**

#### **3.1 Objetivos da Instituição**

Para conduzir uma análise C vs. B com base no valor efetivamente, precisamos determinar bem o perfil do consumidor, i.e quem é o cliente, quem entre os gerentes-de-decisão irá se beneficiar com as decisões ajustadas, e quem está desenvolvendo ou bloqueando o desenrolar da ação. Esse conhecimento provê os gerentes-de-decisão com um entendimento claro sobre a necessidade real de um projeto, programa ou alternativa. Assim eles serão capazes de identificar dados tendenciosos ou erros no processo de avaliação de uma proposta.

O processo de avaliação requer três tarefas: a primeira chamamos de "Teste de Justificação de Custo". É um estudo de C vs. B que provê uma matriz de projetos que se mostram economicamente viáveis (sustentáveis). Este Teste é utilizado como uma ferramenta para filtrar projetos, programas ou alternativas que não justificam seus custos. Já que a razão de se filtrar é identificar entre os projetos apresentados aqueles que *não* oferecem retorno, tanto faz utilizarmos a relação Benefício-Custo ou o método do Valor Líquido Atual (NPV), pois ambos dão o mesmo resultado.

A segunda tarefa consiste em se aplicar julgamentos baseados no valor, incorporando os objetivos e metas da Companhia tanto quanto aquilo que seus clientes valorizam em **ordem de prioridades** num modelo com duas etapas. Na primeira etapa verifica-se quão bem projetos diferentes, programas ou alternativas

podem atingir os objetivos e metas da Companhia a curto e longo prazo. Na segunda etapa verifica-se como as demandas dos clientes estão incorporadas e o ritmo de desenvolvimento que a organização emprega para contemplar essas demandas. A priorização de objetivos e demandas é determinada através de reuniões de grupos-de-enfoque (específicos) com gerentes-diretores, clientes e com outros usuários-finais. O grupo específico e os gerentes provêem informação sobre os objetivos da Companhia a curto e longo prazo e suas respectivas prioridades; O grupo de enfoque dos clientes permite ao analista a determinação de suas demandas e apreensões; e finalmente o grupo de usuários-finais tal como operadores e engenheiros, determinam a utilidade, o pragmatismo dos projetos e avaliam o grau, a medida/habilidade que cada projeto tem para atingir os objetivos.

A terceira tarefa é o processo de otimização, descrito na PARTE III - Seção 4, que utiliza a técnica de programação "inteiro zero-um" (zero-one integer) e a qual nos garante a maximização dos valores atingidos e a solução ótima para o processo de gerenciamento de decisões.

O ponto chave no processo de avaliação é pois a definição dos "objetivos da Instituição/Sistema" ou seja das "funções objetivo" que determinam a operação e procedimentos da Instituição/sistema e formarão o objeto do estudo. Chamamos de "operação e procedimentos da Instituição/sistema" a todos os negócios da organização incluindo todo spectrum de suas atividades desde simples tarefas de rotina até as mais complexas. Esses negócios e atividades são realizadas e coordenadas por todos os departamentos tais como

Planejamento, Normas, Projetos, Operações e de Serviços à clientela.

Para satisfazer os objetivos da Instituição, uma **função “realização”** pode ser definida para aferir o grau com que os objetivos são atingidos/satisfeitos. Por exemplo podemos especificar a função objetivo como sendo:

1. Atingir o menor custo (mais barato) para um nível de performance aceitável, ou
2. Atingir o maior nível de performance ( $\eta$ ) para um custo razoável.

Nota-se que existe sempre um “perde-ganha” entre nível de performance e custo.

Matematicamente não se pode MAXimizar níveis de performance e MINimizar custo ao mesmo tempo. A ênfase na função “realização”, seja o menor custo ou melhor performance, depende da natureza da organização e da complexidade de seus objetivos (do sistema). Não é desejável que uma organização produza mais do que é necessário com um custo extra. Isto é o que se chama de “banho-de-ouro” (*gold-plating*) ou se atingir a melhor performance “a qualquer preço”. Lembremos que, neste artigo, estamos tratando com otimização de recursos e da performance do sistema.

### 3.2 Consideração de Prioridades

Vários Departamentos/Divisões/Centros são afetados pela escolha feita pelos gerentes-de-decisão. Estas áreas se relacionam com a Companhia, com seus clientes, e com a sociedade em geral. A Figura 1 mostra vários setores de uma Companhia. Poderíamos tentar avaliar a importância relativa das interações destes setores e as resumirmos no formato mostrado na Figura 2.

Como já demonstramos se somente a análise C vs. B é utilizada, pode-se exagerar a análise econômica de um projeto e não se contemplar as questões de prioridade de maneira significativa. Pode-se assim ignorar as várias atividades necessárias para o desenvolvimento do projeto. De fato, as prioridades concorrentes muitas vezes impõem sérias dificuldades no trabalho de engenharia econômica que direciona a dotação de recursos e a aplicação de investimento. A NOVA abordagem proposta não rejeita a análise C. vs. B, mas utiliza seus resulta-

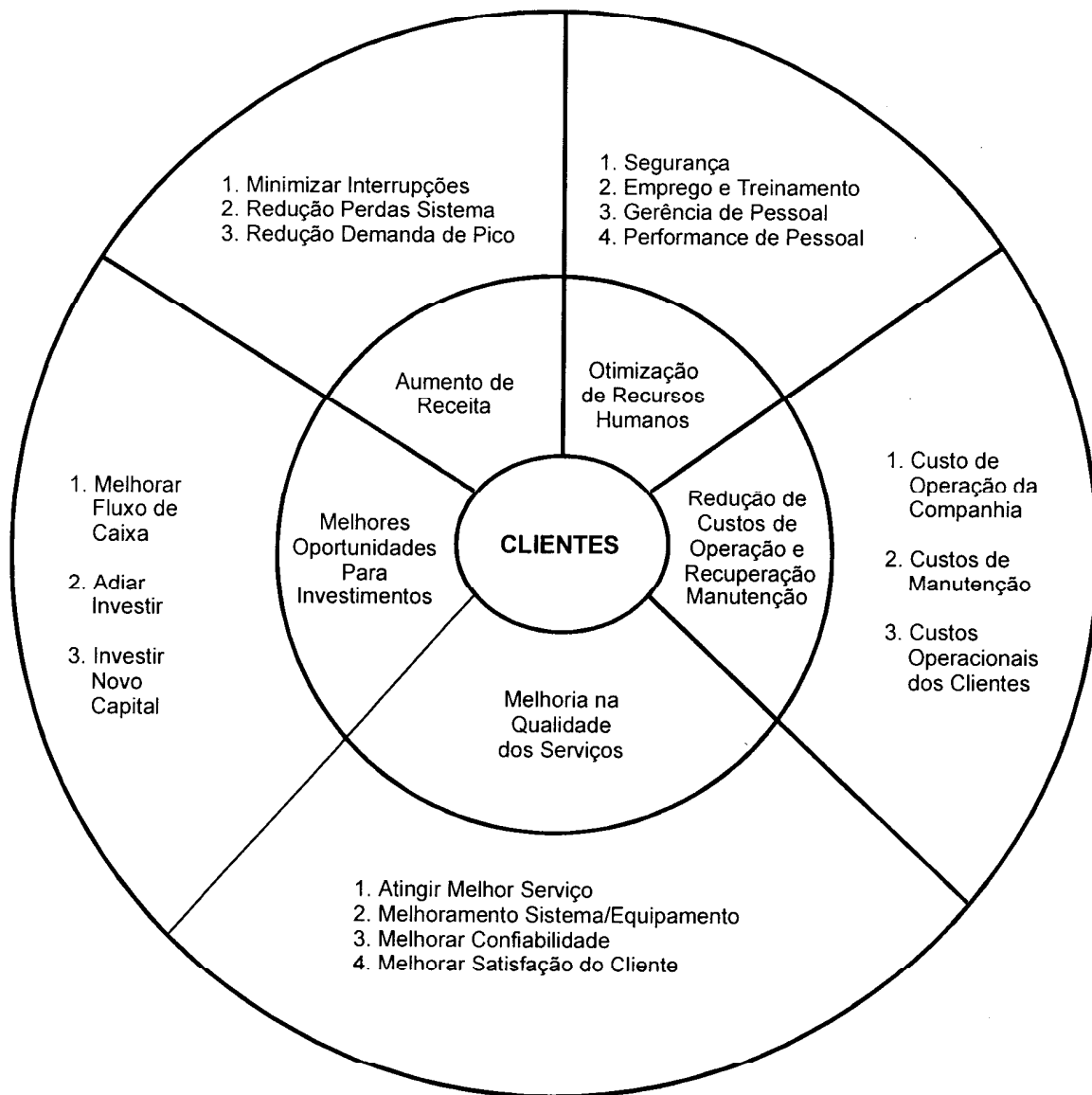
dos para incorporar julgamento de valores, pesos relativos de diferentes valores (como os de uma companhia pública energética e de seus clientes) no processo de decisão. Por isso que chamamos a NOVA abordagem de “Análise Custo vs. Benefício COM BASE NO VALOR”. Ela se distingue de qualquer análise puramente econômica que apenas chega a um número fixo como o valor-líquido-atual (NPV), Taxa-de-retorno interna, ou Tempo de retorno (payback period).

