

APLICAÇÃO DE UM MODELO MULTICRITÉRIO SIMPLES DE APOIO À DECISÃO

Como referenciar este artigo:

GRAEML, Alexandre R. e EHRLICH, Pierre J. "Aplicação de um modelo multicritério simples de apoio à decisão" - Anais do II Simpósio de Administração da Produção, Logística e Operações Industriais, EAESP-FGV, São Paulo, outubro de 1999.

APLICAÇÃO DE UM MODELO MULTICRITÉRIO SIMPLES DE APOIO À DECISÃO

ALEXANDRE REIS GRAEML
PIERRE JACQUES EHRLICH

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO
2. O SOFTWARE UTILISADO (HIVIEW v1.61H)
3. APLICAÇÃO DO MODELO SMARTS A UMA DECISÃO EMPRESARIAL
4. A EMPRESA ESCOLHIDA PARA O EXERCÍCIO: INDÚSTRIA GRÁFICOS BURTI
5. A DECOMPOSIÇÃO HIERÁRQUICA DOS CRITÉRIOS
6. AS ALTERNATIVAS DE INVESTIMENTO DA BURTI
7. COMENTÁRIOS SOBRE OS VALORES ATRIBUÍDOS ÀS PREFERÊNCIAS
8. ATRIBUIÇÃO DE PESOS AOS DIVERSOS CRITÉRIOS (ESCALAS DE IMPORTÂNCIA)
9. OS RESULTADOS OBTIDOS COM O HIVIEW
10. A CONSTRUÇÃO DE CENÁRIOS
11. SMARTS x MÉDIA PONDERADA

1. INTRODUÇÃO

Decisões que envolvem um certo grau de complexidade não podem se basear em um único critério. Existem, seguramente, vários fatores a serem considerados e a importância relativa de cada um deles deve ser estudada, para que uns não sejam eclipsados por outros, sem que o decisor se aperceba do fato. A maioria dos problemas de interesse prático, para EHRLICH (1996b), exige que se analisem, simultaneamente, vários atributos de cada alternativa, o que implica em se ter uma visão global, abrangente aos vários critérios. Não se pode avaliar um investimento apenas pelo retorno prometido, por exemplo, deixando-se de considerar os riscos envolvidos.

Para os casos em que a decisão é importante em suas conseqüências ou nos riscos envolvidos, complexa em relação ao número de aspectos que precisam ser considerados e alternativas existentes, e quando os objetivos forem díspares e conflitantes, EHRLICH (1996a) sugere a utilização de modelos que apoiem o processo decisório. Esses modelos trazem inúmeros benefícios, dentre os quais a identificação dos elementos relevantes para a decisão, a análise de situações complexas, de várias alternativas, da estabilidade e a comunicação dos resultados.

O ser humano parece ter dificuldade de levar em consideração, simultaneamente, um número elevado de fatores e elencá-los conforme sua importância, como foi observado por MILLER (1956). para ajudá-lo nisso, têm surgido inúmeros modelos e ferramentas de apoio à decisão, que se dispõem a auxiliar na sistematização das informações e definição de preferências com relação aos atributos das alternativas avaliadas.

Neste artigo utilizaremos um modelo simples, o SMARTS (*Single Measure Rating Technique by Swing*), escolhido depois de serem consideradas algumas características julgadas importantes em modelos que se propõem a servir de apoio à decisão:

1. Sua lógica é suficientemente rigorosa e completa para que ele possa ser aceito como uma ferramenta válida de apoio à decisão.
2. Apesar de apresentar rigor científico em sua lógica, esta é simples o suficiente para ser entendida e aceita pelo decisor, como ferramenta de apoio.
3. Sua aplicação pelo analista é simples e os resultados fornecidos são de fácil interpretação.

O SMARTS é um modelo prescritivo, porque sugere uma solução pronta, a qual, dentro da lógica de funcionamento do modelo, é a mais adequada para o problema. No entanto, não se deve esquecer que é um apoio à decisão, apenas, e não pretende, em caso algum, substituir o decisor.

Não se deseja aqui entrar em uma discussão favorável ou contrária aos modelos prescritivos quando comparados aos normativos (até porque o SMARTS, apesar de prescritivo, é uma simplificação do modelo MAUT, normativo), considerando-os todos como ferramentas de apoio, cuja principal qualidade é permitir que se discutam os diferentes aspectos relacionados ao problema em pauta. Se a solução adotada pelo decisor vai acompanhar a sugestão do modelo ou contrariá-la é, a partir deste ponto de vista, uma questão secundária. O mais importante é que o decisor seja levado a refletir sobre o problema de uma forma mais profunda do que faria, caso não utilizasse a ferramenta de apoio. Atingido este objetivo, já não terá sido em vão a experiência com a aplicação do modelo (qualquer deles), porque o decisor estará mais apto a tomar uma boa decisão, mesmo que abandone as recomendações do modelo para tal.

Um outro motivo importante que levou à escolha do SMARTS foi o fato de que o tipo de decisão a ser analisado na situação proposta mais adiante é apenas medianamente dependente das incertezas ambientais, o que permite que estas sejam consideradas de forma simplificada, através da inclusão de um critério adicional para avaliação de risco, por exemplo. Se as "loterias" impostas por variáveis ambientais representassem um fator fundamental a ser considerado na decisão seria recomendável utilizar um outro método mais apropriado para análise bayesiana da situação.