A questão agora é responder como se pode atribuir pesos. Anandarup Ray [pág. 17]<sup>2</sup> refere-se a utilização de pesos na análise C. vs. B examinando o papel do Banco Mundial (World Bank) na política de investimentos do Banco:

*“...Na especificação de pesos atribuídos a ganhos de consumo acumulados em diferentes níveis de renda, uma distinção de apenas alguns níveis é suficiente. Os pesos podem ser atribuídos de forma progressiva e consistente - quanto mais baixo o nível de renda, maior o peso, com o peso de uma unidade (1) dado ao nível de renda per-capita nacional. Alternativamente, pesos iguais podem ser atribuídos para todos os níveis de renda exceto para o nível de renda mais baixo. A prática tradicional de se atribuir pesos iguais a todos os níveis de renda é de fato um caso especial...”*

A. Ray distingue sua abordagem C. vs. B das demais chamando-a de não-tradicional. Ele leva em consideração parcialmente os pesos de valores sociais na análise econômica de um projeto. Seu método basicamente considera a utilização de pesos em custos e benefícios sociais em um projeto sob investigação e encontra os benefícios líquidos atribuindo pesos diferentes e também considerando a distribuição de renda, mudanças de consumo, questões de pobreza, emprego, custos. No seu estudo o conceito por detrás da ‘diferenciação de pesos’ não é aquela priorização pré-definida por bancos ou agências, mas que a diferenciação de pesos deve refletir a realidade da sociedade no contexto do estudo [pág. 102]<sup>2</sup>.

Descrevemos a seguir o procedimento de priorização que permite aos analistas atribuir pesos para um conjunto de objetivos e metas definidos e se chegar às prioridades relativas entre estes objetivos que constitui nossa ‘nova’ abordagem C. vs. B. com Base no Valor.



**Figura 1** - Modelo de relação companhia e seus clientes

| QUEM BENEFICIA                  | OBJETIVOS (Preocupação)                        | ÁREAS PARA MELHORAR                | PESO |
|---------------------------------|--|------------------------------------|------|
| CLIENTES                        | Redução dos Custos de Operação & de Manutenção | Custos de Operação da Cia.         |      |
|                                 |  | Custos de Manutenção da Cia        |      |
|                                 |  | Custos de Operação do Cliente      |      |
|                                 | Melhorar Qualidade do SERVIÇO                  | Atingir Melhor Serviço             |      |
|                                 |  | Reestruturar o Sistema/Equipamento |      |
|                                 |  | Melhorar a Confiabilidade          |      |
|                                 |  | Aumentar Satisfação do Cliente     |      |
|                                 | Melhores Oportunidades de INVESTIMENTOS        | Melhor Fluxo-de-Caixa              |      |
|                                 |  | Adiar Investimento                 |      |
|                                 |  | Novo Investimento de Capital       |      |
|                                 | Aumentar RENDA (Receita)                       | Redução Hora Pico do Sistema       |      |
|                                 |  | Redução de perda do Sistema        |      |
|                                 |  | Minimizar Interrupções Serviço     |      |
|                                 | Otimizar Recursos Humanos                      | Segurança                          |      |
|                                 |  | Emprego e Treinamento              |      |
|                                 |  | Gerência de Recursos Humanos       |      |
| Performance de Recursos Humanos |  |                                    |      |

Figura 2 - Importância Relativa dos Vários Objetivos da Companhia

### 3.2.1 O Procedimento de Priorizar

Apresentamos nesta Seção conceitos gerais sobre o Processo Analítico Hierárquico (AHP) que faz parte do procedimento de Priorizar, sua derivação e aplicação direta na Análise C vs. B com base no Valor.

O Processo Analítico Hierárquico (AHP) foi desenvolvido em 1980 por Thomas L. Saaty para resolver problemas complexos ( não necessariamente difíceis) relacionados com processos de decisão envolvendo critérios múltiplos. Desde então, este processo tem sido aplicado em várias áreas como Finanças, Gerência-administração, Energia, Saúde, Transportes e resolução de conflitos [ 8, 9, 10, 11, 12]. A técnica do processo permite a inclusão de fatores subjetivos para se chegar a uma decisão

recomendada. Esta metodologia trata com a agregação de elementos e a *associação* de uma situação complexa ou grupo de atividades com um nível de hierarquia ou grupo de elementos, seguindo uma ordem de propriedades compartilhadas ou conjunto de prioridades. Outros níveis mais altos de hierarquia são determinados fazendo-se subagrupamentos até se chegar à hierarquia final que é justamente o objetivo/meta do processo de decisão. As prioridades são estabelecidas considerando-se uma comparação entre **pares de elementos** e seus valores relativos obtidos na base de julgamento subjetivo, encontrando-se seus pesos individuais, e classificando-os em ordem de seus pesos finais. O modelo matemático de Saaty baseia-se no raciocínio pelo qual a mente humana estrutura, conceitua e opera um dado problema complicado.

O método inclui conhecimentos e julgamentos de tal forma que as questões são “articuladas, avaliadas, debatidas, priorizadas e refinadas através de consenso dos julgamentos dos grupos e de processo de realimentação (feedback)”.

Seu método considera *n* critérios, objetivos ou atividades onde o principal objetivo é fazer um julgamento sobre a importância relativa destes critérios e obter uma interpretação quantitativa dos julgamentos entre si.

Saaty propôs que um “conjunto de pesos” fosse associado subjetivamente com as atividades individuais de acordo com os valores relativos destas atividades e representado (conjunto) por uma matriz  $A(n \times n)$ , chamada matriz prioridade, na qual:

$$A = W_{ij} \quad (i, j, = 1, 2, 3, \dots, n) \quad | 1 |$$

Os pesos são atribuídos perguntando-se aos grupos: “Entre dois elementos *i* e *j*, qual e quanto mais importante ou preferido usando-

se as escalas mostradas no Quadro 5 para compor o valor de  $A_{ij}$ . Os objetivos desta comparação de pares são:

“ 1. julgar as importâncias relativas das atividades ,

2. garantir que os julgamentos são quantificados de forma ampla e clara que permita a interpretação dos julgamentos entre todas as atividades ... (pág. 149) [8].”

Os **julgamentos quantificados** são simplesmente o peso associado a cada atividade, onde  $W_{ij}$  refere-se a importância da atividade *i* com respeito a atividade *j*. Por exemplo, o valor de  $w_{26} = 3$  indica que a importância da atividade 2 com respeito a atividade 6 tem a escala /intensidade = 3, significando que “*experiência e julgamento favorecem um pouco...*” a atividade 2 sobre a atividade 6 tanto quanto 3 vezes mais. Esta escala foi derivada de uma relação de comparação subjetiva entre pares podendo-se escrever:  $w_{26} = [w_2 / w_6] = 3$ , onde  $w_2$  e  $w_6$  são os pesos gerais das atividades 2 e 6 respectivamente.

| IMPORTÂNCIA<br>(Intensidade da) | DEFINIÇÃO   | EXPLICAÇÃO  |
|---------------------------------|---|---|
| 1                               | Importância IGUAL   | Duas atividades contribuem igualmente para o objetivo.  |
| 3                               | Importância FRACA de um sobre o outro   | Experiência e julgamento favorecem um pouco uma atividade sobre a outra.                      |
| 5                               | Importância ESSENCIAL/FORTE   | Experiência e julgamento favorecem fortemente uma atividade sobre a outra.                    |
| 7                               | Importância DEMONSTRADA   | Uma atividade é fortemente favorecida e sua dominância é demonstrada na prática.              |
| 9                               | Importância ABSOLUTA  | A evidência favorecendo uma atividade sobre a outra é de ordem afirmativa mais alta possível. |
| 2,4,6,8                         | Valores Intermediários entre dois julgamentos adjacentes  | Quando o MEIO-TERMO ou ACORDO é necessário.   |
| Recíprocos dos valores acima    | Se a atividade <i>i</i> já tem um dos valores acima que lhe foi atribuída quando compara com <i>j</i> , então <i>j</i> tem um valor recíproco quando comparada com <i>i</i> . | $W_{ij} = W_{ji}$   |
| Número Racional                 | Razões/frações originadas desta escala.   | Se for preciso usar de consistência obtendo-se 'n' valores numéricos para completar a matriz. |

Quadro 5 - A escala e sua descrição [8,10]

Este procedimento é análogo a se escolher duas bolas  $A_2$  e  $A_6$ , com pesos  $w_2$  e  $w_6$ , selecionadas de um cesto /Conjunto A, contendo  $n$  bolas  $A_i$ 's, cada uma tendo um peso  $w_i$ . A comparação de pares nos leva a conhecer a relativa importância entre estas bolas (e.g.  $w_{26} = 3$ ), indicando o quanto mais que o peso da bola  $A_2$  é comparado com a bola  $A_6$ . O principal desafio, no entanto, é como encontrar a percentagem de pesos relativos para cada bola  $A_i$ 's com relação/respeito as bolas que restam no cesto, isto é, que pertencem ao conjunto A.

Mostramos no Apêndice A que a solução para o peso individual,  $w_i$ 's para cada atividade  $A_i$ 's, é o Auto-Vetor (Eigen-VECTOR) da Matriz A correspondente aos maiores Auto-Valores  $\lambda$  (Eigen-Values), vetor  $w$ . Este Auto-Vetor  $w$  provê uma ordem de prioridade e o seu correspondente Auto-Valor  $\lambda_{max}$  resulta em uma *medida de consistência* dos julgamentos. O Apêndice A também mostra que existem dois bons métodos (ao todo 4 métodos são apresentados) aproximados para Auto-Vetor  $w$ . O primeiro método normaliza inicialmente as colunas da Matriz A, adicionando os elementos em cada linha e chamando-os de vetor  $w_1$ , e finalmente normaliza este vetor  $w_1$  o qual provê uma aproximação do vetor  $w$ . O segundo método obtém uma aproximação do vetor  $w$  multiplicando-se os  $n$  elementos de cada linha da Matriz A, extraíndo suas  $n$ -ésima raízes e depois normalizando os resultados.

É importante se compreender a filosofia matemática de Saaty enquadrada no seu Processo Analítico Hierárquico (AHP), senão obtêm-se resultados totalmente errados como no caso com Michael Brassard no seu livro "The Memory Jogger Plus+, Featuring the Seven Management and Planning Tools" [13]. Embora Brassard se refere ao trabalho de Saaty e usa o critério de comparação de pares para formar a Matriz de Prioridades A, ele comete um grave erro ao encontrar a solução para o vetor prioridade  $w$ . As recomendações de Brassard para cálculos de prioridade não têm nenhum significado matemático (Ver Apêndice A).

### 3.2.2 Aplicação do Processo A.H.P. na Análise de C vs. B com base no Valor

A Análise C vs. B baseada no valor requer as prioridades dos objetivos, metas e ne-

cessidades de ambas as partes, i.e. da Companhia Energética e da perspectiva de seus clientes. A priorização é preciso para que a Análise-do-valor identifique as áreas que demandam uma via de ação específica para desenvolvimento e melhoramento futuros. O Processo de Priorização é um "sistema pensante" que permite aos gerentes-de-decisão compreender completamente a complexidade dos objetivos, metas e necessidades e fazer uma consideração adequada dos fatores envolvidos. As decisões baseadas em prioridades asseguram que o processo de decisão é baseado somente na importância dos objetivos e não num jeito aleatório qualquer de suposições.

Os conceitos do Processo A.H.P. são utilizados no modelo para Análise C vs. B com base no Valor, a fim de chegarmos a um procedimento de priorização com múltiplos critérios, através de julgamentos subjetivos sobre objetivos, metas e necessidades. Os impactos desta priorização são refletidos na preferência geral para decisão entre as alternativas apresentadas e nas suas classificações através da Análise Ótima baseada no Valor como mostrado nesta Seção 3.0.

A Matriz que se forma a partir da comparação de pares-de-objetivos/metans/necessidades, contem dados que indicam a importância relativa de cada objetivo e o grau que um objetivo é dominante sobre o outro. "...Esta comparação é baseada em: Experiência, Razão, Intuição, e outros atributos que integram o conhecimento humano..."<sup>8</sup>.