O modelo SMARTS preconiza que:

- os critérios a serem considerados na avaliação das alternativas sejam listados em uma decomposição hierárquica (árvore de valor)
- sejam elencadas as alternativas
- sejam atribuídas as preferências de cada critério para cada alternativa
- sejam eliminadas as alternativas que não consigam satisfazer requisitos mínimos (critério de **suficiência**, ou **rejeição absoluta**) para quaisquer dos critérios e as alternativas dominadas por outras alternativas (critério de **dominância**)
- sejam classificados os critérios, de acordo com a sua importância na ótica do decisor, do critério mais importante até o menos importante, levando-se em conta a amplitude da variação entre as preferências pela melhor e a pior alternativa para cada critério
- sejam atribuídos pesos (importâncias) para os critérios e subcritérios, ao longo de toda a árvore de valor, comparando a amplitude da variação entre as preferências pela melhor e a pior alternativa entre os critérios

Uma restrição à utilização do SMARTS é que deve haver "independência preferencial", isto é, os valores atribuídos a cada uma das alternativas para um determinado critério não devem estar vinculados a atributo(s) de outro(s) critério(s). Se houver este tipo de dependência, o método fica conceitualmente comprometido e não pode mais ser considerado como logicamente aceitável.

2. APLICAÇÃO DO MODELO SMARTS A UMA DECISÃO EMPRESARIAL

A empresa estudada já havia realizado uma importante decisão de investimento em TI há pelo menos 3 anos. A razão de se procurar uma empresa com o investimento plenamente consolidado foi que se desejava que já houvesse uma percepção clara sobre os resultados da decisão, ou seja, já fosse possível afirmar se o investimento tinha obtido sucesso ou não.

Na verdade, não faria sentido para uma empresa realizar uma reavaliação *a posteriori*, para saber se decidiu corretamente sobre algum investimento, utilizando os dados de que dispunha à época da tomada da decisão, salvo para fins de auditoria de decisão. Quando as empresas reavaliam seus investimentos, isto é normalmente feito a partir do ponto de vista da situação atual, e com as informações existentes no momento, para permitir eventuais correções de rumo ou obter *feedback* sobre o seu processo de análise de decisão, com vistas a aprimorá-lo. Mas, academicamente, voltar ao cenário passado em que uma decisão foi tomada e simular o processo de tomada de decisão, com base nas informações de que a empresa dispunha à época, como foi feito neste caso, é um exercício teórico interessante, que permite a aplicação da metodologia e a confrontação dos resultados obtidos com a realidade dos fatos.

3. A EMPRESA ESCOLHIDA PARA O EXERCÍCIO: INDÚSTRIA GRÁFICOS BURTI

A empresa escolhida para a análise, *a posteriori*, utilizando a metodologia foi a Indústria Gráficos Burti e o investimento (re)analisado foi o investimento estratégico para a implantação do sistema Transburti. Este sistema de comunicação por rádio digital foi implementado em 1995 para permitir a troca de arquivos de computador contendo artes e provas de fotolitos entre a gráfica da empresa e as agências de publicidade suas clientes. Os resultados do investimento foram espetaculares: provocaram a fidelização dos clientes, agregando valor ao produto (na realidade, praticamente, criando um novo produto), melhoraram o *market share*, contribuíram, significativamente, para a imagem institucional, reduziram custos e aumentaram a qualidade dos serviços.

Apesar de ao iniciar a prospecção do novo sistema a empresa pretender gastar em torno de US\$800.000, ter orçado em US\$2.000.000 e efetivamente gasto US\$4.000.000, o ganho de competitividade resultante foi imenso, proporcionando o retorno muito rápido do capital investido, e o reconhecimento da empresa pelo mercado como padrão de excelência. O sucesso obtido pela implantação do sistema foi tão grande, que a Burti virou *case* acadêmico (DI SÉRIO e LEITE, 1998) e artigo da revista Exame (MARTINS, 1995).

O PERFIL ESTRATÉGICO DA BURTI

A Burti é uma empresa focada na qualidade, que é um dos principais impulsionadores das inovações que ela vem introduzindo, sistematicamente, no mercado (DI SÉRIO e LEITE, 1998). O espírito de pioneirismo e inovação faz parte da cultura da empresa, que tem no seu fundador, o principal incentivador das mudanças.

A decisão de implantação do avançado sistema de comunicação não foi a primeira decisão arrojada da empresa. No passado, a empresa foi responsável pela introdução de 250 computadores Apple, os primeiros utilizados no país para editoração eletrônica, simplesmente para que as agências de publicidade, suas clientes, pudessem utilizar tecnologia moderna e compatível com o maquinário que a Burti acabara de adquirir.

A empresa parece conviver bem com os riscos de investimentos em tecnologias novas, possuindo uma enorme capacidade de utilizar as inovações para criar diferenciais competitivos a seu favor.

O PROBLEMA/OPORTUNIDADE DA BURTI

O Sr. Burti, dono da empresa, estava incomodado com os transtornos e a má qualidade do serviço de transporte físico dos fotolitos e artes gráficas entre a Burti e seus clientes por motociclistas, que circulavam de um canto ao outro de São Paulo. O trânsito caótico da cidade, aliado a condições de segurança desfavoráveis, causava inúmeros problemas, desde atrasos que inviabilizavam a utilização do material desenvolvido, gerando insatisfação para o cliente e perdas financeiras para a empresa, até acidentes envolvendo os motociclistas e furto dos veículos.

OS VALORES DA BURTI

Poder-se-ia partir desse problema e buscar uma solução através de um processo de decisão. Mas esta seria aquela abordagem "corretiva", criticada por KEENEY (1996), por ser pontual e não levar em conta os valores da empresa. Assim, procurou-se esquecer por hora o problema momentâneo enfrentado pela empresa para refletir sobre os seus valores (objetivos fins) e sobre os meios utilizados para atingi-los (objetivos meios).

Concentrando-se o foco nos objetivos fins da empresa, observou-se que, ao longo da sua história, a Burti procurou sempre garantir a lucratividade e a permanência da empresa através da fidelização dos seus clientes. Ela desenvolve uma política de procurar oferecer sempre algo mais aos seus clientes (algo pelo que eles não estavam esperando), como forma de manter e expandir sua participação de mercado. Assim, lucratividade e permanência seriam função do *market share*, que seria função da fidelidade dos clientes, por sua vez, função da capacidade da empresa de superar as expectativas dos clientes.

Para garantir a percepção da qualidade dos serviços pelos clientes, a empresa sempre apostou nas inovações tecnológicas que, além de permitirem o incremento qualitativo desejado, funcionam como reafirmação da imagem institucional de empresa desbravadora e pioneira, sempre em busca da antecipação no atendimento das necessidades e anseios dos seus clientes.

A SOLUÇÃO DO PROBLEMA/EXPLORAÇÃO DA OPORTUNIDADE COM FOCO NOS VALORES

Sem que as considerações acima tivessem sido feitas, o decisor poderia se sentir inclinado a interpretar a situação de decisão como um "problema" a ser resolvido. Se tal decisor fosse realmente "eficiente" na abordagem pontual da decisão, a preocupação inicial do Sr. Burti com o serviço de entrega realizado pelos motociclistas poderia jamais ter ido além dos transtornos decorrentes dos acidentes e furtos de motocicletas, que poderiam ser remediados através da contratação de um seguro para os funcionários e veículos envolvidos na atividade. Em tal caso, o solícito decisor teria impedido o Sr. Burti de continuar explorando o seu "problema", até observar que, muito mais importante que os custos e aborrecimentos gerados por acidentes e furtos, era o não atendimento satisfatório das necessidades do cliente.

Algumas linhas acima a palavra "eficiente" foi colocada entre aspas, embora tenha sido usada no seu real sentido. O motivo das aspas foi destacar que o decisor teria feito certo e rápido (ou seja, com eficiência) a coisa errada. Ele resolveu o "problema" (também apareceu entre aspas lá em cima), quando deveria ter "aproveitado a oportunidade".

Para evitar eficiência (fazer certo) sem eficácia (fazer a coisa certa), é necessário que se obtenha uma boa familiarização com o objeto da decisão, certificando-se de que o foco esteja nos valores da empresa e nos seus objetivos, e não nas alternativas.

Sempre que se conseguir transformar um processo de decisão de solução de problema em exploração de oportunidade, a empresa assume uma postura ativa que lhe confere a vantagem da iniciativa. Caso contrário, a decisão é apenas uma atitude defensiva, ou reativa, que apresenta normalmente impactos significativamente menos positivos.

A partir da análise dos objetivos da empresa, consegue-se perceber o fascínio que a conversão do **problema** do transporte físico dos fotolitos em **oportunidade** de oferecer um serviço melhor provocou no Sr. Burti.

4. A DECOMPOSIÇÃO HIERÁRQUICA DOS CRITÉRIOS

Uma razão para se discutir os critérios antes das alternativas é que, uma vez que uma alternativa (talvez a situação atual), ou um grupo de alternativas facilmente identificáveis, está posta, fica muito mais difícil encontrar novas alternativas que não sejam simples variações das primeiras. Isto ocorre com frequência quando o foco se concentra nas alternativas e não nos objetivos. Outro motivo para se definir os critérios antes de conhecer as alternativas é que isto ajuda a evitar que critérios estejam sendo criados apenas para justificar as ações pretendidas.

Como o objetivo aqui é apenas de exemplificação da utilização da metodologia, foi utilizado um modelo simplificado e despretensioso. Um outro motivo de ordem prática que levou à elaboração de uma árvore de valor simplificada foi o fato de que a versão educacional do software Hiview (utilizada neste exemplo) permite que sejam criados no máximo onze ramos na estrutura hierárquica da árvore, impedindo a elaboração de modelos muito elaborados.

DEY (1994) considera que em grandes projetos há, em geral, diversas maneiras de se obter o resultado desejado, cada qual com um determinado custo e nível de risco. A utilização de árvores de valor permite que seja selecionada a combinação de opções que apresente a melhor relação de custo/benefício na opinião do decisor. Para construir uma árvore de valor, deve-se organizar todos os critérios de forma estruturada, atribuindo-se pesos (importâncias) a eles. Subcritérios podem ser desmembrados a partir dos critérios principais, em diversos níveis, se for necessário.

A árvore de valor proposta para a análise de decisão da Burti é apresentada na Figura 1 e inclui os seguintes itens: objetivo, grupos de critérios e critérios individuais, que são discutidos abaixo.

Objetivo da decisão: Garantir a lucratividade e permanência no mercado no longo prazo.

Grupos de critérios: Em muitos exemplos e exercícios de montagem de árvores de valor para utilização com modelos de apoio à decisão utilizando múltiplos critérios, o objetivo principal é desmembrado em dois grupos de critérios: benefícios e custos. Esta divisão apresenta seus atrativos, principalmente por facilitar a utilização das escalas (no ramo dos benefícios são preferidos valores elevados e no ramo dos custos são preferidos valores baixos) e por permitir a geração de gráficos simples, que contrapõem custos e benefícios e permitem a rápida identificação das alternativas mais apropriadas no caso de se priorizar baixos custos ou grandes benefícios. É de se esperar que alternativas que exigem menor esforço (baixos custos) estejam associadas a menores benefícios e que as de grandes benefícios demandem um esforço maior para o seu atingimento. Mas como isto nem sempre ocorre, o que se vai estar buscando são, justamente, alternativas que escapem a esta regra, oferecendo maior benefício a menor custo. Foram definidos, pois, dois grupos de critérios para a análise da decisão da Burti: Benefícios e Custos.