Reportando-nos ao nosso estudo-de-caso introduzido na Seção 2.5, a referida Companhia de Distribuição de Energia Elétrica, decidiu continuar com os seguintes principais objetivos:

1. Atingir Aumento de Receita,  $x_1$
2. Melhoria na Confiabilidade,  $x_2$
3. Redução de tempo Equipe/empregado,  $x_3$
4. Economia de custos na Operação/Manutenção,  $x_4$
5. Redução nas perdas do sistema,  $x_5$
6. Melhorar Satisfação do Cliente,  $x_6$

Consequentemente, existem seis critérios a serem considerados pela Companhia para distribuir e fazer dotação de recursos em toda organização. Agora empregamos o Processo A.H.P. para se priorizar esses objetivos atra-

vés da comparação de pares (dois a dois) considerando a contribuição de cada objetivo para se atingir o maior/mais completo objetivo da Companhia que é maximizar os Valores tanto da Companhia como de seus clientes. Assim sendo, suponha que um grupo específico de gerentes seniores da Companhia discute os objetivos da Organização e foi requerido dar parecer, usando comparação dois-a-dois, sobre estes seis objetivos. O grupo referindo-se ao Quadro 5 registra as medidas acordadas na Matriz A (equação 2). As seguintes medidas de prioridades foram anotadas:

1. Experiência e julgamento *absolutamente não* favorece "Atingir Aumento de Receita" sobre "Melhoria na Confiabilidade", (escala 1/9).
2. Experiência e julgamento *moderadamente não* favorece "Atingir Aumento de Receita" sobre "Redução de tempo Equipe/empregado", (escala 1/3).
3. Experiência e julgamento *fortemente não* favorece "Atingir Aumento de Receita" sobre "Economia de custos na Operação/Manutenção", (escala 1/5).
4. Experiência e julgamento *de igual para moderadamente* favorece "Atingir Aumento de Receita" sobre "Redução nas perdas do sistema", (escala 2).
5. Experiência e julgamento *de Muito Fortemente para Absolutamente não* favorece "Atingir Aumento de Receita" sobre "Melhorar Satisfação do Cliente", (escala 1/8).

O Quadro 6 provê uma interpretação complementar para as escalas listadas no Quadro 5.

Através de uma discussão detalhada o grupo determina que o objetivo "Atingir Aumento de Receita",  $x_1$ , comparado com o objetivo "Melhoria na Confiabilidade",  $x_2$ , **recebe o valor na escala de 1/9**. Sabendo-se o grau de preferência de  $x_1$  sobre  $x_2$ , não há necessidade de se fazer outra comparação de  $x_2$  sobre  $x_1$ . Concluímos razoavelmente que o grau de preferência de  $x_2$  sobre  $x_1$  é o recíproco do valor 1/9 que é o valor 9. Isto equivale a se afirmar que se  $x_1$  é 1/9 vezes preferido comparado com  $x_2$ , então  $x_2$  é 9 vezes mais preferido quando comparado a  $x_1$ . Portanto, o grupo

| Julgamento/PREFERÊNCIA verbal          | Intensidade (valor numérico) |
|--|------------------------------|
| Absolutamente Preferido                | 9                            |
| De Muito Fortemente para Absolutamente | 8                            |
| Muito Fortemente Preferido             | 7                            |
| De Fortemente para Muito Fortemente    | 6                            |
| Fortemente Preferido                   | 5                            |
| De Moderadamente para Fortemente       | 4                            |
| Moderadamente Preferido                | 3                            |
| De Igual para par Moderadamente        | 2                            |
| Igualmente Preferido                   | 1                            |

**Quadro 6** - Escala de Comparação de pares (dois-a-dois) de objetivos para o Processo A.H.P

só precisa fazer, para um conjunto/lista de  $n$  objetivos/critérios um total de:

$[n(n-1)]/2$  comparações; no caso  $[6 \times 5]/2 = 15$  comparações; já que a comparação dois a dois dos objetivos forma a Matriz A a qual é recíproca, i.e. **simétrica** ao longo de sua diagonal. O valor 1 para elementos da diagonal reflete o fato de que um objetivo/critério é igualmente preferido comparado com si próprio. Desta forma a Matriz A de Prioridade é:

$$A = \begin{bmatrix} 1 & 1/9 & 1/3 & 1/5 & 2 & 1/8 \\ 9 & 1 & 3 & 3 & 9 & 3 \\ 3 & 1/3 & 1 & 1/3 & 6 & 1/3 \\ 5 & 1/3 & 3 & 1 & 6 & 1/3 \\ 1/2 & 1/9 & 1/6 & 1/6 & 1 & 1/7 \\ 8 & 1/3 & 3 & 3 & 7 & 1 \end{bmatrix} \quad [2]$$

Usando o **Método 1** (um dos cinco métodos de normalização do Auto-Vetor, segundo Saaty), descrito no Apêndice A, o **vetor** de prioridade **normalizado**  $w$  é encontrado e mostrado na equação [3].

$$w = \begin{bmatrix} 0.09176457 \\ 1.0 \\ 0.25405862 \\ 0.40501998 \\ 0.06709716 \\ 0.65441535 \end{bmatrix}$$



ou seja, em termos percentuais (%):

$$w = \begin{bmatrix} 3.711 \\ 40.447 \\ 10.275 \\ 16.381 \\ 2.713 \\ 26.469 \end{bmatrix} \quad [3]$$

O Quadro 7 ilustra uma amostra do esquema de scores/pontuação baseado nos benefícios realizados e listados no Quadro 2. Apenas dividimos os números do Quadro 2 por um mesmo número/base, no caso tomamos o valor de cem mil dólares (\$100,000) e obtemos o Quadro 7 a seguir.

Lembramos que o Score indica meramente a habilidade de um Projeto atingir os objetivos. No entanto se a Companhia decidir ponderar com “pesos” seus objetivos estratégicos de curto e longo prazo, aí sim ela estará aplicando critérios apropriados para se distribuir e fazer dotação de recursos entre os projetos concorrentes (ao invés de favorecer um em detrimento de outros...) seja em um mesmo Departamento/Centro ou nos vários Setores da Organização.

Quadro 8 mostra o resultado do ranking/classificação de Projetos incluindo a **priorização** no estudo. Note que neste caso a ordem de classificação muda para: Programas de Software p/ SCADA, Automação de Alimentadores, Leitura Automática por Medidores, Construção de Linha, Extensão do Alimentador M28, Melhoria no sistema Suprimento de Água, Renovar e Alugar Propriedade, e Compra de Lacs de segurança para Medidores.

O score Total mostrado no Quadro 8 é calculado para cada Projeto e definido como a “*função de importância*” que será descrita na Seção 4.1. Contudo não se pode simplesmente utilizar o score Total para o ranking de projetos uma vez que tal ranking não inclui a questão do CUSTO dos projetos. Qualquer ranking feito baseado apenas no “ajuste do peso” induzirá erroneamente que o custo do projeto não é um fator importante para os gerentes-de-decisão. Chama-se a isto de “*folhear-de-ouro*” (*gold-plating*), algo que não corresponde à situações da vida real. A Seção 4.1 – As Funções Valor e Importância - mostra como o fator custo pode ser incluído na análise quando introduzimos o conceito de “Valor”.