Crítérios individuais: Os critérios individuais são os pontos a serem avaliados para cada alternativa proposta. Eles podem ser desmembrados, se necessário, em outros níveis de subcritérios, para tornar a árvore de valor mais clara e, principalmente, para que a avaliação não seja comprometida pela dificuldade do ser humano de trabalhar com muitos itens ao mesmo tempo (MILLER, 1956). Foram considerados os seguintes critérios individuais, para a Burti:

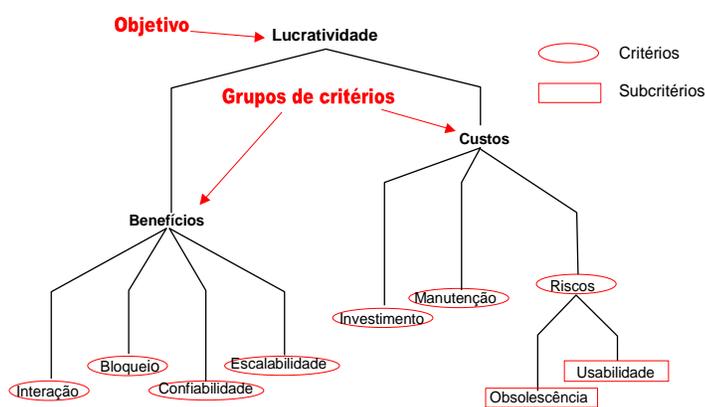
Crítérios ligados à avaliação dos benefícios:

- Facilidade de interação com o cliente/Qualidade da comunicação
- Bloqueio a entrantes - dificuldade imposta à entrada de novos *players* no mercado

- Confiabilidade
- Escalabilidade - capacidade de expandir a solução, em função de alteração na demanda

Critérios ligados à avaliação dos custos:

- Investimento - valor a ser gasto para a implantação da solução.
- Manutenção - gastos permanentes para garantir a funcionalidade da solução.
- "Usabilidade" - riscos de desempenho + riscos organizacionais - dentre eles os riscos de funcionalidade, grau de dependência de novas tecnologias (ainda não testadas ou suficientemente maduras) ou de tecnologias ultrapassadas, capacidade, disponibilidade e motivação das pessoas para as mudanças necessárias, comprometimento da alta administração, dependência de habilidades organizacionais, capacidades administrativas e experiências novas ou ainda não testadas pela empresa.
- Obsolescência - probabilidade de novos avanços resultarem no sucateamento precoce da solução, sem que os investimentos tenham sido amortizados.



Usabilidade e Obsolescência foram agrupados como subcritérios de um critério mais abrangente, denominado Risco, este sim, apresentado no mesmo nível hierárquico que Investimento e Manutenção, no ramo dos Custos.

Figura 1: Decomposição hierárquica dos critérios de decisão

5. AS ALTERNATIVAS DE INVESTIMENTO DA BURTI

As alternativas para o investimento da Burti em 1995 eram as seguintes, conforme apresentadas no estudo de caso de DI SÉRIO e LEITE (1998):

- OPÇÃO 1 - manter o sistema atual com o transporte físico do material por motociclistas.
- OPÇÃO 2 - criar rede de comunicação de alta velocidade, usando infraestrutura de fibra-óptica.
- OPÇÃO 3 - utilizar a transmissão digital de sinais de rádio, através de infraestrutura própria.
- OPÇÃO 4 - utilizar os serviços das concessionárias de telecomunicações, realizando a conexão através de linhas de 2 Mbit/s da Embratel.
- OPÇÃO 5 - utilizar os serviços das concessionárias de telecomunicações, realizando a conexão através de linhas de 64 kbit/s da Embratel.

Neste re-estudo da decisão da Burti foram consideradas as mesmas alternativas vislumbradas pela empresa à época. Como o ambiente tecnológico muda rapidamente, ficaria difícil tentar estabelecer agora qualquer outra alternativa que pudesse ter sido considerada pela empresa em 1995.

Para a análise com SMARTS, as alternativas são avaliadas para cada um dos critérios isoladamente e o decisor atribui valores de preferência a cada uma das alternativas para o critério em questão. Como já foi mencionado anteriormente, deve haver total independência preferencial. Durante a avaliação dos atributos de cada uma das alternativas relacionadas a um critério, os demais critérios não devem exercer qualquer influência sobre o decisor.

A Tabela 1 se refere à simulação realizada agora para a situação de decisão da Burti em 1995. À época, a decisão parece ter sido tomada com base na intuição do seu presidente, o Sr. Burti. Alguns comentários sobre os motivos que levaram à atribuição desses valores para as preferências são apresentados mais adiante, embora deva ficar claro que estes valores sejam dependentes dos juízos de valor do decisor.

Antes de se proceder a uma avaliação comparativa entre as alternativas, com base em cada um dos critérios isoladamente, como propõe o modelo, verificou-se que a Opção 5 (conexão via Embratel a 64 kbit/s) não atendia aos requisitos mínimos para o sistema. O tempo de transmissão dos arquivos de computador com um anúncio de página dupla em revista (arquivo em torno de 200 MB) seria de aproximadamente 12 horas (DI SÉRIO e LEITE, 1998), utilizando-se conexão a 64 kbit/s, o que é pior do que o tempo necessário para os motociclistas transitarem pela cidade. Essa opção foi descartada antes de se prosseguir com a avaliação.

	Alternativas Critérios	Opção 1 (fica como está)	Opção 2 (fibra óptica)	Opção 3 (transmissão rádio digital)	Opção 4 (EMBRATEL 2 Mbit/s)	Opção 5 (EMBRATEL 64 kbit/s)
Benefícios	Interação com os clientes	20	100	100	80	Opção eliminada por rejeição absoluta
	Bloqueio a entrantes	0	100	100	50	
	Confiabilidade	0	100	100	60	
	Escalabilidade (flexibilidade)	100	20	80	60	
Custos	Investimento* (em milhões de dólares)	0	6	4	1	
	Manutenção* (em milhares de dólares)	0,3	0,6	0,4	3,6	
	Obsolescência	100	0	0	70	
	"Usabilidade"	100	70	50	60	

* Utilizada escala inversa

Tabela 1: Matriz dos atributos (as preferências pelas alternativas para cada critério)

Como para alguns critérios pode ser mais cômodo atribuir valores elevados para algo indesejado e valores baixos para situações preferíveis, o Hiview permite a utilização de escalas inversas. Neste caso, está sendo utilizada escala inversa para os critérios "Investimento" e "Manutenção", permitindo assim que sejam utilizadas as previsões desses gastos para cada uma das alternativas, de uma forma direta. Como o mais desejável é um valor de investimento baixo, a inversão da escala garante a penalização de cifras elevadas e a valorização das mais baixas (a opção "scale" deve ser marcada como "inverse" para os critérios que assim o exigirem).

Na Tabela 1, "Investimento" e "Manutenção" são os dois únicos critérios aos quais puderam ser associados valores quantitativos, que representam os gastos estimados para estes quesitos, de uma forma direta. Para todos os demais critérios foram utilizadas escalas subjetivas de valores entre 0 e 100, baseadas no juízo de valor do decisor.

6. COMENTÁRIOS SOBRE OS VALORES ATRIBUÍDOS ÀS PREFERÊNCIAS

OS BENEFÍCIOS

Integração com os clientes: considerando-se que um dos objetivos estratégicos da Burti era libertar-se da limitação geográfica imposta pela necessidade do fluxo físico do material publicitário entre ela e seus clientes, opções que permitissem a expansão da sua gama de clientes para outras localidades deveriam ser avaliadas favoravelmente. Por isso, a Opção 1, de

manutenção da situação atual recebeu uma avaliação ruim neste quesito. Ela limita a atuação da empresa à área geográfica que pode ser atendida pelos motociclistas. As Opções 2 e 3, que prevêem a criação de infraestrutura própria para o estabelecimento da conexão entre a empresa e os clientes são bem avaliadas para este critério porque a tecnologia envolvida permite comunicação eficaz, inclusive com a possibilidade de videoconferências entre as partes, para trocar maiores informações sobre as necessidades e expectativas relacionadas ao serviço. A Opção 4, devido a limitações técnicas (banda de transmissão mais estreita - 2 Mbit/s), não permitiria a realização de videoconferências, diminuindo um pouco a sua atratividade, com relação às Opções 2 e 3 (de banda mais larga - 10 Mbit/s) para este quesito. A maior largura de banda de transmissão proporcionada pelas Opções 2 e 3 também permite que a velocidade de transferência dos arquivos de artes gráficas e fotolitos seja consideravelmente maior.

Flexibilidade (escalabilidade): a capacidade de poder incluir novos clientes no sistema, à medida em que isto se tornasse economicamente interessante (volume potencial de serviços) também era uma questão importante. Embora a Opção 4 apresentasse uma atratividade grande com relação a este critério, em uma primeira análise, uma vez que a maior parte do investimento em infraestrutura não precisaria ser realizada pela empresa, esta alternativa exigiria uma parceria com uma empresa estatal, com um monopólio em mãos e sem recursos para realizar os investimentos em infraestrutura necessários para garantir a qualidade dos serviços em um nível satisfatório, no decorrer do tempo. Isto pesou na avaliação desfavorável da Opção 4 e favorável à Opção 3 para este critério (Este cenário mudou radicalmente de 1995 para cá. Hoje as telecomunicações estão privatizadas, existe competição e obrigações contratuais da concessão que obrigam os novos concessionários a realizar vultosos investimentos. Mas, à época, o processo de privatizações apenas começava a deslanchar e a área de telecomunicações se apresentava como uma das grandes incógnitas. Muitos analistas nem sequer acreditavam que o governo conseguisse privatizá-la, face à pressão política e de setores da sociedade). A Opção 2 não oferece a mesma flexibilidade de inclusão de novos clientes na rede, pois é necessário que se estenda a rede de fibra óptica até o cliente, antes que o serviço possa ser implementado.

Confiabilidade: No caso da Burti, a agilidade na produção de peças publicitárias, que sempre ocorre contra o relógio, é um dos fatores de sucesso. Tal agilidade acarreta tanto em benefícios externos, melhorando o serviço para o cliente, como internos, através do aumento da eficácia dos processos e da produção. As alternativas que contribuem para a melhoria dos tempos envolvidos na troca de informações e material entre as partes, e conseguem fazer isto de forma consistente, aumentam a confiabilidade no serviço. Cliente e empresa passam a dispor de mais tempo para as atividades de criação, precisando dispensar menos tempo e energia com atividades secundárias.