| Objetivo<br>Projeto           | Score para Aumento de Receita | Score para Melhoria na Confiabilidade | Score para Redução de Tempo: Equipe e Empregado | Score para Economia na O&M | Score para Redução nas Perdas do Sistema | Score para Satisfação do Cliente |
|-------------------------------|-------------------------------|---------------------------------------|---|----------------------------|--|----------------------------------|
| Leitura Automática Medidores  | 0.4                           | 0                                     | 1.5   | 2.0                        | 0  | 1.47                             |
| Extensão do Alimentador       | 2.2                           | 1.4                                   | 0.642   | 0                          | 0  | 0.22                             |
| Compra de Lacs de Segurança   | 0.212                         | 0                                     | 0.017   | 0.006                      | 0  | 0                                |
| Programas de Software p/SCADA | 0.5                           | 2.6                                   | 0.5   | 2.0                        | 0.5                                      | 2.5                              |
| Renovar e Alugar propriedade  | 2.4                           | 0                                     | 0   | 0                          | 0  | 0                                |
| Melhoria Suprimento d'agua    | 0                             | 0                                     | 0   | 1.21                       | 0  | 2.0                              |
| Automação Alimentador         | 0.6                           | 3.4                                   | 0.33  | 0.55                       | 0  | 2.12                             |
| Projeto e Construção de Linha | 1.36                          | 0                                     | 0.343   | 2.2                        | 1.0                                      | 1.2                              |

Quadro 7 - Score/Pontuação referente aos 8 Projetos para atingir as Necessidades da Companhia.

| Objetivo                      | Score para Aumento de Receita |            | Score para Melhoria na Confiabilidade |            | Score para Redução de Tempo: Equipe e Empregado |            | Score para Economia na O & M |            | Score para Redução nas Perdas do Sistema |            | Score para Satisfação do Cliente |            | SCORE TOTAL | RANK |
|-------------------------------|-------------------------------|------------|---------------------------------------|------------|---|------------|------------------------------|------------|--|------------|----------------------------------|------------|-------------|------|
|                               | Peso = 3.7 (%)                |            | Peso = 40.7 (%)                       |            | Peso = 10.2 (%)                                 |            | Peso = 16.3 (%)              |            | Peso = 2.7 (%)                           |            | Peso = 26.4 (%)                  |            |             |      |
| Projeto                       | Score                         | Peso Ajust | Score                                 | Peso Ajust | Score   | Peso Ajust | Score                        | Peso Ajust | Score                                    | Peso Ajust | Score                            | Peso Ajust |             |      |
| Leitura Automática Medidores  | 0.4                           | 0.015      | 0                                     | 0          | 1.5   | 0.15       | 2.0                          | 0.326      | 0  | 0          | 1.47                             | 0.387      | 0.878       | 3    |
| Extensão do Alimentador       | 2.2                           | 0.081      | 1.4                                   | 0.5698     | 0.64  | 0.06       | 0                            | 0          | 0  | 0          | 0.22                             | 0.057      | 0.7678      | 5    |
| Compra de Lacres de Segurança | 0.21                          | 0.007      | 0                                     | 0          | 0.017   | 0.001      | 0.006                        | 0.0009     | 0  | 0          | 0                                | 0          | 0.0089      | 8    |
| Programas de Software p/SCADA | 0.5                           | 0.018      | 2.6                                   | 1.06       | 0.5   | 0.051      | 2.0                          | 0.326      | 0.5                                      | 0.013      | 2.5                              | 0.658      | 2.126       | 1    |
| Renovar e Alugar Propriedade  | 2.4                           | 0.088      | 0                                     | 0          | 0   | 0          | 0                            | 0          | 0  | 0          | 0                                | 0          | 0.088       | 7    |
| Melhoria Suprimento D'Água    | 0                             | 0          | 0                                     | 0          | 0   | 0          | 1.21                         | 0.1972     | 0  | 0          | 2.01                             | 0.528      | 0.7252      | 6    |
| Automação Alimentador         | 0.6                           | 0.022      | 3.4                                   | 1.384      | 0.33  | 0.033      | 0.5                          | 0.0815     | 0  | 0          | 2.12                             | 0.552      | 2.0725      | 2    |
| Projeto e Construção de Linha | 1.36                          | 0.05       | 0                                     | 0          | 0.34  | 0.034      | 2.178                        | 0.355      | 1.0                                      | 0.027      | 1.2                              | 0.306      | 0.772       | 4    |

**Quadro 7 - Score/Pontuação referente aos 8 Projetos para atingir as Necessidades da Companhia**

### 3.3 Grupos/Equipe de Enfoque para Gerência-de-Decisões

A questão importante agora é saber: De QUEM deve partir os "julgamentos de valores" no processo de ajuste de peso dos objetivos da Companhia. A resposta é simples: O processo de ajuste de peso deve ser realizado estritamente por acionistas e administradores (*policy makers*) que filtram os projetos/programas/propostas e finalmente decidem/discutem/debatem os rumos a serem seguidos pela organização através/COM a assistência de Grupos/Equipe-de-Enfoque para Gerência-de-Decisões.

Pode-se argumentar que nos próximos n anos após que os projetos foram avaliados, os pesos possam mudar. Por exemplo, se hoje a "Melhoria na Confiabilidade do Sistema" é a prioridade no. 1, o que aconteceria 5 anos após

quando a Companhia atingir uma performance ideal na Confiabilidade do Sistema?

O que aconteceria se as prioridades mudassem nos anos seguintes, digamos se "Redução de Perdas no Sistema" passa a ser a primeira prioridade? A resposta é que um *processo de ajuste de peso* é meramente um procedimento de previsão que tem seu próprio nível de precisão e de probabilidade de ocorrência. O *processo de ajuste de peso* é um processo **administrativo contínuo** e de planejamento estratégico a longo prazo e que portanto deve ser reexaminado periodicamente quando os administradores e assistentes fazem a *avaliação/performance/acompanhamento* geral de todos os projetos da Organização. Assim sendo, implementação e 'sinal verde' para um projeto sempre é dada após a revisão e análise periódica.

### 3.4 Análise de Risco

A companhia deveria otimamente conduzir uma “Análise de Risco” para cada alternativa. Na Análise de Risco, as probabilidades associadas com um número de variáveis aleatórias são levadas em consideração no processo de avaliação. Algumas variáveis aleatórias associadas com uma proposta incluem Fluxos-de-Caixa (benefícios e custos), o período de planejamento e a taxa de desconto. As probabilidades atribuídas a estas variáveis são baseadas em preceitos/opiniões subjetivos dos gerentes-de decisão. A Distribuição de probabilidade destas variáveis aleatórias são então agregadas analiticamente ou através de simulação de modelos, para prover uma indicação do impacto de uma proposta na organização e a certeza de ela ser concluída.

As vantagens de se conduzir uma análise de risco podem ser resumidas como feito por Klausner... (pág. 307)<sup>14</sup> : “... A Análise de Risco permite-nos incorporar a incerteza que o analista tem com respeito às suas estimativas sobre os vários componentes da proposta. A Análise provê uma indicação de como a variável de uma estimativa irá afetar os resultados devido as condições ditadas pelas condições da 'vida real'. Isto é útil quando se compara um certo número de propostas tal como aquelas que têm pouca variância para o mesmo retorno. Análise de Risco requer a atribuição de distribuição de probabilidades para cada elemento da proposta no lugar de se atribuir apenas uma probabilidade para o resultado final da proposta.

Esta Análise também requer uma avaliação cuidadosa das certezas e incertezas da proposta e resultará em considerações e estimativas mais razoáveis sobre seu impacto...”.