Bloqueio a entrantes: Com base nas idéias de PORTER (1991), observa-se que a Burti poderia estabelecer uma dependência dos clientes com relação ao seu serviço - o que fortaleceria a sua posição de negociação com os clientes, ao optar pela criação da rede de comunicação, porque a tecnologia por ela oferecida diferenciaria o seu produto dos produtos da concorrência a ponto de estes não serem mais aceitos como alternativas viáveis. A tecnologia, neste caso agregaria valor e fidelizaria a clientela.

Se por um lado o elevado custo de implantação da tecnologia aumenta os riscos envolvidos, por outro lado, impõe uma enorme barreira aos entrantes em potencial, outra força citada por PORTER (1991) e lembrada por DI SÉRIO e LEITE (1998), ao analisarem o caso da Burti.

Embora o pioneirismo já represente, por si só, uma barreira aos entrantes em potencial (o pioneiro tem como mercado potencial todo o mercado, enquanto os seguidores precisarão disputar com os líderes já estabelecidos uma fatia do mercado), a Opção 4 resulta em uma

barreira menor do que a oferecida pelas opções 2 e 3, porque o *know how* e o investimento não são da empresa, mas de um parceiro, que pode associar-se também à concorrência.

Imagem da organização: É inegável, ainda, o forte impacto favorável à imagem da organização, de empresa que procura conciliar tecnologia e arte/criação, representado pela Opção 3. As Opções 2 e 4 também contribuem, em menor escala, para a imagem de empresa preocupada em utilizar a tecnologia para resolver os problemas dos seus clientes. Este não foi um critério utilizado diretamente no modelamento da decisão, isto é, não apareceu na árvore de valor porque a versão educacional do software Hiview utilizada limita o número de ramos da árvore de valor. Ainda assim, está sendo mencionado aqui porque parece ser um aspecto importante das estratégias de competitividade da empresa. Neste modelo simplificado, o impacto de cada uma das alternativas sobre a imagem da organização acaba sendo avaliado de forma indireta, através dos outros critérios explícitos. No entanto, em uma análise mais minuciosa, a imagem da organização não poderia deixar de ser considerada como um critério separado, face à sua importância.

OS CUSTOS

Investimento e Manutenção: os critérios de "Investimento" e "Manutenção" penalizam opções com custos elevados de implantação (Opções 2 e 3) e de utilização (Opção 4), respectivamente.

A utilização de uma escala linear inversa para os valores de investimento/manutenção de cada opção, como feito aqui, é uma simplificação grosseira, justificável apenas para fins de exercício. O correto seria expressar essas cifras em termos da sua *utilidade* para o decisor. Já em 1738, Daniel Bernoulli percebia que "o valor de um item não deve se basear no seu preço, mas na *utilidade* que ele produz" (BERNSTEIN, 1997). Esta é uma verdade simples que, três séculos e meio depois de enunciada, deve ser repetida insistentemente para muitos decisores, que parecem ignorá-la em suas ações.

Apenas o valor de US\$4 milhões para o investimento na Opção 3 e US\$3,6 milhões para a manutenção anual da Opção 4 estavam disponíveis. Os demais valores utilizados na matriz dos atributos para Investimentos e Manutenção (ver a Tabela 1) foram estimados.

Obsolescência: o risco de obsolescência de projetos de TI é sempre muito elevado e deve ser avaliado com cautela. Os pioneiros podem usufruir de grandes vantagens, mas se não conseguirem recuperar o investimento rapidamente, ou transformar a vantagem inicial em algo sustentável, podem amargar prejuízos financeiros irreparáveis, em decorrência do decréscimo exponencial dos custos da tecnologia ou do seu sucateamento face a outros desenvolvimentos, o que possibilita a entrada de outros *players* no mercado, com projetos de perfil financeiro mais equilibrado.

"Usabilidade": a Opção 3 foi considerada de alto risco de "usabilidade", por representar uma inovação, sem implementações prévias que pudessem assegurar o seu sucesso. As tecnologias das Opções 2 e 4 foram consideradas tecnologicamente mais maduras, com riscos de desempenho e organizacionais mais baixos e a Opção 1 não apresenta risco de "usabilidade".

Os riscos organizacionais foram considerados baixos para todas as alternativas de investimento. O pessoal da Burti já demonstrou, em situações passadas, enorme facilidade em trabalhar com novos recursos tecnológicos, agindo inclusive como um difusor de tecnologia entre seus clientes. Existe susceptibilidade para aceitar novos desafios e as pessoas se sentem motivadas a participar das mudanças. O próprio presidente é o grande patrocinador das mudanças, o que atribui a elas uma ênfase especial. Neste caso específico, não há evidências de que os sistemas propostos acarretem em mudanças nas relações de poder dentro da empresa, que possam ocasionar resistências por parte dos que eventualmente se considerassem prejudicados.

7. ATRIBUIÇÃO DE PESOS AOS DIVERSOS CRITÉRIOS (ESCALAS DE IMPORTÂNCIA)

Observando a amplitude da variação de preferência entre a melhor e a pior alternativa para cada critério, o decisor define a ordem de importância dos critérios.

Para os benefícios: **Interação > Escalabilidade > Confiabilidade > Bloqueio a Entrantes**

O critério para o qual o decisor considera mais importante a variação entre a melhor e a pior alternativa, no grupo de critérios Benefícios, é a Integração. Por ser o critério mais importante do grupo de critérios, atribui-se a ele o valor 100%.

A seguir, o decisor avalia a importância do segundo critério mais importante (Escalabilidade) com relação ao critério Integração. Essa avaliação também é feita com base na variação entre a melhor e a pior alternativa para ambos os critérios. O decisor considera que a variação entre a melhor e a pior alternativa para Escalabilidade possui 85% da importância da variação entre a melhor e a pior alternativa para Integração.