### 3.5 Quantificação de Intangíveis

Uma outra categoria de efeitos sobre os processos de decisão que tem chamado interesse público são os chamados efeitos “intangíveis”, que são menos facilmente especificados ou quantificados devido suas próprias naturezas. Contudo, alguma medida destes impactos é necessária se precisamos avaliar **tecnologias alternativas** ou diretrizes de uma forma coerente/exaustiva. As questões a serem

tratadas enquanto estamos a quantificar benefícios intangíveis são:

- como alguém mede/estima a grandeza de benefícios intangíveis ?
- existem técnicas de medidas confiáveis ?

A resposta para estas perguntas não é fácil devido a complexidade (≠ difícil) que envolve esta matéria.

Alguns autores acham que “intangíveis são conseqüências - das opções que estão sendo comparadas - e estas conseqüências não podem ser expressas em um denominador comum para ser usado em ganhos e custos...” (pág. 7)<sup>1</sup>. Partidários desta opinião, sugerem que um estudo C vs. B devem quantificar apenas os benefícios tangíveis e usar estes valores quantificados na relação/razão B/C.

Eles também argumentam que intangíveis ainda que compreendidos não lhes teriam um valor em dólar associado. Portanto, benefícios intangíveis devem ser listados juntamente com a razão B/C como um parâmetro não-quantificável para subsidiar o processo de tomada de decisão.

Outros autores acreditam que “...existe uma crescente demanda para incluir efeitos intangíveis em análises C vs. B de forma mais útil do que uma simples lista/descrição dos efeitos intangíveis...” (pág. 1)<sup>15</sup>. Estes autores acham que a quantificação dos intangíveis facilitaria a comparação entre as várias/distintas alternativas propostas para investimentos. Um dos tipos de quantificação seria se atribuir um valor em dólar/ monetário. Esta estimativa de quantificação permitiria aos gerentes decidir mais efetivamente sobre a ação devida.

Não existe uma metodologia única ou esquema **para se estimar valor e quantificação para intangíveis** que possa ser aplicada em todos os casos e estudos. A abordagem deve ser criativa e que envolva uma combinação dos seguintes métodos:

O primeiro chama-se **Preço-hedônico** (*hedonic pricing*) pelo qual o analista estima um impacto de 'um intangível' examinando a mudança no valor de mercado de outro bem relacionado com este intangível. Por exemplo qual seria o novo valor de mercado de casas residenciais ou de prédios/salas comerciais para alugar na avenida ' Santos Dumont-em Fortaleza' se uma linha de metrô fosse construída

ao longo desta avenida. Neste caso o valor/acréscimo que atingiriam as propriedades residenciais e comerciais seria equivalente ao valor monetário (\$) da futura linha de metrô.

O segundo método chama-se **Jogos-de-Licitação** (*bidding games*) ou procedimentos de questionários baseados na “vontade/disposição que as pessoas teriam para pagar” ou evitar ou aceitar algum tipo de impacto. Por exemplo, para se avaliar o impacto de um melhoramento na Confiabilidade e subsequente redução dos custos de interrupção do consumidor, alguém perguntaria às pessoas quanto elas estão dispostas a pagar para que se evite interrupções de energia mais freqüentes e de longa duração.

O terceiro método trata da **Quantificação de impacto**. A quantificação não é feita pelo valor em dólar mas através de um intervalo de números que são atribuídos pelo analista dependendo da intensidade do impacto. Zero (0) reflete nenhum impacto, enquanto que cem (100) reflete um impacto significativo, números estes atribuídos e baseados em julgamento subjetivo. Esta abordagem de ‘atribuição de pesos’ não é convertida em valor monetário (\$), e não é usada para justificação de custo. Este tipo de quantificação apenas facilita a classificação/ranking de alternativas.

O quarto método considera os **Padrões-de-Comportamento Individuais** que são atribuídos ao impacto. Neste método, o valor do Tempo e Trabalho empregados pelas pessoas antes e depois do impacto são avaliados. A diferença entre estes Tempos é a medida do valor do impacto. Por exemplo o “programa de gerenciamento de interrupções” resulta em um aumento de eficiência das equipes de manutenção. Haverá 15 % de redução do tempo que

as equipes precisam para reparar uma interrupção corretiva. Uma consequência será a maior satisfação dos clientes/consumidores.

Definiremos a seguir outra abordagem/método, inicialmente desenvolvido por Carter e Maniate <sup>15</sup>, que quantifica benefícios intangíveis. Tangíveis são “aqueles benefícios, ou fatores que podem ser quantificados em termos de valor em dólares...” (pág. 2) <sup>15</sup>. Intangíveis são “aqueles efeitos/benefícios que não se quantifica em termos de valor em dólares, i.e. na prática eles não têm valor de mercado...” (pág. 25) <sup>5</sup>. Um exemplo de um benefício tangível seria a renda/receita adicional realizada como resultado de um aumento das contas de água e eletricidade; Um exemplo de benefício intangível é o valor estético de uma paisagem !

Apresentaremos um resumo das principais características desta outra abordagem. O procedimento primeiro classifica os benefícios tangíveis e intangíveis em termos de suas habilidades de realizar um benefício líquido. Após a determinação do ranking/classificação, atribuímos valores em dólares aos intangíveis baseados nas suas posições relativas aos tangíveis.

O benefício Total de uma alternativa particular de investimento é então calculado somando-se os valores em dólares estabelecidos para cada benefício tangível e intangível.

O primeiro passo é se estabelecer uma Matriz  $n \times n$  onde  $n$  é o número total de benefícios associados com a alternativa para investimento. Os benefícios são listados de cima para baixo e da esquerda para direita da Matriz. Este formato não tem nenhum impacto no ranking dos benefícios, é apenas uma forma conveniente para se completar a Matriz. Uma amostra de uma Matriz  $6 \times 6$  é ilustrada no Quadro 9 a seguir.

|      | T1 | T2 | T3 | INT1 | INT2 | INT3 |
|------|----|----|----|------|------|------|
| T1   |    |    |    |      |      |      |
| T2   |    |    |    |      |      |      |
| T3   |    |    |    |      |      |      |
| INT1 |    |    |    |      |      |      |
| INT2 |    |    |    |      |      |      |
| INT3 |    |    |    |      |      |      |

T1 = Benefício TANGÍVEL 1 e INT1 = Benefício INTangível 1

**Quadro 9** - Estrutura Matricial

Completamos a Matriz usando-se o Método de Pares<sup>15</sup>. O método faz uma comparação um-a-um entre o benefício *i* e o benefício *j*, onde *i* é o número de linha e *j* é o número da coluna. Cada célula *Cij* deverá ter um valor atribuído pela comparação de *i* com *j* para que se complete a Matriz. O analista ou gerente-de-decisão entrará com os valores "1" ou "1/2" ou "0". O valor de entrada dependerá do objetivo e do julgamento subjetivo do analista sobre a intensidade de um benefício sobre outro. Um "1" significa um grande valor, "1/2" um valor igual e "0" um valor menor.

Como os benefícios Tangíveis já foram quantificados, em termos de dólares, suas relações já são também conhecidas. Portanto, resta um exercício mecânico para completar a parte dos benefícios tangíveis da Matriz. Por

exemplo, supondo que os seguintes benefícios tangíveis foram determinados:

T1 = \$ 15,000

T2 = \$ 5,000

T3 = \$ 20,000

Estes benefícios são classificados na ordem: T3 > T2 > T1. Esta relação é ilustrada no Quadro 10.

Examinando-se como os valores foram atribuídos, observamos:

T1 vs. T1 Esta é uma comparação trivial, pois o valor de um benefício comparado com si próprio será sempre igual, resultando numa entrada = 1/2.

T1 vs. T2 O valor de T1 é maior do que T2, então o valor de entrada será 1.

T1 vs. T3 Aqui o valor de T3 é maior do que T1, portanto o valor de entrada será zero (0).

|      | T1  | T2  | T3  | INT1 | INT2 | INT3 |
|------|-----|-----|-----|------|------|------|
| T1   | 1/2 | 1   | 0   |      |      |      |
| T2   | 0   | 1/2 | 0   |      |      |      |
| T3   | 1   | 1   | 1/2 |      |      |      |
| INT1 |     |     |     |      |      |      |
| INT2 |     |     |     |      |      |      |
| INT3 |     |     |     |      |      |      |

**Quadro 10** - Entrada de Dados para os Benefícios TANGÍVEIS

O restante da Matriz também pode ser completado pelo analista utilizando o esquema lógico acima. Devido ao fato desta porção restante da Matriz ser de natureza subjetiva, ela deve ser completada por aqueles que têm um conhecimento sólido dos tipos de benefícios tangíveis e intangíveis a serem realizados pela al-

ternativa de investimento proposta. A incerteza destas comparações pode ser reduzida provendo-se ao gerente-de-decisão uma descrição detalhada e qualitativa de cada benefício intangível. O quadro 11 mostra o exemplo de uma Matriz completa.

|      | T1  | T2  | T3  | INT1 | INT2 | INT3 | SCORE | RANK |
|------|-----|-----|-----|------|------|------|-------|------|
| T1   | 1/2 | 1   | 0   | 1/2  | 1    | 0    | 3     | 3    |
| T2   | 0   | 1/2 | 0   | 0    | 0    | 0    | 1/2   | 5    |
| T3   | 1   | 1   | 1/2 | 1    | 1    | 1    | 5 1/2 | 1    |
| INT1 | 1/2 | 1   | 0   | 1/2  | 1    | 0    | 3     | 3    |
| INT2 | 0   | 1   | 0   | 0    | 1/2  | 0    | 1 1/2 | 4    |
| INT3 | 1   | 1   | 0   | 1    | 1    | 1/2  | 4 1/2 | 2    |

**Quadro 11** - MATRIZ Completa

O leitor notará que foram introduzidas duas colunas adicionais, SCORE e RANK. O Score é a soma dos valores de cada linha e facilita o ranking relativo de cada benefício. O score representa a intensidade/medida indicativa na qual um benefício será realizado

através da alternativa para investimento proposta. O maior score obtido determinará o primeiro ranking e assim por diante. Podemos então reorganizar a Matriz por ordem de RANK como a figura da página seguinte.

|      | T3  | INT3 | T1  | INT1 | INT2 | T2  | SCORE | RANK |
|------|-----|------|-----|------|------|-----|-------|------|
| T3   | 1/2 | 1    | 1   | 1    | 1    | 1   | 5 1/2 | 1    |
| INT3 | 0   | 1/2  | 1   | 1    | 1    | 1   | 4 1/2 | 2    |
| T1   | 0   | 0    | 1/2 | 1/2  | 1    | 1   | 3     | 3    |
| INT1 | 0   | 0    | 1/2 | 1/2  | 1    | 1   | 3     | 3    |
| INT2 | 0   | 0    | 0   | 0    | 1/2  | 1   | 1 1/2 | 4    |
| T2   | 0   | 0    | 0   | 0    | 0    | 1/2 | 1/2   | 5    |

**Quadro 12 -** MATRIZ Ordenada (por ordem de classificação/ RANK)

Deve-se notar que os scores estão estabelecidos em “números ordinais e portanto qualquer atribuição de pesos aos fatores seria matematicamente inválido...” (pág. 13)<sup>15</sup>. Isto é, os scores não são fatores de escala indicando o quanto/quão bem (como) um benefício será melhor atingido do que outro. Os scores apenas nos dizem que um benefício atinge um ganho maior do que outro.

O analista deve também se assegurar que as entradas de valores são consistentes. Por exemplo, se INT1 foi classificado maior do que INT2, mas não maior que INT3 (i.e.  $INT3 > INT1 > INT2$ ), então os valores de entrada que violam esta relação resultarão em inconsistências. John H. Ross<sup>17</sup> nos indica como essas inconsistências podem ser determinadas examinando-se o padrão de uma matriz ordenada por ordem de classificação. O padrão requer que a porção superior direita da Matriz contenha 1's, enquanto que a porção inferior esquerda contenha zeros (0's). Se julgamentos inconsistentes foram feitos, eles se manifestarão com a

presença de 1's na porção inferior esquerda da Matriz ou com a presença de 0's na porção superior direita. Ao observar estas inconsistências o analista deve determinar as causas das inconsistências e fazer o gerente-de-decisão reavaliar seus julgamentos.

É importante notar que se dois ou mais benefícios têm Rank iguais, então um bloco  $m \times m$  distinto (onde  $m$  é o número de benefícios de iguais Rank) de 1/2's alinhados na diagonal principal será observado para cada conjunto de benefícios de Rank iguais. No Quadro 13, dois benefícios T1 e INT1 foram classificados iguais. Isto resulta em um bloco  $2 \times 2$  de 1/2's. Também no Quadro 13 abaixo três benefícios têm classificação iguais T1, INT1, e INT2. Consequentemente teremos um bloco  $3 \times 3$  de 1/2's.

Se o analista encontrar um 1/2 que não faz parte de um bloco, e que não esteja na diagonal principal, então existe uma inconsistência. O analista deve procurar a causa e corrigir o erro.

|      | T3  | INT3 | T1  | INT1 | INT2 | T2  | SCORE | RANK |
|------|-----|------|-----|------|------|-----|-------|------|
| T3   | 1/2 | 1    | 1   | 1    | 1    | 1   | 5 1/2 | 1    |
| INT3 | 0   | 1/2  | 1   | 1    | 1    | 1   | 4 1/2 | 2    |
| T1   | 0   | 0    | 1/2 | 1/2  | 1/2  | 1   | 2 1/2 | 3    |
| INT1 | 0   | 0    | 1/2 | 1/2  | 1/2  | 1   | 2 1/2 | 3    |
| INT2 | 0   | 0    | 1/2 | 1/2  | 1/2  | 1   | 2 1/2 | 3    |
| T2   | 0   | 0    | 0   | 0    | 0    | 1/2 | 1/2   | 4    |

**Quadro 13 -** TRÊS Benefícios de MESMA Classificação/ RANK

Suponha que usando nosso esquema acima descrito e que chegamos ao seguinte ranking para benefícios tangíveis e intangíveis no quadro 14 na pág. seguinte:

Lembre que o ranking é uma indicação do valor em dólares atribuído ao benefício e está baseado em julgamentos subjetivos feitos pelo

gerente-de-decisão. Isto é, um benefício que tem Rank mais alto que outro produzirá um maior valor em dólares. Do Quadro 14 que se encontra na página seguinte, podemos iniciar o processo de atribuir valores em dólares para os benefícios **intangíveis**.

| Rank | Benefício    | Valor em Dólares (\$) |
|------|--------------|-----------------------|
| 1    | Tangível 1   | 40.000                |
| 2    | INTangível 1 |                       |
| 3    | Tangível 2   | 32.000                |
| 3    | INTangível 2 |                       |
| 4    | Tangível 3   | 20.000                |
| 5    | INTangível 3 |                       |
| 6    | INTangível 4 |                       |
| 7    | Tangível 4   | 10.000                |