Crítérios p/ aval. benefícios	Importância	Importância normalizada
Interação	100	35,7%
Flexibilidade	85	30,4%
Confiabilidade	55	19,6%
Bloq. Entrantes	40	14,3%

Tabela 2: Pesos atribuídos aos critérios de avaliação dos benefícios

O mesmo procedimento é seguido para Confiabilidade e Bloqueio a Entrantes, para os quais o decisor atribui importâncias de 55% e 40%, respectivamente.

Pode-se introduzir essas importâncias diretamente no Hiview, para que ele realize a sua normalização de forma automática, ou normalizá-las antes de lançá-las no programa.

Para os custos: **Risco > Investimento > Manutenção**

O critério para o qual o decisor considera mais importante a variação entre a melhor e a pior alternativa, dentro do grupo de critérios Custos, é o Risco. Por ser o critério considerado mais importante dentre os Custos, atribui-se a ele o valor 100%.

Utilizando o mesmo procedimento adotado para os Benefícios, de comparar a importância da variação entre a melhor e a pior alternativa para cada um dos outros critérios de Custos com a variação entre a melhor e a pior alternativa para o critério Risco, o decisor estabelece os valores para Investimento e Manutenção como 70% e 40%, respectivamente.

Crítérios p/ aval. custos	Importância	Importância normalizada
Riscos	100	47,6%
Investimento	70	33,4%
Manutenção	40	19,0%

Tabela 3: Pesos atribuídos aos critérios de avaliação dos custos

O critério Riscos é subdividido em dois subcritérios, Usabilidade e Obsolescência, cujas importâncias também precisam ser determinadas.

Para os riscos: **Usabilidade > Obsolescência**

O decisor considera que a variação entre a melhor e a pior alternativa para o subcritério Obsolescência têm 40% da importância da variação entre a melhor e a pior alternativa para o subcritério Usabilidade, conforme expresso na Tabela 4.

Crítérios p/ aval. dos riscos	Importância	Importância normalizada
Usabilidade	100	71,4%
Obsolescência	40	28,6%

Tabela 4: Pesos atribuídos aos subcritérios de avaliação de riscos

Os valores atribuídos aos pesos dos critérios e às preferências pelos atributos de cada alternativa, devem exprimir a forma como o decisor vê o problema. No caso dos pesos, os

valores devem refletir o perfil estratégico da empresa, além das características do tipo de projetos sendo avaliados. Empresas que apresentam menor aversão ao risco e perfil mais inovador, como é o caso da Burti, tendem a valorizar os benefícios (ver a Tabela 5, para a Burti).

Grupos de critérios	Importância	Importância normalizada
Benefícios	100	71,4%
Custos	40	28,6%

Tabela 5: Pesos dos grupos de critérios

Esses pesos são totalmente dependentes dos juízos de valor do decisor. Em caso de decisões coletivas, ou quando o decisor não se sentir muito confortável com os pesos atribuídos, pode-se analisar a sensibilidade da decisão à mudança desses valores.

8. OS RESULTADOS OBTIDOS

Depois de definidas todas as preferências, o problema passa a ser um simples problema de média ponderada, que o Hiview calcula para fornecer a pontuação de cada alternativa. Uma das principais armadilhas inerentes à utilização de softwares como o Hiview é justamente o fato de a matemática utilizada ser tão simples. Isto pode levar o analista a desconsiderar, ou dar pouca atenção aos importantíssimos passos anteriores de levantamento das preferências, utilizando o programa como uma máquina de calcular para resolver as médias ponderadas que decorrem da formulação do problema sobre a árvore de valor. Se isto acontecer, os números que o programa começa a fornecer em profusão, deixam de apresentar significado relevante e a utilização da metodologia fica totalmente comprometida (ver SMARTS x Média Ponderada, mais adiante). Para o nosso exercício, os valores obtidos foram os seguintes:

```
Overall scores
*****
Option      overall score
Opção 1    50.26
Opção 2    58.58
Opção 3    74.46
Opção 4    56.10
```

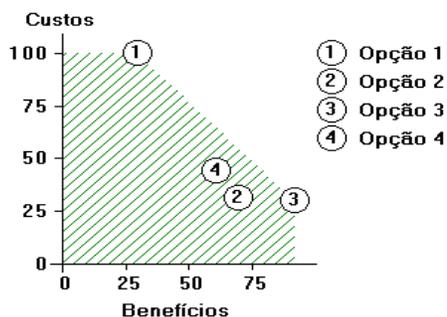
O SMARTS sugere, com base nos critérios propostos, a Opção 3 (criação de infraestrutura própria de rádio digital), que coincide com a decisão da Burti, em 1995.

Para avaliar a robustez da decisão por esta alternativa, lançou-se mão do recurso de geração de gráficos de análise proporcionado pelo Hiview.

O software é capaz de gerar dois tipos de gráficos que facilitam a visualização das alternativas mais recomendadas entre todas as apresentadas. Um deles é o que mostra a fronteira eficiente e o outro é o que analisa a sensibilidade da decisão. Ambos são apresentados a seguir.

A fronteira eficiente

O gráfico da fronteira eficiente mostra quais as alternativas que podem ser prescritas pelo modelo, dependendo do peso atribuído ao critério em questão. Tais alternativas se encontram sobre a fronteira externa do gráfico (daí seu nome de "fronteira eficiente"). As demais alternativas são sempre superadas por pelo menos uma das alternativas situadas sobre a fronteira eficiente.



Fica fácil de perceber, através da análise da Figura 2, que apenas as opções 1 e 3 merecem consideração, se prevalecerem as preferências da forma como descritas no modelo atual (ver a Tabela 1, com a matriz dos atributos). À medida que a empresa se demonstre mais interessada nos benefícios do que nos custos envolvidos, existe uma tendência de escolha da Opção 3. Quando o custo passa a ter maior importância, a Opção 1 (manter tudo como

Figura 2: A fronteira eficiente

está) aparece como a mais interessante.

Sensibilidade

É pouco provável que o decisor descartasse as opções 2 e 4 imediatamente após ver a Figura 2. Muito provavelmente surgiriam dúvidas ou incertezas sobre os valores atribuídos às alternativas e aos pesos dos critérios. A análise da sensibilidade procura ajudar o decisor a se livrar desta preocupação (ou mostrar para ele que existe realmente motivo para ir ainda mais a fundo na análise da decisão). Através da análise da sensibilidade é possível saber o quanto sensível é o resultado da decisão a mudanças nas suposições envolvidas no processo decisório.

O Hiview fornece um gráfico que facilita este tipo de análise, como pode ser visto na Figura 3:

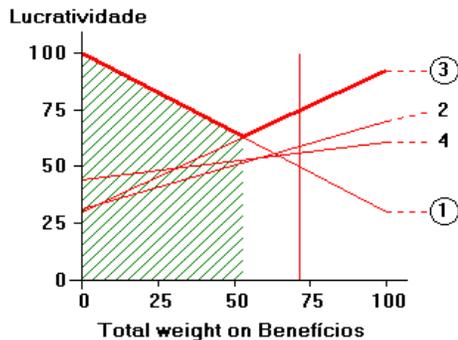


Figura 3: A análise da sensibilidade

Aqui se percebe facilmente que, para os critérios e preferências conforme expressos atualmente (ver a Tabela 1), a Opção 3 só seria preterida à Opção 1 se o peso atribuído ao grupo de critérios Benefícios ficasse muito abaixo dos atuais 71,4%. A Opção 1 só seria escolhida se o peso dos Benefícios fosse inferior a $\approx 52\%$.

O Hiview permite que sejam criados gráficos de sensibilidade para quaisquer dos critérios, que ajudam a verificar o seu impacto sobre a decisão a ser tomada.

A limitação deste recurso é que é necessário supor que tudo o mais permanece como está, não sendo possível estudar a mudança de mais de um valor por vez.

9. SMARTS x MÉDIA PONDERADA

É comum que, em uma análise rápida, os menos avisados considerem que o SMARTS é uma simples aplicação de médias ponderadas, decorrente da atribuição de pesos aos diversos critérios e preferências pelas várias alternativas. Existem inúmeros estudos que propõem a utilização de médias ponderadas em uma abordagem hierárquica, no apoio à decisão, como o artigo de DE SUGG (1989). Embora consideremos a abordagem baseada unicamente em médias ponderadas com pesos para os critérios inferior, o trabalho de DE SUGG levanta questões interessantes, como a utilização tática das avaliações parciais das alternativas (ou critérios) para tentar fazer prevalecer a opção desejada em processos de decisão em grupo. Para minimizar este problema, DE SUGG sugere a realização de votação secreta dos valores para os pesos, nos casos de decisões em grupo. DE SUGG defende, ainda, a idéia da estruturação hierárquica dos critérios, para que estes possam ser avaliados dentro de uma perspectiva que atribua a cada um deles sua real importância. Este tipo de estruturação é utilizado também pelo modelo SMARTS. Mas o SMARTS vai muito além disto. Uma vez que a expressão numérica das importâncias dos critérios decorre da amplitude da variação da preferência entre a melhor e a pior alternativa para cada critério, como explicado anteriormente, são valorizados os critérios realmente discriminantes. Um critério que poderia ser considerado importante, antes de se conhecerem as alternativas, perde relevância para a decisão se as diversas opções atenderem os requisitos deste critério de uma forma homogênea. O SMARTS detecta este tipo de situação, ao passo que a simples utilização de médias ponderadas não, confundindo o decisor e prejudicando o processo decisório.

BIBLIOGRAFIA

DEY, P. "Planning for Project Control through Risk Analysis". Journal of Project Management. Vol 12, No. 1, 1994.

- DE SUGG, Reggie von Zugbach e WILSON, James. "Selecting an IT System - A Hierarchical Approach". Management Services, outubro de 1989, págs. 12-15.
- DI SÉRIO, Luiz Carlos e LEITE, Jaci Corrêa "Inovação e competitividade: o caso Burti", In: Anais do I Simpósio de Administração da Produção, Logística e Operações Industriais, EAESP-FGV, setembro de 1998.
- EHRlich, Pierre J. "Modelos quantitativos de apoio às decisões - I". RAE, São Paulo, v. 36, n. 1, 1996 (a).
_____. "Modelos quantitativos de apoio às decisões - II". RAE, São Paulo, v. 36, n. 2, 1996 (b).
- KEENEY, Ralph L. "Value-focused thinking: Identifying decision opportunities and creating alternatives". European Journal of Operational Research, 1996, págs. 537 a 549.
- MARTINS, Ivan. "Antes da Kodak, Burti cria rede pioneira de imagens digitais". Exame, 13 de setembro de 1995.
- MILLER, G. A. "The Magical Number Seven, Plus or Minus Two". The Psychological Review, 1956, vol. 63
- PORTER, Michael. Estratégia competitiva: técnicas para análise de indústrias e da concorrência. São Paulo. Editora Campus, 6ª edição, 1991.
- VASCONCELLOS, M. Projeto de Competitividade, 1995 (apostila da EAESP-FGV, PR-MS-529, P-1197).