**Quadro 14 - RANKING de Benefícios**

O método pelo qual intangíveis são quantificados é também similar ao método de Carter e Maniate. O analista examina cada benefício intangível como a seguir:

1. O primeiro Tangível acima e o primeiro Tangível abaixo do INTangível sob exame é identificado.
2. O INTangível é atribuído um valor em dólares, já que se tem um intervalo de valores em dólares para estimá-lo, assim:

$$\text{\$ Tangível}_{\text{acima}} > \text{\$ INTangível} > \text{\$ Tangível}_{\text{abaixo}}$$

3. Alguns casos especiais devem ser considerados:

**a) Ranking igual:** Se os benefícios têm Ranking igual então eles devem ter o mesmo valor em dólares.

**b) Múltiplos INTangíveis entre dois Tangíveis:** neste caso os INTangíveis estão dentro do mesmo intervalo (  $\text{\$ Tangível}_{\text{abaixo}}$  e  $\text{\$ Tangível}_{\text{acima}}$  ). No entanto, se um INTangível tem ranking acima de outro, então deve-lhe ser atribuído um maior valor. O intervalo de valores deve ser repartido entre esses INTangíveis para que a atribuição se complete. Por exemplo, admitindo que existem dois INTangíveis classificados entre dois Tangíveis. O INTangível 1 tem ranking maior do que o INTangível 2. Os valores são atribuídos da seguinte maneira:

$$\text{\$ Tangível}_{\text{acima}} > \text{\$ INTangível 1} > [\text{\$ Tangível}_{\text{abaixo}} + \frac{1}{2} (\text{\$ Tangível}_{\text{acima}} - \text{\$ Tangível}_{\text{abaixo}})] \text{ e}$$

$$[\text{\$ Tangível}_{\text{abaixo}} + \frac{1}{2} (\text{\$ Tangível}_{\text{acima}} - \text{\$ Tangível}_{\text{abaixo}})] > \text{\$ INTangível 2} > \text{\$ Tangível}_{\text{abaixo}}$$

**c) Intervalos de fim aberto:** Isto acontece quando um INTangível tem um ranking mai-

or ou menor do que todos os Tangíveis. O problema pode ser resolvido atribuindo-se valores baseados no benefício Tangível mais próximo. Ou seja, o INTangível com ranking acima de todos os Tangíveis deve-lhe ser atribuído o mesmo valor que Tangível de mais alto ranking, e o INTangível com ranking abaixo de todos os Tangíveis deve-lhe ser atribuído o mesmo valor que o Tangível de mais baixo ranking. Procedendo-se assim, estabelecemos uma medida conservadora para o valor dos INTangíveis.

**d) Não há Benefícios Tangíveis:** aqui como não se dispõe de valores em dólares para facilitar a atribuição de valores em dólares para os INTangíveis, o analista deve empregar um dos 4 métodos apresentados no começo desta Seção 3.5 para quantificá-los.

A atribuição de valores em dólares para INTangíveis pode suscitar uma avaliação da *sensibilidade* da análise. Isto é feito examinando-se os valores mínimo, máximo e médio dos INTangíveis. O valor mínimo reflete uma visão conservadora, o médio uma visão realista, e o máximo uma visão otimista.

Vamos ilustrar este procedimento utilizando o Quadro 14.

**INTangível 1:** INTangível 1 está entre o Tangível 1 e o Tangível 2. Então o valor em dólares estará no intervalo  $\text{\$40,000} > \text{\$ INTangível 1} > \text{\$32,000}$

**INTangível 2:** INTangível 2 tem o mesmo ranking que o Tangível 2. Então deve-lhe ser atribuído o mesmo valor em dólares que o Tangível 2 =  $\text{\$32,000}$

**INTangíveis 3 e 4:** Eles estão entre os Tangíveis 3 e 4. INTangível 3 tem Rank acima do INTangível 4, e deve-lhe ser acordado um maior valor. Seguindo as regras que apresentamos acima, os valores serão:

\$ 20,000 > \$INTangível 3 > \$ 15,000  
 \$ 15,000 > \$INTangível 4 > \$ 10,000  
 Assim completamos o Quadro 15. O

leitor notará que os intervalos para os INTangíveis foram repartidos e que foram atribuídos valores mínimo, médio e máximo.

| Rank | Benefício    | Valor mín. (\$) | Valor méd. (\$) | Valor máx. (\$) |
|------|--------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| 1    | Tangível 1   | 40,000          | 40,000          | 40,000          |
| 2    | INTangível 1 | 32,001          | 36,000          | 39,999          |
| 3    | Tangível 2   | 32,000          | 32,000          | 32,000          |
| 3    | INTangível 2 | 32,000          | 32,000          | 32,000          |
| 4    | Tangível 3   | 20,000          | 20,000          | 20,000          |
| 5    | INTangível 3 | 15,000          | 17,500          | 19,999          |
| 6    | INTangível 4 | 10,001          | 12,500          | 14,999          |
| 7    | Tangível 4   | 10,000          | 10,000          | 10,000          |

**Quadro 15 - Atribuição de Valores em dólares para INTangíveis**

O valor em dólares produzido por todos os benefícios Tangíveis e INTangíveis pode agora ser somado para cada alternativa/programa/proposta e utilizado para avaliar suas viabilidades econômicas e habilidades no sentido de atingir as necessidades da Companhia.

**REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

- [1] PETERSON, Elisabeth ; MITTELBACH, Frank G. **Before and After Benefit-Cost Analysis in Urban Transportation.** Graduate School of Management, University of California, 1972.
- [2] ANANDARUP, Ray. **Cost-Benefit Analysis - Issues and Methodologies.** International Bank for Reconstruction and Development / The World Bank, U.S.A, 1984.
- [5] MANIATE, Peter M. ; CARTER, Donald C. **The Basics of Benefit-Cost Analysis.** Policy Branch, Environment Canada, Canada, 1973.
- [6] WALSHE, Graham ; DAFFERN, Peter . **Managing Cost-Benefit Analysis.** MacMillan Education Ltd., British Library Catalogue Publication Data. U.K, 1990.
- [7] DASGUPTA, Ajit K. ; PEARCE, D.W. **Cost-Benefit Analysis: Theory and Practice,** USA, 1973.
- [8] SAATY, Thomas L., **The Analytic Hierarchy Process – Planning, Priority Setting, Resource Allocation.** University of Pennsylvania, USA, 1980.
- [9] SAATY, Thomas L.; VARGAS, Luis G., **The Logic of Priorities, Applications in Business, Energy, Health, and Transportation.** International Series in Management Science and Operations Research – University of Pittsburgh, USA, 1982.
- [10] SAATY, Thomas L.; ALEXANDER, Joyce M., **Thinking with Models – Mathematical Models in the Physical, Biological and Social Sciences,** USA, 1981.
- [14] Szonyi, Andrew J.; FENTON, Robert G.; WHITE, John A.; et all , **Principles of Engineering Economic Analysis,** Wall & Emerson, Canada, 1989.
- [15] MANIATE, Peter M. ; CARTER, Donald C., **The Evaluation of Intangibles in Benefit-Cost Analysis: A general Method,** Policy Branch, Environment Canada, Canada, 1973.